



INSTYTUT NISKICH TEMPERATUR I BADAŃ STRUKTURALNYCH
POLSKIEJ AKADEMII NAUK im. Włodzimierza Trzebiatowskiego
Ul. Okólna 2, 50-422 Wrocław

Dr hab. Włodzimierz Miśta, adiunkt
Oddział Chemii Nanomateriałów i Katalizy
e-mail: w.mista@intibs.pl

Wrocław 30.01.2024

Recenzja osiągnięć naukowych Pani dr inż. Agaty Łamacz stanowiących podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauki inżynierjno-techniczne w dyscyplinie inżynieria chemiczna

Sylwetka Habilitantki i przebieg pracy zawodowej

Pani dr inż. Agata Łamacz uzyskała w 2004 roku tytuł mgr inż. na Wydziale Chemicznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach, na kierunku technologia chemiczna ze specjalizacji technologia polimerów i tworzyw sztucznych na podstawie pracy pt: Synteza, właściwości elektrochemiczne i spektro-elektrochemiczne pochodnych poli- i oligotiofenów, której promotorem był dr hab. inż. Jerzy Żak.

Następnie podjęła pracę naukową na stanowisku specjalisty a następnie asystenta w Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN w Zabrze. W roku 2013 uzyskała stopień doktora nauk technicznych z zakresu technologii chemicznej na Wydziale Chemicznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Podstawą nadania była rozprawa doktorska pt: Study of catalytic removal of NO_x from coal combustion flue gases and tar from coal gasification on CeZrO₂ supported metal catalysts, wykonana w międzynarodowym zespole naukowym, pod kierownictwem dwóch promotorów: prof. Gerald Djéga-Mariadassou (Uniwersytet Piotra i Marii Curie w Paryżu) i dr inż. Andrzeja Krztoń (Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN).

Od 2015 roku Habilitantka pracuje jako adiunkt badawczo-dydaktyczny w Katedrze Chemii i Technologii Paliw Politechniki Wrocławskiej, a następnie od 2021 roku w Katedrze Inżynierii i Technologii Procesów Chemicznych. Przez ten okres odbyła wiele krótkoterminowych staży i wyjazdów o charakterze naukowym do renomowanych zagranicznych ośrodków naukowych zajmujących się badaniami katalitycznymi tj.: Uniwersytet Piotra i Marii Curie w Paryżu (LRS- CNRS), Uniwersytet w Strasburgu (ICPEE-CNRS) Francja oraz Uniwersytet w Alicante (LMA) Hiszpania, w celu wykonania badań naukowych, które doprowadziły do powstania wielu znaczących wspólnych publikacji.

Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym przedstawionym do oceny przez dr inż. Agatę Łamacz jest cykl ośmiu prac, które w postępowaniu habilitacyjnym zostały zebrane pod wspólnym tytułem:

Zastosowanie katalizatorów dwufunkcyjnych w procesach konwersji węglowodorów do gazu syntezyowego.

W skład osiągnięcia wchodzi oryginalne prace eksperymentalne, w których opisano wyniki badań przeprowadzonych przez Habilitantkę w latach (2014-2021). Wszystkie osiem prac zostały opublikowane w czasopismach z listy JRC o bardzo wysokim IF (od 4.146-4.5 Catalysts H7, H8 do 7.435 - 9.446 Appl.Catal.B: Environmental H1, H2, H3, H4). To ostatnie jest uważane za jedno z najlepiej cytowanego czasopisma z katalizy. Jego impact factor (IF) dla roku 2022 wynosił 22.6. Całościowy IF prac zawartych w osiągnięciu naukowym (H1-H8) to 53.7, natomiast suma punktów MNiSW (z roku 2021) wynosi 1280. Prace H1-H8 cytowane były 135 razy. Pokazane tutaj parametry naukometyczne w pełni uzasadniają wykorzystanie tego osiągnięcia naukowego jako podstawy do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego. Omawiane prace powstały m.in. jako efekt współpracy między ośrodkami naukowymi w kraju i zagranicą i wszystkie mają charakter prac wieloautorskich w powstawaniu których uczestniczyło od trzech (H6) do ośmiu (H2) osób. We wszystkich pracach Habilitantka jest autorem korespondencyjnym, cztery prace miały dwóch autorów korespondencyjnych (H1-H4), a w trzech (H5, H6, H7) jest pierwszym autorem. Współuczestniczyła w tworzeniu koncepcji wszystkich prac i stawiała hipotezy badawcze, pisała artykuły i opracowywała korekty po recenzjach. Wykonywała część prac eksperymentalnych i interpretowała wyniki pomiarów oraz nadzorowała pracę laboratoryjną dla doktorantów podczas syntezy katalizatorów i testów katalitycznych (H7, H8). Wykonywała również część pomiarów fizykochemicznych katalizatorów. Uważam, że Habilitantka odgrywała wiodącą rolę w ramach powstawania współautorskich artykułów.

