

Dr hab. inż. Mirosław Dors
Instytut Maszyn Przepływowych PAN
ul. Fiszer 14, 80-231 Gdańsk
Tel. 58 5225 184
E-mail: mdors@imp.gda.pl

Gdańsk, 05.01.2022

RECENZJA
osiągnięcia naukowego
pt. „Plazmowe i plazmowo-katalityczne procesy do rozkładu trwałych związków
organicznych”
oraz całokształtu działalności naukowo-badawczej i aktywności naukowej
dr inż. Michała Młotka

Niniejszą recenzję wykonałem po powołaniu mnie przez Radę Doskonałości Naukowej na recenzenta w przewodzie habilitacyjnym dr inż. Michała Młotka, Wnioskodawcy postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijsko-technicznych, w dyscyplinie inżynieria chemiczna. Podstawą recenzji stanowią przepisy dotyczące postępowania habilitacyjnego, w szczególności art. 219 i art. 221 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.) oraz Załącznik do uchwały nr 66/L/2020 Senatu Politechniki Warszawskiej z dnia 16 grudnia 2020 r. „Szczegółowy tryb postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego, zasady ustalania wysokości opłaty za postępowanie w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego oraz zwalniania z niej i sposób wyznaczania członków komisji habilitacyjnej”.

Do zrecenzowania przedstawiono mi osiągnięcie naukowe dr inż. Michała Młotka pt. „Plazmowe i plazmowo-katalityczne procesy do rozkładu trwałych związków organicznych” wraz z licznymi załącznikami, którymi są:

- dane Habilitanta,
- skan dyplomu doktora,
- autoreferat w języku polskim,

- wykaz osiągnięć naukowych,
- kopie 11 prac wskazanych jako osiągnięcie naukowe Habilitanta,
- oświadczenia współautorów o indywidualnym wkładzie w ww. prace.

Przedstawiając do recenzji osiągnięcie habilitacyjne w formie cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych dr inż. Michał Młotek spełnił podstawowy warunek dopuszczenia do postępowania habilitacyjnego, zgodnie z art. 219 Ustawy wspomnianej powyżej.

1. Podstawowe dane o kandydacie

- Imię i nazwisko: Michał Bogusław Młotek
- Przebieg pracy zawodowej:
 - 01.01.2013-obecnie – adiunkt naukowo-dydaktyczny na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej,
- Rozwój naukowy:
 - studia magisterskie – 1993-2001 na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej, w Zakładzie Technologii Nieorganicznej i Ceramiki, tytuł pracy dyplomowej: „Elektroplazmowe utlenianie podtlenku azotu w ślizgowym wyładowaniu łukowym”,
 - studia doktoranckie – 2002-2010 na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej, tytuł rozprawy doktorskiej: „Przemiany metanu w skojarzonym układzie plazmowo-katalitycznym”, w dyscyplinie technologia chemiczna.

Brak informacji o zatrudnieniu w latach 2011 – 2012, tj. pomiędzy zakończeniem studiów doktoranckich a podjęciem zatrudnienia na stanowisku adiunkta na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej.

2. Osiągnięcia naukowo-badawcze Habilitanta przed otrzymaniem stopnia doktora

Od początku swej kariery naukowej Habilitant zajmuje się zastosowaniami plazmy nierównowagowej w technologii chemicznej. Przed uzyskaniem stopnia doktora jego prace dotyczyły najpierw przetwarzania podtlenku azotu (praca magisterska), a następnie sprzęgania metanu do etylenu w układach plazmowych i plazmowo-katalitycznych. Głównym

osiągnięciem było udowodnienie, że poprzez odpowiedni dobór katalizatora można wpływać na kierunek przemian chemicznych zachodzących w środowisku plazmy.

Wyniki badań prowadzonych przez Habilitanta przed uzyskaniem stopnia doktora zostały opublikowane w 11 artykułach w czasopismach z listy JCR o łącznym IF = 17,209 (46,926 wg JCR z roku 2019), 6 artykułach w innych czasopismach oraz przedstawione w 18 komunikatach i prezentacjach konferencyjnych. Habilitant w tym okresie uzyskał też 1 patent. Liczba cytowań z tego okresu wynosi 61.

