

Prof. dr hab. inż. Adam Voelkel  
WYDZIAŁ TECHNOLOGII CHEMICZNEJ  
Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej  
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań, tel. +48 61 665 3687, fax +48 61 665 3649  
e-mail: Adam.Voelkel@put.poznan.pl

Poznań, dn. 19.02.2024

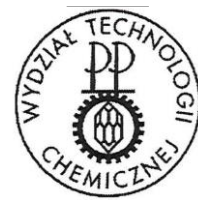
**Ocena dorobku naukowego dr inż. Joanny Kisały i Jej osiągnięcia naukowego „*Nanokatalizatory zaawansowanych procesów utleniania-redukcji wykorzystywane w usuwaniu trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO)*”**

**I. Dane ogólne o Habilitantce**

Pani dr inż. Joanna Kisała ukończyła studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Rzeszowskiej w 2000 roku. W latach 2001-2005 odbyła studia doktoranckie na Wydziale Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego. W roku 2007 uzyskała stopień naukowy doktora nauk chemicznych na tym wydziale za pracę „*Synteza i właściwości katalityczne jonów metali przejściowych z ligandami typu tripod*”. Obecnie jest Ona pracownikiem Instytutu Biologii Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego.

**II. Ocena dorobku naukowego**

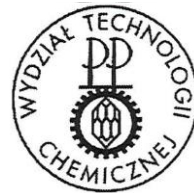
Przedmiotem oceny jest dorobek naukowy dr inż. Joanny Kisały. Podstawę habilitacji stanowi 8 prac zebranych w formie cyklu habilitacyjnego zatytułowanego „*Nanokatalizatory zaawansowanych procesów utleniania-redukcji wykorzystywane w usuwaniu trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO)*”. Publikacje te ukazały się w czasopiśmie o wartościach współczynnika IF (z roku wydania) wahających się od 1,23 do 6,208. Łączna wartość IF dla prac ujętych w cyklu habilitacyjnym wynosi 30,89. Prace te ukazały się w latach 2021-2023. Wszystkie prace są wieloautorskie, ale z dominującym lub znaczącym udziałem Kandydatki. Z oświadczeń Kandydatki oraz Współautorów dotyczących merytorycznego udziału we współautorskich publikacjach wynika zaangażowanie dr inż. Joanny Kisały we współtworzeniu koncepcji badań, analizie wyników oraz przygotowaniu publikacji. Nie mam wątpliwości co do istotnej roli Kandydatki w przygotowaniu prac stanowiących podstawę Jej habilitacji.



**Prof. dr hab. inż. Adam Voelkel**  
**WYDZIAŁ TECHNOLOGII CHEMICZNEJ**  
**Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej**  
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań, tel. +48 61 665 3687, fax +48 61 665 3649  
e-mail: Adam.Voelkel@put.poznan.pl

Liczba cytowań prac stanowiących podstawę cyklu habilitacyjnego jest niewielka - 21 (Scopus) choć należy podkreślić, że stanowią go prace z lat 2021-2023. Indeks Hirscha wynosi 6 (Web of Science). Rozpowszechnienie wyników badań dr inż. J. Kisały można więc uznać za akceptowalne. Poza pracami wskazanymi jako stanowiące podstawę cyklu habilitacyjnego Kandydatka była współautorką 18 publikacji (większość w czasopismach z IF). Oprócz tych pozycji w dorobku Kandydatki są liczne prace w czasopismach uczelnianych. Dr inż. J. Kisała jest współautorką 2 patentów i jednego wniosku patentowego. Dorobek Kandydatki uzupełniają liczne wystąpienia konferencyjne. Dr inż. J. Kisała brała udział w kilku projektach badawczych finansowanych przez MNiI, NCN oraz uczelnię. Odebrała też naukowe staże zagraniczne (Technische Universität Wien, Fakultät für Technische Chemie, Institut für Angewandte Synthesechemie, Słowacki Uniwersytet Rolniczy w Nitrze, Wydział Biotechnologii i Żywności, Scientific Internship at Lviv Polytechnic National University Lviv, Ukraina) i krajowe (Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie, Centrum Badań i Technologii Radiacyjnych, Centrum Radiobiologii i Dozymetrii Biologicznej).