Po doktoracie autorka kontynuowała prace badawcze nad procesami katalitycznymi umożliwiającymi konwersję węglowodorów (w tym metanu i modelowych związków smołowych) do gazu syntezyowego na drodze reakcji reformingu (SR i DRM) i półspalania (POX). Skupiła swoją uwagę na katalizatorach niklowych osadzonych na trzech typach nośników: La_2O_3 , CeZrO_2 i nośnikach węglowych (nanorurkach i włóknach węglowych).

Prace prowadzone przez Habilitantkę wpisują się ogólnością nurt badań podejmujący próbę opracowania katalizatorów przemysłowych opartych o nikiel jako składnik aktywny do otrzymywania gazu syntezyowego (H_2 , CO), jako surowca dla energetyki i przemysłu chemicznego. Z gazu syntezyowego możliwym jest otrzymywanie czystego wodoru w skali przemysłowej. Wodór może być jednym z możliwych nośników energii w przyszłym systemie energetycznym. Jest to szczególnie ważne teraz w okresie głębokiego kryzysu energetycznego związanego z narastającymi negatywnymi skutkami globalnego ocieplenia oraz wyczerpywaniem się paliw kopalnych. Procesy reformingowe (SR, POM, DRM) oprócz ważnego znaczenia dla przemysłu chemicznego, pozwalają również w dużym stopniu na zredukowanie emisji metanu oraz CO_2 (DRM), które są groźnymi gazami cieplarnianymi.

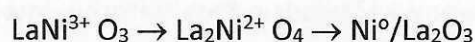
Oprócz wymienionych wyżej reakcji reformingu i niepełnego spalania, innym procesem, w którym otrzymuje się komponenty gazu syntezyowego jest zgazowanie węgla. Jest również jednym ze źródeł pozyskiwania wodoru na dużą skalę (ok. 19% światowej produkcji H_2 pochodzi z węgla). Mając na uwadze malejące zasoby gazu ziemnego w Unii Europejskiej oraz niestabilność sektora energetycznego wywołaną czynnikami geopolitycznymi, uważa

się, że zgazowanie węgla jest istotnym elementem strategii państwa Polskiego w zabezpieczeniu przemysłu chemicznego w surowce. Niestety, procesowi zagazowania węgla towarzyszy tworzenie się smół, co bardzo komplikuje cały proces i zwiększa koszty instalacji. Wskazuje to, że podjęty przez Habilitantkę w osiągnięciu naukowym temat jest niezwykle interesujący z punktu widzenia naukowego jak również ma duży aspekt aplikacyjny.

Prace H1-H8 tworzą spójny tematycznie cykl badań a motywem przewodnim jest znalezienie optymalnych parametrów syntez oraz badanie własności fizykochemicznych i aktywności katalizatorów niklowych zarówno w reakcji półspalania metanu (H1-H4), suchego reforming metanu H2-H4, H7, H8) jak również konwersji CO z parą wodną (H5) w celu otrzymania wodoru oraz otrzymywania gazu syntezowego w reakcji konwersji smół w procesie zgazowania węgla za pomocą pary wodnej (praca H6).

