



Łódź, dnia 24.01.2022 r.

Dr hab. Paweł Uznański, prof. CBMiM PAN

tel.: 426803 315

e-mail: puznansk@cbmm.lodz.pl

Recenzja osiągnięcia naukowego

pt. „Plazmowe i plazmowo-katalityczne procesy do rozkładu trwałych związków organicznych”

oraz aktywności naukowej i organizacyjno-dydaktycznej dr. inż. Michała Młotka ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Opinia została wykonana na podstawie uchwały Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Chemiczna Politechniki Warszawskiej z dnia 7 grudnia 2021 r. powołującej komisję habilitacyjną.

Pan dr inż. Michał Młotek jest absolwentem Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej, gdzie obronił pracę magisterską z zakresu chemii organicznej zatytułowaną: „Rozkład podtlenku azotu w ślizgowym wyładowaniu łukowym”, a pracę doktorską „Przemiany metanu w skojarzonym układzie plazmowo-katalitycznym” wykonywaną pod opieką promotorską Pana prof. dr hab. inż. Krzysztofa Krawczyka i obronił na tym samym Wydziale w 2012 r.. Praca ta obejmowała zaprojektowanie i wykonanie reaktora pracującego w trybie wyładowania ślizgowego, opracowanie katalizatora odpornego na działanie plazmy i zbadanie jego obecności w strefie wyładowania na przebieg reakcji przemiany metanu.

Po uzyskaniu dyplomu Pan dr inż. Michał Młotek podjął pracę na macierzystym Wydziale, gdzie od 2013 r. jest zatrudniony na stanowisku adiunkta. Po doktoracie Pan Doktor rozwijał zainicjowaną wcześniej w szkole naukowej prof. K. Schmidt-Szałowskiego tematykę i metodykę badawczą skupiając się na konstrukcji reaktorów plazmowych i wprowadzając nowe obiekty i cele badań w dziedzinie zastosowania plazmy w reakcjach chemicznych. W szczególności Habilitant skupiał się na poprawie selektywności procesów plazmowych do odpowiednich produktów konstruując nowe reaktory i dobierając odpowiednie katalizatory. Wyniki tych badań, które mogą być wykorzystane w procesach technologicznych stały się również jednym z głównych osiągnięć prezentowanej rozprawy habilitacyjnej.

1. Analiza rozprawy habilitacyjnej.

Recenzowane osiągnięcie naukowe przedstawione jako rozprawa habilitacyjna dr. inż. Michała Młotka jest oparte na cyklu 9 oryginalnych publikacji w czasopismach opublikowanych po doktoracie w okresie 2011-2020, jednego przyznanego wzoru użytkowego (P1) i zgłoszenia patentowego (P2). Wskaźnik cytowania czasopism (IF), w których ukazały się te prace z okresu ich publikacji (stan obecny) mieści się w przedziale od 0,55 (1,193) (Polish Journal of Chemical Technology) do 4,012 (5,006) (Applied Catalysis A: General). To ostatnie jest czasopismem wiodącym w dziedzinie badań objętych rozprawą habilitacyjną, natomiast pozostałe zaliczają się również do ważnych z dziedziny inżynierii chemicznej. Są to publikacje wieloautorskie. W sześciu publikacjach (A4-A9) habilitant był pierwszym autorem i zarazem autorem korespondencyjnym. Co więcej, według oświadczenia, udział habilitanta we wszystkich publikacjach, za wyjątkiem jednej - A1, był dominujący i wynosił od 50 do 70%. Warto podkreślić, że wszystkie prace były cytowane. Najlepsze cytowania dochodzące do 22 pkt. i 39 pkt. mają prace A1 i A2, pozostałe są w zakresie do 9. Z kolei, zgodnie z deklaracjami złożonymi przed UP RP, nieco mniejszy był udział habilitanta w przygotowaniu patentów, odpowiednio 25% i 40%.

Materiał publikacyjny przedstawiony jako osiągnięcie dotyczy tematyki zastosowania plazmy do utylizacji lotnych substancji szkodliwych. Plazma nierównowagowa charakteryzująca się obecnością wysokoenergetycznych elektronów rzędu 10 eV jest jednym z wydajniejszych energetycznie narzędzi w procesach rozkładu par i gazów substancji szkodliwych występujących w małych stężeniach, które można prowadzić w stosunkowo niskich temperaturach. Jest to metoda, którą można stosować w wielu dziedzinach przemysłu.

