



Poznań, 22.01.2026 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Marty Kowalkińskiej

zatytułowanej

„Photocatalysts based on titanium(IV) oxide and scheelite-type compounds for the degradation of contaminants of emerging concern”

opracowana na zlecenie dr. hab. inż. Marka Tobiszewskiego, prof. PG – Przewodniczącego Rady

Dyscypliny Nauki Chemiczne Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej

(pismo L. Dz. **336 WCh/Dz/2025** z dnia 24.11.2025 r.)

Informacje ogólne i ocena tematyki rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska mgr inż. Marty Kowalkińskiej została zrealizowana w Katedrze Inżynierii Procesowej i Technologii Chemicznej Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej, pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Anny Zielińskiej-Jurek – specjalistki w zakresie projektowania funkcjonalnych materiałów dedykowanych do wykorzystania w zaawansowanych procesach utleniania.

Tematyka rozprawy w ogólnym zarysie dotyczy opracowania protokołów syntezy nowej grupy wydajnych fotokatalizatorów do procesów typowej fotokatalizy heterogenicznej oraz fotokatalizy wspomaganej solami nadtlenomonosiarczanowymi, ukierunkowanych na usuwanie wybranej grupy mikrozanieczyszczeń środowiskowych.

Rosnąca presja środowiskowa związana z zanieczyszczeniem wód i gleb wymusza działania w kierunku rozwoju kompleksowych, energooszczędnych i innowacyjnych technologii oczyszczania, które będą odpowiedzią na kluczowe potrzeby społeczeństwa. Ten także istotny aspekt jest jednym z podstawowych celów zrównoważonego rozwoju, w zakresie postępujących zmian klimatu czy dostępu do czystej wody, które ujęto w agendzie „*The Sustainable Development Goals*”, przyjętej przez wszystkie państwa członkowskie ONZ w 2015 roku. Do dnia dzisiejszego zaproponowano wiele technologii eliminacji szerokiej gamy zanieczyszczeń ze środowiska – od procesów adsorpcyjnych zaczynając, przez procesy zaawansowanego utleniania czy metody biotechnologiczne, na procesach separacji membranowej kończąc. Każda z wymienionych metod ma swoje wady i zalety, jednak nieustannie dąży się do udoskonalania i propozycji nowych rozwiązań, jako że odgrywają one kluczową rolę w poprawie jakości życia i ograniczaniu skutków postępującej degradacji środowiska. To właśnie ten aspekt był motywacją dla Doktorantki do podjęcia badań w tym kierunku. Zaskoczeniem nie jest również ukierunkowanie głównego nurtu prac badawczych, objętych ocenianą rozprawą doktorską, na zaawansowane metody utleniania, a precyzyjniej fotokatalizę, zwłaszcza biorąc pod uwagę osobę Pani promotor – prof. Annę Zielińską-Jurek, której wieloletnie doświadczenie i wiedza w tym zakresie są nieocenione. Technologia fotokatalizatorów