W cyklu prac H1-H4 głównym celem było opracowanie składu dwufunkcyjnych katalizatorów niklowych na nośniku La_2O_3 , określenie ich aktywności oraz opracowanie mechanizmów i kinetyki reakcji na nich zachodzących.

W pracy H1 zastosowano prekursor katalizatora niklowego o składzie perowskitu LaNiO_3 , który podczas reakcji niepełnego spalania metanu (POM) tworzy aktywną formę końcową katalizatora typu $\text{Ni}^0/\text{La}_2\text{O}_3$. Jest to typowy sposób aktywacji promotora, który głównie polega na wstępnej redukcji katalizatora wodorem. W tym przypadku autorka wykazała, że w warunkach procesu POM (w warunkach niedoboru tlenu $\text{CH}_4:\text{O}_2=2:1$) faza perowskitu LaNiO_3 ulega transformacji trójstopniowo z tworzeniem fazy przejściowej La_2NiO_4 (Ruddlesden-Popper phase typu $\text{A}_{m+1}\text{B}_m\text{O}_{3m+1}$). W związku z tym proces aktywacji prekursora w funkcji temperatury może być prowadzony w *in-situ*



podczas reakcji, a to pozwala na zmniejszenie liczby operacji jednostkowych podczas preparatyki katalizatora. Utworzenie aktywnej formy katalizatora zawierającej metaliczny nikiel zależy od mechanizmu nukleacji cząstek metalicznych. Najbardziej pożądanym jest mechanizm homogennej wytrącania („krystalizacja w fazie stałej” ang. *exsolution*) nanocząstek Ni metalicznego na powierzchni fazy przejściowej. Tego rodzaju proces można kontrolować za pomocą wielu parametrów, które są związane z materiałem matrycy tlenkowej takich jak nominalny skład matrycy oraz jej mikrostruktura oraz parametry obróbki redukcyjnej takich jak temperatura, skład atmosfery i czas ekspozycji. Tworzenie się depozytów węglowych na katalizatorach niklowych jest ściśle związane z morfologią cząstek Ni oraz ich stopniem dyspersji i siłą oddziaływania z nośnikiem. Na podstawie testu TPSR-POX oraz analiz *ex-situ* XRD i TEM-EDS autorka określiła również zakresy temperaturowe dla poszczególnych etapów transformacji LaNiO_3 do fazy $\text{Ni}^0/\text{La}_2\text{O}_3$. Praca H1 jest pierwszą publikacją opisującą powstawanie fazy pośredniej La_2NiO_4 w cyklu aktywacji prekursora perowskitowego LaNiO_3 w warunkach *in-situ*, podczas reakcji POX co stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Chemiczna.

Habilitantka zaproponowała ogólny model reakcji POX. Zgodnie z tym mechanizmem, podczas reakcji POX na katalizatorze dwufunkcyjnym zachodzą jednocześnie trzy reakcje: TOM oraz dwie sprzężone ze sobą reakcje reformingu (DRM i SRM). Model zakłada całkowitą konsumpcję produktów reakcji TOM (CO_2 i H_2O) w procesach reformingowych (DRM,SRM), co zapewnia 100% selektywności do gazu syntezowego (CO , H_2), który jest ostatecznym produktem reakcji POX.

W pracy **H2** po raz pierwszy zaprezentowano opracowanie ogólnej kinetyki reakcji POM na katalizatorze Ni/La₂O₃. Wykazano, że etapem determinującym szybkość reakcji POM jest reakcja TOM, a zatem optymalizacja składu katalizatora dwufunkcyjnego powinna być ukierunkowana na poprawienie jego właściwości utleniających. Opracowany przez Habilitantkę ogólny model kinetyczny procesu POM obejmuje trzy zachodzące równocześnie reakcje (TOM, DRM, SRM). Generalnie reakcja POM zachodzi poprzez egzotermiczną reakcją całkowitego spalania TOM, sprzężoną z endotermicznymi reakcjami reformingu (DRM i SRM). Reakcje te zachodzą w tym samym złożu katalizatora. W przypadku katalizatora Ni/La₂O₃ określono szczegółowe mechanizmy reakcji elementarnych zachodzące na tym katalizatorze w pracy **H3**. Zbadano wszechstronnie kinetykę reakcji, przy czym szybkość reakcji zostały obliczone, bazując na danych eksperymentalnych stosując *Power Rate Law* w pracy H2 i na klasycznych kinetycznych równaniach szybkości opracowanych w oparciu o teorię przybliżenia stanu quasi-stacjonarnego (*QSSA – Quasi Steady State Approximation*), praca **H4**.