Kandydatka w ramach swojego cyklu habilitacyjnego zajęła się problematyką wykorzystania procesów fotokatalitycznych z zastosowaniem pozyskanych perspektywicznych nano i 2D materiałów, w tym powierzchniowo immobilizowanych zaawansowaną technologią laserową, do rozkładu określonych organicznych mikrozanieczyszczeń w roztworach wodnych. Autorka zwróciła, że zastosowanie fotokatalizatorów stwarza możliwość wykorzystania procesów przyspieszenia reakcji następujących w wyniku wzbudzenia (pod wpływem zaabsorbowanego promieniowania) ekscytonów (elektronów i dziur elektronowych) na powierzchni katalizatora. Reaktywność katalizatora w procesie katalizy jest w sposób bezpośredni determinowana jego właściwościami morfologicznymi, strukturalnymi oraz cechami powierzchni takimi jak ładunek. Stosowanie katalizatorów heterogenicznych w oczyszczaniu ścieków napotyka dwa kluczowe problemy: (i) wydajność reakcji katalitycznej oraz (ii) odzyskiwanie fotokatalizatora po zakończeniu procesu oczyszczenia. Istotnym fragmentem dorobku dr inż. J.



**Prof. dr hab. inż. Adam Voelkel**  
**WYDZIAŁ TECHNOLOGII CHEMICZNEJ**  
**Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej**  
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań, tel. +48 61 665 3687, fax +48 61 665 3649  
e-mail: Adam.Voelkel@put.poznan.pl

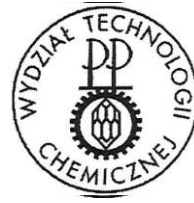
Kisały są prace nad otrzymywaniem nowych, potencjalnych materiałów fotokatalitycznych i dogłębna ocena ich właściwości.

Poszukując odpowiednich fotokatalizatorów dr inż. J. Kisała brała pod uwagę przed wszystkim właściwości optyczne nanomateriału, stabilność w roztworach wodnych, niski koszt oraz nieznaczny wpływ na środowisko naturalne. Zdecydowała się na zbadanie przydatności:

- a) dwutlenku tytanu  $TiO_2$ ;
- b)  $TiO_2$  domieszkowanego siarką (nanoproszek,  $TiO_2:S$ );
- c)  $TiO_x$  - różnych warstw tlenkowych immobilizowanych na mikro/nano interfejsie powierzchni płytki tytanowej;
- d) 2D- $MoS_2$  - molibdenitu otrzymany w postaci nanokartek;
- e)  $Fe_3O_4$  - magnetytu o zakresie absorpcji promieniowania.

Kandydatka dokonała wnikliwej analizy właściwości potencjalnych fotokatalizatorów wykorzystując techniki skaningowej mikroskopii elektronowej oraz transmisyjnej mikroskopii elektronowej; skład pierwiastkowy próbek oceniono metodą rentgenowskiej spektroskopii energodispersyjnej EDS. Identyfikację fazową badanych katalizatorów przeprowadzono metodą proszkowej dyfrakcji rentgenowskiej (XRD), pomiary optyczne katalizatorów przeprowadzono za pomocą spektrofotometru UV-Vis-NIR, a także spektroskopii Ramana.

Jednym ze sposobów zwiększania absorpcji optycznej materiałów (w tym dwutlenku tytanu) jest domieszkowanie innymi atomami. Wprowadzanie niewielkich ilości domieszek prowadzi to zawężenia pasma wzbronionego, w efekcie czego przejście elektronów z pasma walencyjnego do poziomów domieszek może być wzbudzone przez fotony o niskiej energii. Wprowadzenie siarki do struktury  $TiO_2$  prowadzi do modyfikacji struktury pasm elektronowych dwutlenku tytanu. W takim przypadku pasmo absorpcyjne jest rozciągnięte na obszar światła widzialnego. Autorka wskazała także, że energia pasm przewodnictwa i walencyjnego jest związana z potencjałami redox  $E^0$  wytworzonych na powierzchni katalizatora  $e^-$  i  $h^+$  (odpowiednio w pasmie przewodnictwa i pasmie walencyjnym) po wzbudzeniu optycznym. Porównanie  $E^0_{CB}$  i  $E^0_{VB}$  z jednoelektronowymi potencjałami redox