to jedna z dynamicznie rozwijających się gałęzi przemysłu, co wynika bezpośrednio z możliwości „kreowania” ich właściwości fizykochemicznych i użytkowych na etapie syntezy. Właściwości, o których mowa warunkują wielokierunkowe wykorzystanie praktyczne półprzewodników – od technologii usuwania zanieczyszczeń z układów wodnych czy fazy gazowej, produkcji czynników antybakteryjnych i dezynfekujących, funkcjonalnych pigmentów czy powłok samoczyszczących, na układach konwersji energii słonecznej w elektryczną kończąc. Tym samym, podejmowanie prac nad udoskonalaniem materiałów fotoaktywnych dla licznych sektorów gospodarki, jest wysoce uzasadnione. Biorąc pod uwagę zakres badań opisanych w przedłożonej do oceny rozprawie doktorskiej, należy podkreślić, że koncentrują się one na zaprojektowaniu nowej grupy materiałów fotoaktywnych na potrzeby eliminacji wybranej grupy mikrozanieczyszczeń organicznych z układów wodnych. Proponowane jest zupełnie nowe podejście do preparatyki fotokatalizatorów, które wsparte szczegółową analizą wpływu metody i warunków syntezy oraz opisem mechanizmu ich działania w procesach fotokatalitycznych, ma dać gotowe rozwiązania na przezwyciężenie ograniczeń tych materiałów (zakres widmowy fotoreakcji, niska wydajność kwantowa i szybka rekombinacja nośników ładunku) i uwypuklenie ich fotoaktywności. Do dnia dzisiejszego zaproponowano wiele rozwiązań mających na celu poprawę parametrów użytkowych półprzewodników, w tym m.in. domieszkowanie, modyfikację powierzchni czy tworzenie heterozłączy półprzewodnikowych, a założeniem jest m.in. możliwość kontroli morfologii czy generowanie defektów powierzchniowych i strukturalnych, które wychwytyują powstające elektrony oraz ograniczają ich rekombinację, usprawniając tym samym fotoaktywność materiału. Pani mgr inż. Marta Kowalkińska podjęła się rozwiązania oryginalnego problemu badawczego związanego ze zrozumieniem kluczowych zależności pomiędzy zaproponowaną metodą syntezy nowej grupy fotoaktywnych materiałów, wykazywanymi przez nie właściwościami fizykochemicznymi, a ich zachowaniem w procesach fotokatalitycznych. Głównym założeniem było zweryfikowanie możliwości „kreowania” morfologii oraz ekspozycji płaszczyzn krystalicznych materiałów, przede wszystkim poprzez modyfikację warunków syntezy, której nadrzędnym celem było zwiększenie ich aktywności fotokatalitycznej. Utylitarnym aspektem zrealizowanych prac są z pewnością testy weryfikacyjne otrzymanych materiałów w usuwaniu wybranych zanieczyszczeń organicznych, poparte dodatkowo analizą ich toksyczności po przeprowadzonym procesie fotodegradacji. Zaproponowane przez Doktorantkę podejście uważam za ambitne, interdyscyplinarne i wieloaspektowe, a tematykę rozprawy doktorskiej za niezwykle aktualną i istotną z naukowego oraz praktycznego punktu widzenia. Nie podlega wątpliwości, że zaprezentowane w rozprawie rozważania stanowią istotny element nowości naukowej i komplementarne uzupełnienie istniejącego stanu wiedzy. Opisane w rozprawie zależności i ich wnikliwa analiza, stwarzają możliwości definiowania wydajnych protokołów syntezy funkcjonalnych materiałów, a integracja wiedzy z zakresu nauk chemicznych, inżynierii materiałowej i inżynierii środowiska, może sprzyjać kompleksowej ocenie ich rzeczywistego potencjału aplikacyjnego. O znaczeniu tematyki rozprawy i prezentowanych osiągnięć badawczych Pani mgr inż. Marty Kowalkińskiej świadczą m.in. opublikowane artykuły naukowe, składające się na ocenianą rozprawę, które zostały poddane rzeczowej i wnikliwej ocenie przez niezależnych ekspertów. Konfrontacja zakresu tematycznego ocenianej rozprawy doktorskiej, z trendami badawczymi wielu ośrodków naukowych na całym świecie oraz celami zrównoważonego rozwoju, w mojej ocenie, jednoznacznie potwierdza znaczenie i nowatorski charakter zrealizowanych prac, a także zasadności prowadzenia dalszych badań w tym kierunku.