W pracy **H6** Habilitantka badała katalizator dwufunkcyjny Ni/CeZrO₂ do otrzymywania gazu syntezowego w reakcji reformingu parowego (SR) modelowych składników smołowych toluen i 1-metylnaftalen (1MN) powstałych w procesie zgazowania węgla. Dodatkowo badano wpływ składników gazu surowego ze zgazowania węgla (t.j. H₂, CO, CO₂, CH₄) na konwersję toluenu i 1-metylnaftalenu w reformingu parowym (SR) oraz na powstawanie depozytów węglowych na katalizatorze Ni/CeZrO₂. Celem było również wykazanie możliwości zastosowania formowanego katalizatora 10%Ni/CeZrO₂ w procesie oczyszczania gazu surowego ze zgazowania węgla w półtechnicznej skali przemysłowej. Uformowany katalizator został przygotowany w Zakładzie Katalizatorów Instytutu Nawozów Sztucznych w Puławach. Nanoszenie fazy niklowej wykonano za pomocą suchej impregnacji przemysłowego nośnika Ce-Zr-O₂ (Actalys 925, Rhodia). Wyniki przeprowadzonych badań potwierdziły hipotezę, że zastosowanie nośnika katalitycznego o właściwościach redukcyjno-utleniających, jakie ma Ce-Zr-O₂, pozwala na uzyskanie większych konwersji węglowodorów oraz wyższych wydajności wodoru w porównaniu do tych zaobserwowanych na komercyjnym katalizatorze Ni/Al₂O₃. Autorka zaobserwowała, że po usunięciu CH₄ z mieszaniny reakcyjnej konwersja modelowych związków smołowych wzrasta, co potwierdza hipotezę, że reakcje reformingu 1-MN i metanu zachodzą konkurencyjnie. Do oceny ilości i charakteru depozytów węglowych wytworzonych na katalizatorze Ni/CeZrO₂ podczas reformingu parowego w temp 800°C do 20h toluenu i 1-MN autorka zastosowała analizę termogravimetryczną. Badając materiał po testach SRHC na katalizatorze dwufunkcyjnym Ni/CeZrO₂ za pomocą SEM rozróżniano morfologię depozytów jako amorficzne (C_a) oraz depozyty strukturalne (C_s) zawierające CNT oraz CNF. Zarejestrowano, że więcej depozytów tworzy się w obecności H₂, a najwięcej w obecności CO w stosunku do obecności tylko pary wodnej (HC + H₂O). Autorka tłumaczy to tym, że zarówno H₂ jak i CO konsumują aktywny tlen z powierzchni katalizatora, co doprowadza do większej akumulacji produktów odwodornienia węglowodorów. Dodatkowo CO ulega również reakcji dysproporcjonowania. Autorka stwierdziła, że w obecności H₂ na powierzchni katalizatora tworzy się więcej depozytów o charakterze strukturalnym (C_s).

Uważam, że są to prace o dużym charakterze aplikacyjnym mające na celu zaprojektowanie przemysłowego katalizatora dla procesów oczyszczania gazów metodami reformingu parowego powstałych w procesach zgazowania węgla i mogą stanowić znaczący wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Chemiczna.

W ostatnim cyklu prac (**H5, H7, H8**) Habilitantka postawiła śmiałą hipotezę, że dwufunkcyjne katalizatory Ni/CeZrO₂ można nanosić na materiały nanowęglowe, takie jak nanorurki (CNT) lub nanowłókna węglowe (CNF), które powstawały równolegle podczas normalnej pracy katalizatorów niklowych w procesach reformingu węglowodorów, gdzie Ni jest katalitycznym centrum wzrostu tego rodzaju struktur węglowych. Ponadto tego rodzaju hybrydowy katalizator powstawał jako produkt uboczny w procesie odwodornienia CH₄ oraz reforming parowego toluenu (B14), wytworzony „in-situ”, a autorka postanowiła wykorzystać go do testów WGS oraz DRM.