Celem recenzowanego osiągnięcia naukowego dra Michała Młotka w postępowaniu habilitacyjnym było opracowanie metod przetwarzania i sprzęgania metanu (A1, A2, A3) oraz rozkładu toksycznych i trwałych lotnych związków organicznych (LZO), a w szczególności, chloroformu (A1) i tetrachlorometanu (A4), cykloheksanu (A5), toluenu (A6, A7, A8, A9) z zastosowaniem metod plazmy nierównowagowej. Były to modelowe trwałe substancje wyjściowe o wysokich energiach dysocjacji o znaczeniu przemysłowym oraz modelowe związki chloropochodnych węglowodorów i substancji smolistych. Rozkład tych substancji był prowadzony w reaktorach plazmowych z wyładowaniem ślizgowym (GD) i barierowym (DBD). Habilitant stosował je w konfiguracji zarówno homogenicznej (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9) jak i hybrydowej (A1, A3, A5, A7, A8, A9) z użyciem katalizatorów.

Testowane były katalizatory w szerokim zakresie od zupełnie nowych (A1, A3, A5) po komercyjne, stosowane na szeroką skalę w przemyśle (A7, A8, A9).

Główne osiągnięcia naukowe będące efektem tych badań są następujące:

- poszukiwanie i rozwinięcie nowych podejść z zastosowaniem plazmy do rozkładu związków, których produkty miałyby szerokie spektrum zastosowań praktycznych np. do produkcji metanolu, wodoru, utylizacji produktów pirolizy biomasy, utylizacji chlorowcopochodnych, szkodliwych związków fosforu, itp.,

- opracowanie dla skali laboratoryjnej i wielkolaboratoryjnej konstrukcji nowych reaktorów do efektywnego prowadzenia procesów chemicznych, które charakteryzują się wysokim stopniem wypełnienia plazmą ich przestrzeni reakcyjnej,

- opracowanie i konstrukcja nowych, wysokonapięciowych zasilaczy plazmy o wysokiej sprawności energetycznej pracujących w układzie ferorezonansowym umożliwiających wzrost wydajności rozkładu związków chemicznych w konsekwencji wzrostu przepływu reagentów w reaktorze.

- opracowanie metody wydłużenia okresu przebywania reagentów w plazmie poprzez ich mieszanie z wykorzystaniem zwężki Venturiego,

- wykazanie na podstawie badań porównawczych specyficznej roli reaktorów hybrydowych (plazmowo-katalitycznych) na drogi przemian wprowadzanych związków oraz końcowy skład produktów,

- komercyjne wdrożenia reaktorów wg swoich projektów,

- opracowanie i zastosowanie katalizatorów na nośnikach ceramicznych, min. Al_2O_3 , do utleniającego sprzęgania metanu,

- zbadanie wpływu temperatury prowadzenia procesu plazmowego, składu mieszaniny gazowej i natężenia przepływu reagentów (czasu trwania zachodzenia procesu rozkładu) na skład produktów i stopień przemiany metanu w reaktorze homogenicznym i hybrydowym ze złożem katalitycznym w plazmie wyładowania barierowego w środowisku utleniającym,

- zaproponowanie pełnych schematów mechanizmów reakcji przetwarzania metanu, z włączeniem etapów inicjacji jak i reakcji następczych w warunkach nieutleniających i utleniających,

- wykazanie skutecznego działania wyładowania ślizgowego na rozkład chlorowcopochodnych węglowodorów i zaproponowanie mechanizmu rozkładu,

- wytypowanie i zastosowanie katalizatorów do rozkładu produktów substancji smolistych,

- odkrycie i opisanie warunków niezwykle czystej, selektywnej i ilościowej przemiany toluenu - modelowego związku substancji smolistych - do CO i CO₂,
- zbadanie wpływu składu gazu nośnego na rozkład LZO oraz na właściwości i przemiany katalizatorów w reakcjach plazmowych, których powierzchnia może być zarówno utleniana jak i zredukowana podczas procesu plazmowego.

Mimo tych osiągnięć, można sformułować uwagę krytyczną natury formalnej dotyczącą wymienienia najważniejszych osiągnięć naukowych Habilitanta na końcu „Podsumowania”, które jest dość lakoniczne.

Jeżeli chodzi o uwagi natury merytorycznej to autor omawiając badania nad dekompozycją cyklicznych i aromatycznych węglowodorów mógł przeprowadzić dyskusję ujednoczonych eksperymentów dla obydwu klas związków w funkcji tego samego składu gazów nośnych (powietrze vs. CO, CO₂, H₂, N₂). Takie porównanie pokazałoby działanie plazmy, np. atmosferycznej, na te dwie klasy związków, które są uważane za problematyczne dla środowiska.