Charakterystyka i ocena rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Marty Kowalkińskiej napisana jest w języku angielskim. Dysertacja ma formę spójnego tematycznie zbioru 5 artykułów (oznaczonych jako **P1,P3-P6**), opublikowanych w czasopismach naukowych indeksowanych przez *Thomson Reuters Journal Citation Reports* oraz jednego rozdziału w książce (IntechOpen) oznaczonego jako **P2**. We wszystkich, wieloautorskich artykułach naukowych Doktorantka jest pierwszym Autorem, a w osiągnięciu oznaczonym jako **P2** jest drugim Autorem. Sumaryczny *Impact Factor* prac wynosi 27; co daje średnią 4,5 na artykuł – jest to wynik bardzo dobry. Rezultaty swoich badań Doktorantka opublikowała w takich czasopismach jak: *Journal of Physical Chemistry C*, *Catalysis Today*, *Crystals*, *Applied Surface Science* czy *Separation and Purification Technology*. Należy podkreślić, że są to czasopisma tematycznie związane z głównym obszarem prac eksperymentalnych objętych ocenianą rozprawą doktorską, a o ich renomie świadczy pozycjonowanie w rankingu Q1 i Q2. Wiodący wkład Doktorantki w zrealizowanie szerokiego zakresu badań i przygotowanie artykułów naukowych został potwierdzony stosowanymi oświadczeniami wszystkich współautorów i nie budzi żadnych wątpliwości formalnych.

Układ dysertacji jest klasyczny, w odniesieniu do prac doktorskich przedstawionych jako zbiór artykułów ściśle powiązanych ze sobą tematycznie. Materiał zobrazowano na 234 stronach maszynopisu, z wyłączeniem załączonych oświadczeń współautorów. Warto podkreślić, że rozprawa została zredagowana bardzo poprawnie, a jej szata graficzna jest godna pochwały.

Pierwszy element pracy stanowi *Podsumowanie osiągnięć naukowych* Doktorantki, w tym *Lista publikacji* wchodzących w skład monotematycznego cyklu, będącego podstawą przedłożonej do recenzji rozprawy. Następnie Doktorantka prezentuje *Wykaz skrótów i symboli*, a kolejno *Wprowadzenie teoretyczne*. W tej części pracy Autorka omawia zagadnienia związane m.in. z obecnością w środowisku takich mikrozanieczyszczeń jak substancje aktywne farmaceutycznie, związki fenolu czy pestycydy, oraz te dotyczące zaawansowanych procesów utleniania, ze szczególnym uwzględnieniem katalitycznej aktywacji nadsiarczanów, fotokatalizy heterogenicznej oraz fotokatalizy wspartej obecnością nadsiarczanów. Za kluczowy, z punktu widzenia tematyki rozprawy, uznaję rozdział traktujący o sposobach „usprawniania” aktywności fotokatalitycznej materiałów półprzewodnikowych, który jest idealnym wprowadzeniem do zrealizowanych prac badawczych. Poruszane są w nim zagadnienia związane z możliwością kontroli morfologii i ekspozycji płaszczyzn krystalicznych fotokatalizatorów, ze sposobami modyfikacji ich powierzchni czy tworzeniem heterozłączy. Należy podkreślić, że zaprezentowane wprowadzenie wskazało potencjalne, niezagospodarowane obszary badawcze, które były inspiracją i pozwoliły Doktorantce zdefiniować szczegółowe cele naukowe prowadzonych badań.

Zaprezentowany cel badań uważam za dobrze zdefiniowany, zwłaszcza że Doktorantka precyzyjnie wskazuje główny nurt badań, stawia problematyczne pytania, na które odpowiedzią mają być wyniki zrealizowanych prac badawczych, a co ważniejsze formułuje aż 7 hipotez badawczych – niestety w treści pracy nie odnalazłem jednoznacznego stanowiska Autorki w kwestii odpowiedzi na te hipotezy. Wartością dodaną jest z pewnością graficzna prezentacja założeń prac badawczych i jej odniesienie do osiągnięć naukowych wchodzących w skład monotematycznego cyklu artykułów, będącego podstawą ocenianej rozprawy doktorskiej. Doktorantka wyznaczyła następujące, szczegółowe cele badawcze:

- synteza, charakterystyka fizykochemiczna i ocena potencjału wolframianów i molibdenianów metali ziem alkalicznych w fotokatalitycznej degradacji fenolu;