W pracy **H5** nanoszono Ni na mieszany tlenek Ce-Zr-O₂ oraz przemysłowy nośnik Ce-Zr-O₂ (Rhodia) a następnie osadzano na funkcjonalizowane nanorurki węglowe (CNT) i badano je w reakcji WGS. Autorka zbadała wpływ metody preparatyki katalizatorów 20% CZ/CNT oraz 2% Ni/CZ/CNT metodami nanoszenia i współstrącenia na ich aktywność katalityczną w reakcji WGS. Uważam, że głównym osiągnięciem autorki było stwierdzenie za pomocą metody TPSR-H₂O, ograniczoną stabilność termiczną CNT w wysokich temperaturach podczas reakcji WGS związaną z częściowym utlenieniem nośnika węglowego parą wodną w temperaturach powyżej 600°C (CZ/CNT); dla czystego CNT to 800°C. Autorka tłumaczy to częściową dysocjacją pary wodnej na centrach niklowych i wakacjach tlenowych na powierzchni tlenku Ce-Zr-O₂ szczególnie w miejscach, w których występują defekty płaszczyzn grafenowych. Publikacja H5 jest pierwszą pracą, w której zaprezentowano układy hybrydowe otrzymane poprzez nanoszenie na CNT katalizatorów proszkowych Ni/Ce-Zr-O₂.

Ze względu na niską stabilność termiczną nośnika CNT w atmosferze pary wodnej autorka postanowiła zbadać aktywność tych samych katalizatorów naniesionych na CNT ale w atmosferze bogatej w CO₂ (DRM) ze względu na większą stabilność termodynamiczną cząsteczki CO₂ w porównaniu do H₂O.

W pracy **H7** autorka porównała katalizatory 10%Ni/CNT, Ce-Zr-O₂/CNT i 10%Ni-Ce-Zr-O₂/CNT w kontekście ich aktywności w reakcji DRM (CO₂:CH₄= 2.5). Zaproponowała również mechanizm reakcji DRM dla każdego z katalizatorów (zgodny z modelem Langmuira – Hinshelwooda), uwzględniając równoczesną obecność reakcji RWGS oraz dysocjacji CO₂ na centrach Ce³⁺-V_O.

Katalizator 10%Ni/CNT wykazał największą konwersję CH₄ ze wszystkich, zwłaszcza w niskich temperaturach (do 600°C). Spadek aktywności dla katalizatorów z naniesioną dodatkowo fazą Ce-Zr-O₂ (25%wag.) wiąże się z prawie dwukrotnym spadkiem powierzchni właściwej NiCZ/CNT (235m²/g) w porównaniu do Ni/CNT (585m²/g) oraz ponad dwukrotny spadek objętości porów. Autorka spadek aktywności przypisała również możliwej adsorpcji CO₂ na zasadowych centrach Ce³⁺ i tworzeniu się stabilnych termicznie węglianów powierzchniowych, które blokują centra aktywne katalizatora lub mniejszej dostępności centrów metalicznych Ni⁰ ze względu na ich prawdopodobne, częściowe zakrycie fazą Ce-Zr-O₂. Obserwacje mikroskopowe (TEM) katalizatorów osadzonych na CNT po testach DRM ujawniły, że podczas reakcji doszło do nieznacznej aglomeracji faz Ni⁰ i Ce-Zr-O₂. Analiza XRD katalizatora NiCZ/CNT po testach DRM wykazała również częściowe utlenienie Ni⁰ do NiO, co potwierdza hipotezę, że podczas reakcji DRM, nadmiarowy CO₂ dysocjuje na zredukowanych centrach Ce³⁺-V_O, a dostarczony do sieci krystalicznej tlen, dzięki zjawisku migracji (tzw. reverse oxygen spillover), może utlenić Ni⁰ do NiO w miejscach silnego kontaktu między fazami Ni i Ce-Zr-O₂.

