

Prof. zw. dr hab. Jacek M. Rynkowski
Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
Politechniki Łódzkiej
ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź
tel. 0 604469246; E-mail: jacek.rynkowski@p.lodz.pl

Łódź, 2019.07.08

RECENZJA

osiągnięcia naukowego pt.:

„Synteza i opis właściwości układów Cu-Zn-Al i Co-Mo-K do procesów z udziałem H₂ i CO_x” oraz całokształtu dorobku dr Pawła Kowalika

Podstawą do przygotowania niniejszej recenzji było powołanie mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr Pawła Kowalika przez Centralną Komisję ds. Stopni i Tytułów oraz kompletna dokumentacja wniosku

Dr Paweł Kowalik ukończył studia magisterskie na Wydziale Chemii Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie w 1998 r. W roku 2007 uzyskał stopień doktora nauk chemicznych po przedstawieniu i publicznej obronie rozprawy pt. „Katalizatory miedziowe niskotemperaturowej konwersji tlenu węgla promotowane alkaliami” Promotorem rozprawy był prof. dr hab. Tadeusz Borowiecki. W roku 2008 odbył Studia Dyplomowe w Zakresie Inżynierii Chemicznej i Procesowej na Wydziale Inżynierii Chemicznej i Procesowej Politechniki Warszawskiej. Od 1998 r. jest zatrudniony w Instytucie Nowych Syntez Chemicznych (do 2014 r. Instytut Nawozów Sztucznych) w Puławach, w Zakładzie Katalizatorów, którego od ponad 11 lat jest kierownikiem.

Ocena rozprawy habilitacyjnej

Na przedstawione do recenzji osiągnięcie habilitacyjne p.t.: **„Synteza i opis właściwości układów Cu-Zn-Al i Co-Mo-K do procesów z udziałem H₂ i CO_x”** składa się z cyklu 10 oryginalnych, powiązanych tematycznie prac współautorskich opublikowanych w latach 2012-2019 w renomowanych czasopismach zagranicznych z listy JCR : *Applied Catalysis A: General (3)*, *Journal Molecular Catalysis A: Chem (1)*, *Fuel Processing Technology (2)*, *Materials Research Bulletin (1)*, *Catalysis Letters (1)*, *International Journal of Hydrogen Energy (1)* oraz *European Journal of Inorganic Chemistry (1)*, a także 2 patenty. Sumaryczny *Impact Factor* prac przedstawionych jako osiągnięcie habilitacyjne, zgodnie z rokiem opublikowania, wynosi **34,054**. W autoreferacie w rozdziale pt.: *„Cel i zakres badań w ramach osiągnięcia naukowego”* Habilitant przedstawił 25 – stronicowy komentarz do dołączonych publikacji, w którym w przekonujący sposób omówił motywacje podjęcia badań oraz uwypuklił najistotniejsze wyniki oraz wypływające z nich wnioski. Głównym elementem łączącym merytorycznie wszystkie prace były badania nad poszukiwaniem optymalnych metod preparatyki oraz określenie związków pomiędzy sposobem preparatyki a strukturą oraz właściwościami fizykochemicznymi i katalitycznymi, dwóch typów katalizatorów

(Cu/ZnO/Al₂O₃ oraz promotowanych alkaliami Co-Mo/Al₂O₃), stosowanych w różnych odmianach parowej konwersji tlenku węgla (WGS – *Water Gas Shift*). Takie katalizatory, od dawna znajdują zastosowanie w procesach wytwarzania gazów syntezowych, wykorzystywanych w produkcji amoniaku i innych chemikaliów (np. metanolu). Jednakże dalsze prace nad projektowaniem, otrzymaniem, modyfikacją oraz optymalizacją katalizatorów o udoskonalonych właściwościach katalitycznej i podwyższonej odporności na dezaktywację nadal znajdują się w centrum zainteresowania badaczy, zajmujących się katalizą stosowaną. Do takiej grupy prac zaliczają się publikacje przedstawione w osiągnięciu habilitacyjnym. Szczegółowe wnioski, niezwykle przydatne dla opracowania nowych i modyfikacji istniejących formułacji i sposobów preparatyki katalizatorów, przedstawione są na str. 28-30 autoreferatu. Do najistotniejszych należy zaliczyć następujące ustalenia, wynikające z przeprowadzonych badań:

- technika współstrącenia prekursora hydroksywęglanowego z roztworów wodnych pozwala na otrzymanie najaktywniejszych i posiadających najlepsze właściwości teksturalne katalizatorów CuZnAl-LDH,
- środowisko reakcji strącania (etanol, glikol etylenowy vs. woda) prekursora katalizatorów CuZnAl-LDH wywiera istotny wpływ na ich właściwości, w szczególności porowatość i powierzchnię właściwą, które jednak nie korespondują w prosty sposób z aktywnością katalityczną,
- produkt w odpowiednich warunkach przeprowadzonej kalcynacji CuZnAl-LDH wykazuje efekt pamięci (*memory effect*), polegający na odtworzeniu struktury pod wpływem wody,
- efektywnym, alternatywnym sposobem syntezy tlenków (np. ZnO) o rozwiniętej powierzchni, jest konwersja tlenkowych materiałów niskopowierzchniowych do hydroksywęglanów w środowisku wodnym w reakcji z CO₂ i dalsza ich obróbka termiczna.
- zastosowanie techniki szybkiej kalcynacji (*flash calcination*) prekursorów katalizatorów stwarza możliwość uzyskania katalizatorów CuZnAl-LDH o lepszych właściwościach, w szczególności podwyższonej odporności na spiekanie,
- modyfikacja układu Cu/ZnO/Al₂O₃ tlenkiem cyrkonu, prowadzi do częściowego podstawienia Al₂O₃ tlenkiem cyrkonu, co skutkuje zwiększeniem powierzchni katalizatora oraz stabilizacją dyspersji miedzi w warunkach procesu LT-WGS i syntezy metanolu,
- osadzenie fazy Co-Mo na wysokopowierzchniowych nośnikach węglowych, otrzymanych w procesie zgazowania materiałów węglowych parą wodną, a następnie promotowanie takich układów potasem, pozwala na uzyskanie katalizatorów o korzystnych właściwościach katalitycznych w reakcji SGS (*Sour Gas Shift*).

Do osiągnięcia habilitacyjnego dr Paweł Kowalik włączył także dwa patenty krajowe, dotyczące syntezy metanolu. Do podjęcia tego tematu skłoniły go wysoka aktywność i odporność termiczna (możliwość prowadzenia procesów w temperaturach do 320 °C) katalizatorów Cu/ZnO/Al₂O₃/ZrO₂. Cechy te stwarzały korzystne przesłanki dla zastosowania tych układów, jako katalizatorów syntezy metanolu. Najistotniejszym elementem wynalazku, zastrzeżonego patentami, było opracowanie nowych koncepcji konfiguracji węzła syntezy

metanolu z wykorzystaniem nowego typu reaktorów rurowych, pozwalających na pełne wykorzystanie ciepła reakcji do produkcji pary technologicznej i podgrzewania wody.

Badania przedstawione w osiągnięciu habilitacyjnym dr Pawła Kowalika, udokumentowane publikacjami, wykonane zostały na bardzo dobrym poziomie naukowym, z wykorzystaniem wielu trudnych technik instrumentalnych, takich jak np.: XRD (także *in situ*), TG/DTG/MS, TPR, metody określania tekstury katalizatorów, SEM/XRF, XPS, chemisorpcja N₂O, ICP-OS, TEM, zaawansowane metody badania aktywności katalitycznej. Wszystkie publikacje są współautorskie (5-8 autorów), co jest zrozumiałe, biorąc pod uwagę doświadczalny charakter badań i użycie wielu wymienionych wyżej technik badawczych. W 7 z 10 publikacji, (w tym wszystkich, dotyczących układów Cu/ZnO/Al₂O₃), powstałych prawie wyłącznie z udziałem współpracowników Habilitanta z Instytutu Nowych Syntez Chemicznych w Puławach, dr Paweł Kowalik jest pierwszym autorem oraz autorem korespondencyjnym. W świetle oświadczeń wszystkich współautorów, w pracach tych inspirujący i wiodący udział Habilitanta w tworzeniu koncepcji badań, interpretacji wyników oraz przygotowaniu publikacji, jest oczywisty. W pozostałych pracach, dotyczących katalizatorów Co-Mo, wykonanych we współpracy z naukowcami z Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz Politechniki Warszawskiej, udział dr Pawła Kowalika również jest dominujący.

W sumie, osiągnięcie habilitacyjne oceniam wysoko. Stanowi ono podsumowanie tematycznie spójnych, bardzo starannie przemyślanych i konsekwentnie zrealizowanych na wysokim poziomie naukowym badań, opublikowanych wyłącznie w bardzo dobrych, zagranicznych czasopismach. Twórczy i znaczący wkład autora w rozwój heterogenicznej katalizy przemysłowej, w szczególności w zakresie opracowania nowych metod syntezy, modyfikacji oraz optymalizacji katalizatorów parowej konwersji tlenku węgla oraz syntezy metanolu, jest bezsporny.

Ocena całości dorobku naukowego i organizacyjnego Habilitanta

Publikacje naukowe i patenty dr Pawła Kowalika przedstawione w osiągnięciu habilitacyjnym stanowią jedynie część (ok. 30%) jego całkowitego dorobku naukowego. Wg danych zawartych w dokumentacji, obejmuje on w sumie 34 prace naukowe w czasopismach z listy JCR, w tym 23 zagranicznych, których całkowity *IF* wynosi **84,213**. Ponadto Habilitant jest współautorem 11 pełno tekstowych artykułów i opracowań w innych czasopismach i książkach krajowych i zagranicznych oraz 41 krajowych i międzynarodowych wystąpień konferencyjnych, w większości opublikowanych w formie streszczeń, w tym kilku wygłoszonych w formie referatów lub komunikatów ustnych. Na podkreślenie zasługuje wybitny dorobek patentowy – współautorstwo 9 udzielonych i 8 zgłoszonych patentów polskich, oraz 1 udzielonego i 1 zgłoszonego patentu europejskiego. Prace ze współautorstwem Habilitanta były cytowane **176** razy (bez autocytowań **145**), zaś indeks Hirscha wynosi **8**.