- synteza fluorowanego tlenku tytanu(IV) oraz hybrydowych połączeń $\text{TiO}_2/\text{TiOF}_2$, stosując syntetyczny tlenofluorek tytanu, połączona z interpretacją wpływu morfologii prekursora, jego roli i ekspozycji płaszczyzn krystalicznych na właściwości fizykochemiczne oraz wykazywaną aktywność fotokatalityczną materiałów w degradacji m.in. naproksenu i fenolu;
- synteza hybrydowych połączeń $\text{TiO}_2/\text{TiOF}_2$ („bogatych” w TiOF_2), stosując syntetyczny tlenofluorek tytanu, połączona z interpretacją wpływu morfologii prekursora i jego roli w heterozłączu na właściwości fizykochemiczne oraz wykazywaną aktywność fotokatalityczną materiałów w degradacji m.in. 4-chlorofenolu, karbamezapiny czy myklobutanilu;
- synteza ortowanadanu bizmutu i wielościanów z powierzchnią wzbogaconą w bizmut, stosując komercyjny i syntetyczny metawanadan amonu, połączona z interpretacją wpływu morfologii prekursora i jego roli na właściwości fizykochemiczne oraz wykazywaną aktywność fotokatalityczną materiałów w degradacji m.in. naproksenu i ofloksacyny;
- ocena możliwości usprawnienia fotoaktywności ortowanadanu bizmutu w heterogenicznym układzie fotokatalitycznym, wspartym obecnością nadtlenomonosiarcznanu;
- przeprowadzenie powierzchniowej modyfikacji ortowanadanu bizmutu sub-nanoklastrami miedzi i ocena jej wpływu na wykazywaną aktywność fotokatalityczną materiału i zdolność do aktywacji nadtlenomonosiarcznanu w układzie degradacji naproksenu;
- kompleksowa ocena wpływu zaproponowanych protokołów syntezy aktywnych fotokatalitycznie materiałów na ich parametry strukturalne, morfologiczne i mechanizm działania w degradacji wybranych zanieczyszczeń organicznych;
- analiza ścieżek degradacji i toksyczności usuwanych zanieczyszczeń organicznych.

Kolejno, Doktorantka zamieściła *Metodologię badań*, w której zaprezentowała opis procedur syntezy poszczególnych grup fotokatalizatorów, wykorzystane do ich oceny metody badawcze oraz przebieg testów fotokatalitycznych, z uwzględnieniem opisu stanowiska pomiarowego czy analizowanej grupy modelowych zanieczyszczeń organicznych. Pojawia się także wzmianka o zastosowanych w pracach symulacjach obliczeniowych prowadzonych w oparciu o teorię funkcjonałów gęstości, a wykorzystanych m.in. do symulowania struktury elektronowej wybranych materiałów. Główną częścią opiniowanej pracy jest *Opis wyników badań* zaprezentowany w Rozdziale 4, podzielonym na Podrozdziały 4.1-4.6, z których każdy odnosi się do konkretnego artykułu wchodzącego w skład monotematycznego cyklu. Doktorantka w sposób syntetyczny opisuje osiągnięcia poszczególnych etapów prac badawczych wskazując na najistotniejsze kwestie wynikające z opublikowanych rezultatów badań. Każdy opis zwieńczony jest załączonym oryginałem publikacji wraz z informacją uzupełniającą, co wskazuje na bardzo obszerny materiał eksperymentalny. W rozdziale 4.6 zaprezentowane zostały także zależności eksperymentalne, które w większości nie są jeszcze opublikowane – stanowią podstawę publikacji zgłoszonej do czasopisma *Chemical Engineering Journal* – dowodzi to istotnych ambicji Doktorantki, która pomimo złożenia rozprawy doktorskiej nie stoi w miejscu i dalej buduje swoją pozycję naukową. Należy podkreślić, że opisane w tym rozdziale wyniki są komplementarnym uzupełnieniem całości prac eksperymentalnych objętych ocenianą rozprawą. Całość pracy wieńczą *Wnioski*, w których Doktorantka podsumowuje efekty i podkreśla nowość naukową zrealizowanych prac badawczych, *Spis rysunków i tabel* oraz *Spis literatury* obejmujący 139 aktualnych pozycji bibliograficznych.