W pracy **H8** nanoszono mieszane tlenki Ce-Zr-O₂ na nanowłókna węglowe (CF) za pomocą współstrącenia. Zbadano jak wpływa dodatek platyny na aktywność katalizatora niklowego

na takim podłożu w reakcji DRM. Przebadano serię katalizatorów hybrydowych: CF, CZ/CF, Ni-CZ/CF, Pt-CZ/CF oraz Pt-Ni-CZ/CF. Chociaż włókna węglowe mają niższą powierzchnię właściwą niż zastosowane wcześniej CNT, to jednak ich większa odporność chemiczna, duża przewodność cieplna i elektryczna oraz stabilność termiczna zarówno w atmosferze powietrza (TG), jak i tlenu desorbującego z nośnika Ce-Zr-O₂, skłoniło autorkę do zastosowania tego rodzaju materiału jako nośnik dla faz aktywnych Ni/Ce-Zr-O₂ katalizatora DRM. Jednak wyniki eksperymentalne pokazały wyjątkowo heterogenny rozkład składników na powierzchni włókien (CF) oraz duże aglomeraty fazy Ce-Zr-O₂ (300nm) dla katalizatora CZ/CF. Można przypuszczać, że jest to związane z nieefektywnym procesem aktywacji powierzchni włókien węglowych (utlenianie w HNO₃ jedynie 60°C/5h) związane z ich dużą biernością chemiczną (o wiele większą niż CNT), co trudno jest zweryfikować, gdyż nie wykonano żadnych pomiarów obecności grup funkcyjnych na powierzchni, które byłyby centrami adsorpcji kationów metali (np. FTIR-ATR, XPS). Trzeba również zauważyć, że autorka wybrała materiał włókna węglowego (Sigma Aldrich 719781) o temperaturze grafityzacji 2900°C co czyni ten materiał wyjątkowo inertny chemicznie. Nietrudno się niezgodzić z autorką, że procedura preparatyki katalizatora będzie wymagała optymalizacji w przyszłości.

Poprzez testy katalityczne DRM (550-800°C) autorka wykazała, że konwersje CH₄ i CO₂ na katalizatorach osadzonych na CF maleją w następującym porządku: Ni-CZ/CF > Pt-Ni-CZ/CF > Pt-CZ/CF >> CZ/CF. Analiza HRTEM wykazała wysoką dyspersję Ni (2-4nm) oraz separację Pt jedynie w obszarach CeZrO₂. W wyniku tego okazało się, że dodatek niewielkich ilości Pt do katalizatorów Ni-CZ/CF nie poprawia ich aktywność w reakcji DRM gdyż promuje tworzenie się silnego połączenia Pt-CeZrO₂, co ułatwia zachodzenie reakcji RWGS, przez co zmniejsza się stosunek H₂/CO.

Właściwości fizykochemiczne i katalityczne układów hybrydowych Ni/CZ osadzonych na CNT i CF, jak również mechanizmy reakcji na nich zachodzących zostały po raz pierwszy zaprezentowane w pracach H5, H7 i H8. Wyniki przeprowadzonych badań są użyteczne z punktu widzenia projektowania składu katalizatorów osadzonych na nośnikach węglowych do zastosowania w procesach wysokotemperaturowej konwersji węglowodorów do gazu syntezowego.

Autorka od wielu lat specjalizuje się w tematyce katalizatorów niklowych do otrzymywania gazu syntezowego z węglowodorów za pomocą metod reformingowych. Dotychczasowe prace stanowią doskonałe przedstawienie problemu badawczego oraz analizują pojawiające się kolejne doniesienia naukowe, oraz wskazują na nowe pola i hipotezy badawcze.