**Prof. dr hab. inż. Adam Voelkel**  
**WYDZIAŁ TECHNOLOGII CHEMICZNEJ**  
**Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej**  
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań, tel. +48 61 665 3687, fax +48 61 665 3649  
e-mail: Adam.Voelkel@put.poznan.pl

związków organicznych pozwala ocenić ewentualną skuteczność fotokatalizatora w reakcji degradacji tych związków. Katalizatory z domieszką siarki wykazywały większą absorbancję w zakresie światła widzialnego niż macierzysty dwutlenek tytanu. Nie zaobserwowano natomiast wyraźnej zależności absorpcji promieniowania od zawartości siarki. Wyniki eksperymentów poparto stosownymi obliczeniami. Oszacowano np. wartości  $E_U$ ,  $E_F$ ,  $E_{CB}$  i  $E_{VB}$  oraz potencjały redukcyjne  $E_{CB}^0$  i  $E_{VB}^0$ .

Kandydatka przeprowadziła szereg eksperymentów mających na celu określenie ładunku powierzchni katalizatora w roztworze. Ładunek ten dr inż. J. Kisała określała za pomocą potencjału zeta lub punktu ładunku zerowego. Przeprowadzono również eksperymenty absorpcji fenoli (PhOH; BPA; TBBPA) na katalizatorach S0, S1 i S2 zgodnie z modelem adsorpcji Langmuira. Pozwoliło to na ocenę wydajności procesu adsorpcji na podstawie bezwymiarowego parametru równowagi RL. Zauważono, że adsorpcja PhOH i BPA na S0 była wyraźnie mniej uprzywilejowana niż na S1 i S2. Domieszkowanie siarką poprawiało adsorpcję związków PhOH i BPA na powierzchni katalizatora. TBBPA wykazywał słabą adsorpcję na wszystkich katalizatorach.

Wyniki oznaczeń fizykochemicznych właściwości badanych fotokatalizatorów dr inż. J. Kisała wykorzystała do wnikliwej oceny przebiegu procesów rozkładu wybranych zanieczyszczeń. Była w stanie wykazać, że zdolność stosowanych katalizatorów do generowania silnie reaktywnych form, a także reaktywność tych form w procesach rozkładu zanieczyszczeń odkrywa kluczową rolę. Kandydatka w umiejętny sposób powiązała wyniki badań aktywności fotokatalicznej z właściwościami stosowanych katalizatorów oraz degradowanych zanieczyszczeń. Wskazano sposób sterowania reakcją degradacji w celu rozdzielenia procesu oksydacyjnego i redukcyjnego. W podsumowaniu Autorka podkreśliła, że dla wydajnej degradacji fotokatalicznej istotne są takie cechy katalizatora jak: (i) ładunek powierzchni katalizatora ułatwiający oddziaływanie powierzchni katalizatora z substratem; (ii) szerokie spektrum absorpcji promieniowania (zwłaszcza z zakresu widzialnego); (iii) układ orbitali ułatwiający transport elektronów.



**Prof. dr hab. inż. Adam Voelkel**  
**WYDZIAŁ TECHNOLOGII CHEMICZNEJ**  
**Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej**  
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań, tel. +48 61 665 3687, fax +48 61 665 3649  
e-mail: Adam.Voelkel@put.poznan.pl

W podsumowaniu pracy brakuje moim zdaniem „zwnika” -konkluzji obejmującej całość rozpatrywanych aspektów zastosowania fotokatalizatorów w wynikających z prowadzonych przez Kandydatkę badań. Dr inż. J. Kisała w podsumowaniu omówiła bowiem „po kolei” poszczególne prace (czasami grupami). Uważam, że cennym uzupełnieniem rozprawy byłaby propozycja uogólnionych wniosków. Nie chodzi jednak o ponowne przywołanie wyników, które były z rezultatem poszczególnych publikacji.

Uważam, że osiągnięcia dr inż. Joanny Kisały przedstawione jako cykl habilitacyjny oraz Jej dorobek nie wchodzący do powyższego cyklu spełniają wymagania stawiane dorobkowi osób starających się o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego.

**Po zapoznaniu się z dorobkiem naukowym oraz całokształtem działalności badawczej dr inż. Joanny Kisały uważam, że są spełnione wymagania ustawowe i normy akademickie do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych, dyscyplinie inżynieria chemiczna.**

Popieram zatem wniosek o nadanie dr inż. Joannie Kisale stopnia doktora habilitowanego.

*Prof. dr hab. inż. Adam Voelkel*