Ocena osiągnięć Doktorantki

Analizując tok postępowania oraz osiągnięcia poszczególnych etapów prac doświadczalnych, nie podlega wątpliwości, że mgr inż. Marta Kowalkińska podjęła się rozwiązania ambitnego,

oryginalnego i wielowątkowego problemu badawczego, o istotnym znaczeniu poznawczym i praktycznym. W moim odczuciu, postawione na początku rozważań pytania naukowe, zdefiniowane hipotezy i związane z tym cele poszczególnych etapów prac eksperymentalnych, doprowadziły do uzyskania wartościowych zależności, które Autorka zaprezentowała w sposób syntetyczny i właściwie podsumowała. Co istotne, wieloaspektowe rozważania nad kluczowymi zależnościami pomiędzy warunkami syntezy (m.in. rodzajem i morfologią prekursorów, dodatkową obróbką powierzchniową nowej grupy materiałów fotokatalitycznych), a ich właściwościami fizykochemicznymi i strukturalnymi, a także mechanizmem działania w układach degradacji wybranej grupy zanieczyszczeń organicznych, mają użytkowe znaczenie i stanowią platformę do dalszych prac nad udoskonalaniem tego typu układów. Nie bez znaczenia jest także spektrum wykorzystanych w badaniach, zaawansowanych technik pomiarowych, które w komplementarny sposób ułatwiły zdefiniowanie najistotniejszych korelacji. W zdecydowany sposób wpłynęło to na jakość i wartość merytoryczną wyciągniętych wniosków. Tym samym, w mojej ocenie, oryginalność i nowatorski charakter zrealizowanych prac eksperymentalnych są bezdyskusyjne.

Stwierdzam, że cele postawione przez Doktorantkę zostały osiągnięte, a do najważniejszych zaliczyć należy:

- przeprowadzenie syntezy hydrotermalnej wolframianów i molibdenianów metali ziem alkalicznych, wraz z kompleksową oceną ich właściwości strukturalnych i fizykochemicznych, oraz wykazaniem ich potencjału w fotodegradacji fenolu jako modelowego zanieczyszczenia organicznego (udokumentowano przewagę wolframianów nad molibdenianami – BaWO_4 i SrWO_4 , co wynikało z lepszego transferu elektronów i trwałości nośników ładunku) – zależności zaprezentowane w pracy **P1**;
- wykorzystanie tlenofluorku tytanu (TiOF_2) w hydrotermalnej syntezie fluorowanego tlenku tytanu(IV) i wskazanie istotnego wpływu przebiegu procesu otrzymywania i użytych czynników ograniczających na morfologię (oktaedryczny lub dziesięciościenny), ekspozycję płaszczyzn krystalicznych i mechanizm wbudowania jonów fluoru w strukturę TiO_2 , co w zdecydowany sposób przełożyło się na mechanizm i aktywność materiałów w fotodegradacji naproksenu – zależności zaprezentowane w pracy **P3**;
- przeprowadzenie solwotermalnej syntezy tlenofluorku tytanu (TiOF_2), stosując tetrafluorek tytanu oraz tetraizopropanolan tytanu jako reagenty podstawowe, w obecności i bez dodatku HF oraz wykazanie istotnego wpływu warunków syntezy i morfologii TiOF_2 na aktywność fotokatalityczną kolejno otrzymanego fluorowanego tlenku tytanu(IV) w degradacji fenolu (udokumentowano istotny wpływ rozmiaru krystalitów oraz stężenia jonów fluoru na poprawę fotoaktywności materiału) – zależności zaprezentowane w pracy **P4**;
- przeprowadzenie solwotermalnej syntezy heterozłącza $\text{TiO}_2/\text{TiOF}_2$ z dużą zawartością tlenofluorku tytanu i udokumentowanie istotnej roli tego składnika w usprawnieniu generowania aktywnych rodników i separacji nośników ładunku, a tym samym w podnoszeniu stopnia konwersji analizowanej grupy zanieczyszczeń organicznych (4-chlorofenolu, karbamezapiny czy myklobutanilu) – zależności zaprezentowane w pracy **P5**;
- wykorzystanie komercyjnego, a co ważniejsze syntetycznego metawanadanu amonu (NH_4VO_3) w syntezie ortowanadanu bizmutu (BiVO_4), wykazanie istotnego wpływu prekursora syntetycznego na morfologię BiVO_4 i związaną z tym poprawę absorpcji światła w zakresie widzialnym oraz wydajności fotokatalitycznej, którą zweryfikowano w degradacji naproksenu i ofloksacyny – zależności zaprezentowane w pracy **P6**;