Ocena dorobku naukowego i pozostałej aktywności naukowej

Na dorobek naukowy dr inż. Agaty Łamacz poza osiągnięciem składają się 22 prace naukowe w tym 11 przed uzyskaniem stopnia doktora o łącznym współczynniku oddziaływań (nie wliczając osiągnięcia) IF 45.6 i sumie punktów MNiSW `1490. Prace te były cytowane 229 razy. Autorka posiada również 4 współautorskie rozdziały w monografiach (w tym 1 przed doktoratem). Indeks Hirscha Habilitantki wynosi 11 (według bazy Web of Science). Dr inż. Agata Łamacz w ramach swojej pracy naukowej uczestniczyła także w 30 konferencjach, z czego 19 było o zasięgu międzynarodowym oraz wygłosiła 23 referaty i przedstawiła 48 posterów.

Pierwszym projektem naukowym Habilitantki w pierwszych latach pracy w CMPW PAN jeszcze przed doktoratem był projekt badawczy KBN nad usuwaniem tlenków azotu z gazów odlotowych ze spalania węgla za pomocą metody (HC-SCR) przy użyciu katalizatorów Cu,Co/CeZrO₂ (EUREKA 2004-2007r.) w konsorcjum z wieloma partnerami krajowymi (Politechniką Wrocławską, Uniwersytetem Jagiellońskim, Instytutem Nawozów Sztucznych w Puławach i Instytutem Chemicznej Przeróbki Węgla w Zabrze) oraz zagranicznymi (m.in. Uniwersytetem Piotra i Marii Curie w Paryżu, Uniwersytetem w Lille, Uniwersytetem w Metz oraz Gaz de France). Warty podkreślenia jest fakt, że tak szeroka współpraca krajowa i zagraniczna rozpoczęta w tym projekcie była później nadal kontynuowana i wydaje się, że miała ważny wpływ na rozwój naukowy Habilitantki. Wyraża się to przez kolejne wspólne projekty naukowe oraz temat przyszłego doktoratu (promotor Prof. G. Djéga-Mariadassou). Następnym projektem opartym o współpracę z partnerami zagranicznymi był Projekt Zamawiany „Chemia perspektywicznych procesów i produktów konwersji węgla” (PBZ-MEiN-2/2/2006: 2007-2010r.). Autorka rozpoczęła badania mające na celu opracowanie aktywnego katalizatora rozkładu smół tworzących się podczas procesu zgazowania węgla. W latach 2012-2014 habilitantka była kierownikiem dwóch projektów opartych o katalizator Ni/CeZrO₂: „Badanie mechanizmu reakcji reformingu (SR, DRM) i półspalania węglowodorów (metanu i toluenu) oraz konwersji CO z parą wodną (WGS) na katalizatorze niklowym osadzonym na CeZrO₂” (projekt IUVENTUS PLUS 2011), finansowany przez MNiSW, oraz „Badanie procesu tworzenia się depozytów węglowych oraz otrzymywania wodoru na katalizatorze Ni/CeZrO₂” (projekt PRELUDIUM 2), finansowany przez NCN). Od 2016r. Habilitantka podjęła badania nowego typu multifunkcyjnych szkieletów metaloorganicznych (typu MOF) w skład których wchodziły struktury UiO-66, MOF-808 oraz HUST-1, które modyfikowała poprzez wprowadzanie kationów ceru lub miedzi, celem zwiększania ich zdolności sorpcyjnej względem CO₂ oraz uwodorniania CO₂ do metanolu. Kontynuacja tych badań była prowadzona w ramach projektu pt. „Szkielety metaloorganiczne do katalizacyjnej konwersji CO₂” (NCN-SONATA 15 z 2020r.) gdzie autorka kieruje badaniami nad szkieletami metaloorganicznymi (m.in. z rodzin MIL, PCN, UiO i ZIF). Badania realizowane były we współpracy z szeregiem instytucji naukowych w Polsce jak i za granicą w celu przeprowadzenia zaawansowanych badań fizyko-chemicznych materiałów Uniwersytet Alicante-LMA oraz Uniwersytet w Porto LSRE-LCM. W ramach projektów MOF powstały 4 publikacje oraz 3 prace doktorskie, gdzie autorka była promotorem pomocniczym. W ostatnim czasie Habilitantka prowadzi również badania nad hybrydowymi kompozytami wybranych szkieletów metaloorganicznych (MOF) z nanomateriałami węglowymi (tlenki grafenu i nanorurki węglowe) oraz ich karbonatami celem zastosowania tego typu materiałów hybrydowych w procesach do usuwania zanieczyszczeń organicznych ze ścieków wodnych, współpracując z Uniwersytetem w Strasburgu oraz Uniwersytetem Jagiellońskim. Wszystkie przeprowadzone badania mają potencjał do zastosowania praktycznego w przemyśle. Większość z tych publikacji związana jest z nurtem badań związanych z jej osiągnięciem naukowym. Wszystkie badania naukowe zostały mocno osadzone w 7 wspólnych projektach badawczych z silną współpracą zarówno krajową jak i międzynarodową, w których autorka uczestniczyła w tym 4 jako kierownik projektu.