2. Charakterystyka dorobku naukowego i dydaktycznego.

Całkowity dorobek naukowy dr. inż. M. Młotka obejmuje sumarycznie 27 prac naukowych w czasopismach z listy JCR, w tym po uzyskaniu stopnia doktora licząc od 2012 roku 16 publikacji. Jest on również współautorem 7 patentów, czterech rozdziałów w publikacjach książkowych, 7 artykułów opublikowanych w czasopismach spoza listy filadelfijskiej i kilku innych publikacji i raportów o ograniczonym zasięgu. Na uwagę zwraca udział w konferencjach krajowych i międzynarodowych. Jest ich łącznie 51. Po uzyskaniu tytułu doktora był współautorem 33 prezentacji konferencyjnych, w tym 14 posterów na naukowych konferencjach zagranicznych. Na 4 konferencjach habilitant miał wystąpienia ustne, w tym jedno na konferencji międzynarodowej. Sumaryczna liczba cytowań tych publikacji wynosi 339, w tym bez autocytowań 287, a wskaźnik H dla całości dorobku naukowego wg WoS wynosi 9.

Odbył trzy staże badawcze: w ramach programu Socrates-Erasmus na Uniwersytecie w Orleanie, staż we francuskiej firmie badawczej Etudes Chimiques et Physiques S. à R.L. ECP–GlidArc Technologies (łącznie 1 rok) oraz był na dwóch pobytach stażowych na Uniwersytecie Technicznym w Brunszwiku, w ramach programu Era Net. Z załączonych danych nie wynika, aby odbył staż podoktorski.

Dr. Michał Młotek, jak już wspomniano, karierę naukową rozpoczyna na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej, gdzie w latach 1993-2001 kończy jednolite studia magisterskie na kierunku Technologii Chemicznej ze specjalizacją Technologia Nieorganiczna i Ceramika. W latach 2002-2010 kontynuuje studia doktoranckie również na Wydziale Chemii PW, gdzie w 2012 r. otrzymuje dyplom dr. nauk technicznych na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Przemiany metanu w skojarzonym układzie plazmowo-katalitycznym”. W międzyczasie odbywa dwa wspomniane staże badawcze. Od roku 2013 pracuje na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego na macierzystym WCh PW.

Na podstawie listy publikacji można się zorientować, że zakres zainteresowań badawczych M. Młotka jest blisko związany z tematyką opisaną w osiągnięciu badawczym i obejmuje szerokie problemy zastosowania plazmy nierównowagowej w technologii chemicznej. Należałoby wymienić tutaj następujące zagadnienia:

- modyfikacje powierzchni poliolefin w celach polepszenia właściwości jednorazowych narzędzi chirurgicznych,
- modyfikacje powierzchni polilaktydów, jako materiałów stosowanych w rusztowaniach komórkowych,
- projektowanie oraz konstrukcja reaktorów do generacji plazmy nierównowagowej do unikatowych zastosowań w procesach chemicznych.

Podsumowując można stwierdzić, że w badaniach Habilitant wykazał się adekwatnym warszatem naukowym, znajomością licznych technik badawczych związanych również z analizą produktów gazowych i katalizatorów, oryginalnością koncepcji naukowych, inwencją i wytrwałością w prowadzeniu swoich badań. Uzyskane przez niego wyniki weszły do dorobku nauki, przyczyniając się do rozwoju chemii plazmy.

Działalność dydaktyczna dr M. Młotka jest znacząca i obejmuje prowadzenie zajęć laboratoryjnych, seminariów i wykładów z technologii chemicznej o profilu ogólnym i praktycznym na Politechnice Warszawskiej, min. z Technologii Chemicznej, Technologii Uzdatniania Wody i Oczyszczania Ścieków, Inżynierii Reaktorów Chemicznych, Podstawy Procesów Katalitycznych i Aparatury Chemicznej. Warto dostrzec jego działalność, jako kierownika i opiekuna naukowego i promotora na polu prac inżynierskich i magisterskich realizowanych przez studentów Wydziału Chemicznego PW. W latach 2014-2021 był opiekunem naukowym 25 studentów studiów inżynierskich i magisterskich. Ta działalność została zauważona przez władze Uczelni w postaci przyznania mu nagrody zespołowej i dyplomu za realizację i osiągnięcia dydaktyczne.