- przeprowadzenie skutecznej modyfikacji powierzchni ortowanadanu bizmutu sub-nanoklastrami miedzi i wykazanie obecności mieszanych form miedzi (Cu(I) i Cu(II)), które determinowały poprawę separację nośników ładunku i tym samym uwypuklenie fotoaktywności materiału – zależności zaprezentowane w pracy **P6**;
- analizę „kombinowanego” procesu fotodegradacji zanieczyszczeń organicznych pod wpływem światła widzialnego, opartego o typową fotokatalizę heterogeniczną z użyciem BiVO₄ i jego modyfikowaną formą, wspartą obecnością nadtlenu monosiarczany, wskazując na istotną poprawę wydajności degradacji analizowanych zanieczyszczeń (naproksenu i ofloksacyny) już przy niewielkiej ilości tego dodatku – zależności zaprezentowane w pracy **P6**;
- w oparciu o zebrane dane eksperymentalne, przeprowadzenie wnikliwej analizy wpływu warunków syntezy i dodatkowej modyfikacji materiałów fotoaktywnych na wykazywaną przez nie aktywność fotokatalityczną – zależności zaprezentowane w pracach **P1, P3-P6**;
- zdefiniowanie ścieżek degradacji i toksyczność produktów rozkładu analizowanych zanieczyszczeń organicznych – zależności zaprezentowane w pracach **P1, P3 i P6**.

Należy podkreślić, że osiągnięcia zaprezentowane w pracach **P1-P6** (z wyjątkiem pracy **P2**), oraz wyniki badań będące podstawą przygotowanej i zgłoszonej w cykl recenzyjny publikacji do Chemical Engineering Journal, są swego rodzaju pionierskie, jako że otwierają nowe możliwości definiowania protokołów syntezy fotoaktywnych materiałów, których zastosowanie nie kończy się wyłącznie na aspektach oczyszczania środowiska z zanieczyszczeń. Należy pamiętać również o ich wielokierunkowym i użytkowym przeznaczeniu m.in. jako komponentów systemów konwersji energii słonecznej w elektryczną w technologiach fotowoltaicznych.