Ocena działalności dydaktyczno-organizatorskiej i popularyzującej naukę

Istotną częścią aktywności Habilitantki jest działalność dydaktyczna szczególnie po 2015r podczas zatrudnienia na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej gdzie prowadzi zajęcia w formie ćwiczeń laboratoryjnych i wykładów, również w wersji anglojęzycznej (2) oraz opiekę nad magistrantami, doktorantami oraz stażystami zarówno z Polski jak i z zagranicy. Od 2015 roku była opiekunem 10 prac inżynierskich, 42 prac magisterskich i opiekunem pomocniczym przy 3 pracach doktorskich. Była również zaangażowana w program Erasmus sprawując opiekę nad studentami zagranicznymi (2). Pani Doktor prowadziła również działalność organizacyjną, pomagała w organizacji corocznych spotkań Międzynarodowej Grupy Badawczej GDRI (2006-2012r.): „Catalysis for Environmental Depollution, Renewable Energy and Clean Fuels”. Pomagała również przy organizacji konferencji międzynarodowych (APAC 2010, Kraków). Pełniła funkcję przewodniczącej sesji podczas czterech renomowanych konferencji naukowych (w tym: The World Conference on Carbon 2014 Korea Płd. , ICEC-9 2016 Newcastle, Australia, EFE 2020 Kraków).

Aktywnie brała także udział w popularyzowaniu nauki. Publikuje artykuły popularnonaukowe oraz wykłady dla studentów oraz szkolenia z katalizy heterogennej dla przemysłu (zakład katalizatorów samochodowych BASF Środa Śląska). Jest aktywnym recenzentem prac naukowych w większości z listy JCR (ok.100 recenzji) oraz zajmuje się opiniowaniem wniosków o finansowanie badań naukowych. Przygotowała w sumie 14 recenzji wniosków grantowych oraz jako ekspert Komisji Europejskiej brała udział w recenzji 6 wniosków projektowych w Programie Horyzont Europa w ramach Akcji Marii Skłodowskiej-Curie. Za swoją działalność naukową została nagrodzona trzy razy, m.in.: nagrodą rektora Politechniki Wrocławskiej 2017r., za najlepszą pracę doktorską w dziedzinie energetyki (nagroda „Marii Skłodowskiej-Curie” przyznana przez Ambasadora Francji, Gaz de France i Air France) oraz nagrodę w konkursie Secundus, dedykowanym badaczom poniżej 40 roku życia z najlepszym dorobkiem publikacyjnym. Całokształt działalności oceniam bardzo pozytywnie.

Wniosek końcowy

W mojej opinii poziom dzieła naukowego pt: „Zastosowanie katalizatorów dwufunkcyjnych w procesach konwersji węglowodorów do gazu syntezowego” oraz dotychczasowy dorobek naukowy dr inż. Agaty Łamacz wnoszą istotny wkład w rozwój dyscypliny technologia chemiczna. Wraz z realizowaniem aktywności naukowej w więcej niż jednej jednostce, szczególnie zagranicznej oraz uwzględniając aktywność dydaktyczną i popularyzatorską dr Agata Łamacz spełnia wszystkie wymagania stawiane osobom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, określone w art. 219 ust.1 pkt 2 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 (Dz.U.z 2020r. poz85). W związku z powyższym popieram nadanie dr inż. Agacie Łamacz stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria chemiczna.