Jeżeli chodzi o działalność organizacyjną habilitanta to obecnie pełni on cztery funkcje w komisjach na WCh PW, które związane są z kształceniem, utworzeniem Parku N-T, członkostwem w Radzie Dyscypliny Inżynieria Chemiczna i Radzie Wydziału Chemicznego. W latach 2015-2021 pełnił funkcję eksperta w komisjach ds. obron prac inżynierskich z zagadnień Technologii Chemicznej.

W obszarze popularyzacji nauki prowadził spotkania z młodzieżą szkół średnich.

Jako inżynier jest autorem wdrożenia w firmie Balton dotyczącego modyfikacji powierzchni rurek polietylenowych mających zastosowanie w elementach narzędzi chirurgicznych mających kontakt z organizmem (kateterów) oraz jest współautorem 7 patentów. Kontakty z przemysłem utrzymywał również poprzez wykonywane ekspertyzy dla firmy Konmex wykonującej badania wymagane do rejestracji wyrobów medycznych i inżynierii biomedycznej (min. oznaczanie zawartości argonu i azotu nad cieciami) i dla firmy CNT (wyznaczenie wydajności układu fotokatalitycznego). Intensywne kontakty i współpraca z przemysłem miała miejsce już na początku kariery zawodowej w latach 1999-2006 w firmach ECP (Francja), Ertec (Polska) i Instal Rzeszów (Polska), gdzie zdobywał doświadczenie przy realizacji projektów związanych z budową reaktorów plazmowych i zasilaczy oraz pracami wdrożeniowymi. Doświadczenie habilitanta w zakresie katalizy było również docenione przez firmę „Casale” przy realizacji projektu utleniania amoniaku.

W dorobku i aktywności naukowej habilitanta należy odnotować również:

- współpracę interdyscyplinarną z innymi wydziałami Politechniki Warszawskiej oraz z Wojskową Akademią Techniczną,
- udział w projektach badawczych NCN, PBS, ERA-NET i INNOTECH (łącznie 9) oraz dwukrotne kierowanie mniejszymi projektami wdrożeniowymi,
- wykonanie dwóch recenzji dla renomowanych czasopism naukowych,
- aktywność w swoim doskonaleniu zawodowym.

3. Wniosek końcowy

Podsumowując powyższą opinię można stwierdzić, że dorobek naukowy dr M. Młotka jest odpowiedni, opublikował sumarycznie 27 prac naukowych w czasopismach z listy JCR, w tym w kilku o wysokim wskaźniku cytowania, a po otrzymaniu stopnia doktora 16 prac. Jest również współautorem szeregu publikacji w czasopismach o mniejszym zasięgu oraz siedmiu patentów RP i zgłoszenia. Sumaryczna liczba cytowań tych publikacji wynosi 339, a wskaźnik Hirscha dla całości dorobku naukowego wynosi 9.

Habilitant uzyskał wyniki o znaczeniu poznawczym, min. rozwinął nowe metody rozkładu trwałych oraz toksycznych związków organicznych w opracowanych przez siebie reaktorach plazmowych oraz plazmowo-katalitycznych, opracował i zweryfikował efektywne katalizatory do rozkładu szerokiej gamy związków, w tym substancji smolistych zawartych w produktach przetwarzania biomasy, opracował metody kontrolowanego ich oczyszczania bez obecności produktów niebezpiecznych, zaproponował mechanizmy reakcji plazmowych wyjaśniające obecność produktów końcowych.

Istotne są również elementy praktyczne jego badań obejmujące metody wytwarzania plazmy z wyładowaniem ślizgowym w nowych efektywniejszych reaktorach plazmowych z autorskim rozwiązaniem ich zasilania. Reaktory te mogą być skalowalne w kierunku wyższych wydajności. Należy również nadmienić o owocnej współpracy dr. M. Młotka z firmami produkcyjnymi, podczas której zostały wdrożone wyniki jego badań naukowych. Osiągnięcia te stanowią znaczący i oryginalny wkład do dziedziny nauk inżynierijsko-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna. Kandydat posiada również adekwatny dorobek dydaktyczny i organizacyjny.

Uwzględniając powyższe fakty stwierdzam, że recenzowana rozprawa habilitacyjna spełnia wszystkie zwyczajowe warunki i wymagania ustawowe (zamieszczone w jednolitym tekście ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 1 marca 2021 r.) stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego. Cały dorobek dowodzi rozległej wiedzy habilitanta w zakresie chemii plazmy, a także dojrzałości do prowadzenia samodzielnych badań. W związku z tym wnoszę do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Chemiczna Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie Pana dr. Michała Młotka do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.



Dr hab. Paweł Uznański, prof. CBMiM PAN