Oceniając zamieszczony w pracy dorobek Pani mgr inż. Marty Kowalkińskiej, trudno nie ocenić jej aktywności naukowej jako bardzo dobrej. Osiągnięcia Doktorantki zostały zaprezentowane w formie 11 wieloautorskich, oryginalnych prac naukowych (w tym 5 stanowiących podstawę ocenianej rozprawy doktorskiej) oraz 1 rozdziału w książce (IntechOpen). Ponadto, Doktorantka legitymuje się znaczącym udziałem w konferencjach krajowych i międzynarodowych. Wartym odnotowania jest również udział Pani mgr inż. Marty Kowalkińskiej w 2 krótkoterminowych, zagranicznych stażach naukowych (IMDEA Energy Insititute w Madrycie oraz Uniwersytet w Strasbourgu) oraz w 4 projektach badawczych (OPUS 22, European Regional Development – Interreg Baltic Sea Region Programme, NCBiR – European Regional Development Fund oraz Sonata-Bis 8) – zabrakło jednak informacji jaką rolę Doktorantka pełniła w tych projektach. Pani mgr inż. Marta Kowalkińska brała także udział w procesie dydaktycznym w ramach szkoły letniej „*Advanced Water Treatment Technologies*” oraz jako invited lecturer w Handan University (Chiny), a także wykazała się znaczącą działalnością organizacyjną (organizacja workshopów, szkół tematycznych, akcji promocyjnych w ramach *International Day of Women and Girls in Science* czy *Zero Waste Fashion Show*). Co ciekawe, Doktorantka legitymuje się także istotną aktywnością w recenzowaniu artykułów naukowych – z zaprezentowanego spisu wynika, że do dnia dzisiejszego wykonała już blisko 40 takich recenzji. Za swoje osiągnięcia naukowe była wielokrotnie nagradzana, w tym m.in. Nagrodą Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku dla najlepszych młodych naukowców, za opublikowany artykuł naukowy **P6**, wchodzący w skład ocenianej rozprawy doktorskiej.

Biorąc pod uwagę powyższe, należy podkreślić istotny wkład Pani mgr inż. Marty Kowalkińskiej w rozwój reprezentowanej dyscypliny naukowej i dziedzin pokrewnych. Sposób zaplanowania eksperymentów, ich wieloaspektowość, oryginalność i aspekt praktyczny uzyskanych zależności, a także osiągnięcia publikacyjne, świadczą o wysokich kompetencjach naukowo-badawczych

Autorki rozprawy i są niepodważalnym dowodem Jej przygotowania do prowadzenia dalszych badań naukowych.

Kwestie dyskusyjne

Poniżej pozwolę sobie wskazać kilka kwestii dyskusyjnych. Zadanie to z pewnością zostało mi ułatwione gdyż, tak jak wspomniałem wcześniej, zawarte w rozprawie prace zostały poddane rzeczowej i wnikliwej ocenie przez niezależnych ekspertów. Kwestie do dyskusji podczas publicznej obrony:

- W pracy **P1** Autorka pisze: „zsyntezowane wolframiany i molibdeniany wykazały wspaniałą („*excellent*”) aktywność fotokatalityczną”, natomiast w części opisowej rozprawy stanowisko Doktorantki brzmi „ich aktywność fotokatalityczna pozostaje relatywnie niska w porównaniu do innych fotokatalizatorów z szeroka przerwą energetyczną” – czy mogę prosić o komentarz?
- W pracy **P3** opisano wykorzystanie NH_4F , $\text{NH}_{3\text{aq}}$ oraz NaF jako czynników ograniczających oraz źródła jonów F^- w syntezie F-TiO_2 – nie znalazłem jednak dyskusji nad możliwą pozostałością sodu lub azotu w materiale po syntezie.
- Czym kierowano się dobierając warunki obróbki hydrotermalnej dla różnych układów reakcyjnych np. 160°C i 6h (**P1**), kolejno 210°C i 12 h (**P3**), a kolejno 200°C i 12h lub 2 h?
- Czy otrzymywanie TiOF_2 i NH_4VO_3 było w jakikolwiek sposób optymalizowane?
- Biorąc pod uwagę „wypłukiwanie” bizmutu ze struktury fotokatalizatora przy zbyt wysokim stężeniu nadtlenomonosiarczanu, czy nie jest to czynnik eliminujący użycie tego reagenta „wspomagającego” w przypadku innych opracowanych materiałów? Jak może Pani ocenić stabilność wszystkich otrzymanych w pracy układów fotokatalitycznych?
- W części literaturowej pracy Doktorantka wspomina, że zmniejszanie wielkości cząstek oraz ingerencja w morfologię materiału to kluczowe parametry sprzyjające poprawie jego fotoaktywności – jak to się ma do pojawiających się doniesień odnośnie toksyczności nano- TiO_2 ? Czy nie tym podyktowane były badania zaprezentowane w pracy **P3**, dotyczące toksyczności układu reakcyjnego po procesie fotodegradacji i związany z tym tytuł artykułu „Non-toxic fluorine-doped TiO_2 ...”? Czy jednak dotyczyły obecności jonów fluorowych w medium reakcyjnym? Jaka była stabilność połączenia F-TiO_2 ?