Pozostałe prace, których współautorem jest dr Paweł Kowalik, oraz jego zainteresowania badawcze dotyczą zagadnień pokrewnych lub zbliżonych tematycznie do przedstawionych w rozprawie habilitacyjnej, a także, m.in.:

- sorbentów do oczyszczania surowców węglowych ze związków siarki,
- nowego typu katalizatorów niklowych parowego reformingu węglowodorów,
- katalizatorów niskotemperaturowej metanizacji tlenków węgla,
- katalizatorów rozkładu N_2O ,
- opartych na Al_2O_3 katalizatorów do otrzymywania bioetylenu w wyniku selektywnego odwodnienia bioetanolu,
- nowego typu katalizatora $Co-Ce-Ba/Al_2O_3$ do niskotemperaturowej syntezy amoniaku.

Dr Paweł Kowalik był kierownikiem zadań Instytutu Nawozów Sztucznych w trzech projektach NCBiR realizowanych przez konsorcja naukowe. Ponadto uczestniczył, jako wykonawca, w 7 projektach KBN, MEiN, NCBiR lub NCN.

Wymiernym dowodem efektywności badań naukowych prowadzonych pod kierunkiem lub z udziałem Habilitanta, jest współudział w siedmiu wdrożeniach technologii produkcji różnych katalizatorów i sorbentów, uzyskanie kilku medali i wyróżnień na międzynarodowych targach i wystawach wynalazków oraz otrzymanie nagrody zespołowej I stopnia Naczelnej Organizacji Technicznej w Lublinie za wybitne osiągnięcia w dziedzinie techniki, w szczególności opracowania wysokotemperaturowego katalizatora do rozkładu podtlenku azotu.

Dr Paweł Kowalik prowadzi efektywną współpracę naukową z zespołami badawczymi, zajmującymi się katalizą w czołowych krajowych ośrodkach akademickich i naukowych: Uniwersytecie Marii Curie-Skłodowskiej, Uniwersytecie Jagiellońskim, Politechnice Warszawskiej, Instytucie Chemii Fizycznej PAN w Warszawie, Politechnice Rzeszowskiej, Politechnice Łódzkiej oraz Akademii Górniczo-Hutniczej.

Oprócz kierowania Zakładem Katalizatorów w INSC (INS), dr Paweł Kowalik uczestniczył zarówno w przygotowaniu wniosków, jak również realizacji kilku projektów współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej, związanych m.in. z poprawą infrastruktury, modernizacją bazy laboratoryjnej, budową potencjału naukowo-inżynierskiego itp., różnych jednostek badawczych INS.

Pomimo, że dr Paweł Kowalik nie jest zatrudniony w jednostce akademickiej, posiada pewne osiągnięcia w pracy dydaktycznej. Był współpromotorem pięciu prac magisterskich studentów Zakładu Technologii Chemicznej Wydziału Chemii UMCS, pełnił nadzór naukowy nad studentami, odbywającymi staże i praktyki w Zakładzie Katalizatorów INS a także wygłaszał dla nich okazjonalne wykłady z katalizy stosowanej.

Istotnym dowodem uznania pozycji naukowej Habilitanta jest także powierzenie mu recenzji 31 recenzji artykułów wysłanych do druku w renomowanych czasopismach naukowych, w większości zagranicznych (28).

Podsumowanie i wniosek końcowy

Po starannej analizie przedstawionych do recenzji materiałów, stwierdzam, że dr Paweł Kowalik:

- posiada poważny, spójny tematycznie dorobek naukowy, opublikowany w znacznej części w bardzo dobrych czasopismach zagranicznych,
- przedstawił osiągnięcie habilitacyjne, którego wyniki wniosły znaczące nowe elementy do stosowanej katalizy heterogenicznej, przede wszystkim w zakresie opracowania nowych metod syntezy, modyfikacji oraz optymalizacji katalizatorów parowej konwersji tlenku węgla oraz syntezy metanolu,
- posiada duże osiągnięcia w zakresie praktycznego wykorzystania wyników swoich badań poprzez liczne wdrożenia i patenty,
- posiada umiejętność prowadzenia efektywnej współpracy z wybitnymi, krajowymi ośrodkami naukowymi,
- wykazuje dużą aktywność w realizacji projektów badawczych.

Z przekonaniem wyrażam opinię, że osiągnięcie habilitacyjne oraz całokształt dorobku dr Pawła Kowalika całkowicie spełniają wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego przez art. 16 i 18 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (D.U.R.P., nr 65/03, poz. 595 z późniejszymi zmianami).