Zaprezentowane uwagi i komentarze mają charakter dyskusyjny i nie obniżają wartości merytorycznej i mojej pozytywnej oceny rozprawy.

Wniosek końcowy

Oceniając przedłożoną do recenzji rozprawę doktorską autorstwa Pani mgr inż. Marty Kowalkińskiej, zatytułowaną „*Photocatalysts based on titanium(IV) oxide and scheelite-type compounds for the degradation of contaminants of emerging concern*”, z jednej strony należy podkreślić, że prezentuje ona ogólną wiedzę teoretyczną Doktorantki w zakresie nauk chemicznych i dziedzin pokrewnych, z drugiej, wskazuje praktyczne rozwiązania problemów związanych z ograniczeniami fotokatalizy heterogenicznej i poprawą aktywności materiałów fotokatalitycznych, dedykowanych do użycia w technologiach oczyszczania systemów wodnych z szerokiej gamy zanieczyszczeń. Nie podlega wątpliwości, że zaprezentowane zależności eksperymentalne stanowią istotne uzupełnienie obecnego stanu wiedzy, są wartościowe, a co ważniejsze perspektywiczne, i w niedalekiej przyszłości mogą przynieść wymierne korzyści, jako potencjalne rozwiązania ograniczające skutki postępującej degradacji środowiska.

W podsumowaniu jednoznacznie stwierdzam, że recenzowana rozprawa prezentuje oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i spełnia wszystkie wymogi ustawowe i zwyczajowe stawiane rozprawom doktorskim. Wnioskuje do Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej, o przyjęcie rozprawy i przeprowadzenie dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Biorąc pod uwagę aktualność podjętej tematyki badawczej, interdyscyplinarny i nowatorski charakter prac eksperymentalnych, jakość wniosków oraz ich wkład w istniejący stan wiedzy, **wnioskuję dodatkowo o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr inż. Marty Kowalkińskiej.** Precyzyjnie zaplanowane eksperymenty, obejmujące rzetelnie zrealizowane prace badawcze, których wyniki mają istotny potencjał aplikacyjny, wskazują na ambitne podejście Autorki do wieloaspektowo analizowanego problemu badawczego. Dodatkowo, zaproponowanie oryginalnego rozwiązania, a co ważniejsze, potwierdzenie jego skuteczności, w moim odczuciu, wydaje się być istotnym osiągnięciem. Na podkreślenie zasługuje przede wszystkim opracowanie protokołów syntezy nowej grupy materiałów fotoaktywnych, których wnikliwa analiza fizykochemiczna i strukturalna rzuca nowe światło na możliwości przewyższania ograniczeń powszechnie stosowanych półprzewodników, w tym także najbardziej znanego jakim jest tlenek tytanu(IV). O znaczeniu zrealizowanych prac badawczych świadczy również rola jaką materiały półprzewodnikowe odgrywają w różnych sektorach gospodarki oraz w życiu codziennym – jak już wcześniej wspomniałem – ich zastosowanie nie kończy się wyłącznie na aspektach oczyszczania środowiska z zanieczyszczeń – są one także komponentami m.in. systemów konwersji energii słonecznej w elektryczną w technologiach fotowoltaicznych, których rozwój jest następstwem postępujących zmian klimatycznych i związanej z tym transformacji energetycznej. Zaprezentowane zagadnienia są więc swego rodzaju platformą do dalszych prac nad udoskonalaniem technologii pozyskiwania wydajnych materiałów półprzewodnikowych o szerokim spektrum aplikacyjnym.