3. Osiągnięcia naukowo-badawcze Habilitanta uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora

Po otrzymaniu stopnia doktora Habilitant kontynuował badania dotyczące procesów plazmowych i plazmowo-katalitycznych, w szczególności w zastosowaniu do utleniającego sprzężania metanu oraz rozkładu związków trwałych i niebezpiecznych, takich jak chloroform, cykloheksan, toluen, dimetoksymetylo fosforan, czy też substancje smoliste z gazu procesowego. Habilitant opracował, zbudował i przebadał w tym okresie kilka reaktorów plazmowych wykorzystujących wyładowanie barierowe lub ślizgowe w połączeniu z różnymi katalizatorami.

Habilitant zaangażował się również w tematykę wykorzystania plazmy wyładowania barierowego do modyfikacji powierzchni rurek polietylenowych (współpraca z polską firmą Balton) oraz membran polilaktydowych.

Wyniki badań prowadzonych przez Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora zostały opublikowane w 16 artykułach w czasopismach z listy JCR o łącznym IF = 44,995 (51,034 wg JCR z roku 2019), 1 artykule w innym czasopiśmie oraz przedstawione w 33 komunikatach i prezentacjach konferencyjnych. Habilitant w tym okresie uzyskał też 3 patenty, 1 wzór użytkowy, zgłosił 1 patent oraz doprowadził do jednego wdrożenia. Liczba cytowań (bez autocytowań) wzrosła do 313 wg danych Web of Science z dnia 22.12.2021 r. Indeks H z tego dnia to 9.

Zestawione powyżej osiągnięcia naukowo-badawcze uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora wykazują znaczny wkład Habilitanta w rozwój inżynierii chemicznej w zakresie chemii i technologii plazmy. Wkład Habilitanta do rozwoju wiedzy w powyższej dyscyplinie odzwierciedlają stosunkowo liczne cytowania w czasopismach znajdujących się w bazie JCR.

4. Aktywność naukowa Habilitanta w innych jednostkach naukowych, w szczególności zagranicznych

Habilitant wskazał w Autoreferacie współpracę z trzema instytucjami naukowymi, w tym dwoma zagranicznymi.

W ramach stażu (brak informacji o ramach czasowych) na Uniwersytecie w Orleanie (Francja) Habilitant uczestniczył w badaniach rozkładu trwałych związków organicznych i siarkowodoru w plazmie wyładowania ślizgowego. Z analizy Wykazu osiągnięć, Załącznik 5, wynika, że efektem tych badań był 1 artykuł w czasopiśmie spoza listy JCR, 3 komunikaty konferencyjne i 3 raporty z badań.

Współpraca z zespołem badawczym z Uniwersytetu w Brunzwicku (Niemcy) w ramach projektu Era-Net zaowocowała dwoma publikacjami z listy JCR, jedną w innym czasopiśmie oraz trzema wystąpieniami konferencyjnymi. Celem badań było opracowanie i przebadanie nowych hybrydowych układów plazmowo-katalitycznych wykorzystujących wyładowanie ślizgowe i barierowe w reakcjach sprzęgania metanu i dwutlenku węgla.

Ostatnią wymienioną przez Habilitanta aktywnością w zewnętrznej jednostce naukowej była współpraca z Wojskową Akademią Techniczną w ramach projektu badawczego dotyczącego rozkładu imitatorów bojowych środków trujących w plazmie wyładowania ślizgowego. Wyniki badań zawarto w raporcie do sprawozdania z realizacji projektu.

Całość aktywności naukowej Habilitanta w innych jednostkach naukowych oceniam jako umiarkowanie istotną. Ze względu na brak informacji o długości pobytów w jednostkach zagranicznych jedyną miarą aktywności są publikacje i liczba ich cytowań. Z danych w bazie Web of Science wynika, że w światowej literaturze naukowej cytowane były dwie publikacje powstałe we współpracy z Uniwersytetem w Brunzwicku. Ich liczba cytowań to 84 i 15. Szczególnie pierwsza z wartości, odnosząca się do publikacji w czasopiśmie o IF = 16,683, świadczy o istotności przeprowadzonych badań.

5. Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne oraz popularyzujące naukę wykazane przez Habilitanta

Od roku 2012 Habilitant prowadzi zajęcia dydaktyczne w formie wykładów, seminariów, laboratoriów i ćwiczeń z kilku przedmiotów w ramach kierunku Technologia Chemiczna. O wysokiej jakości prowadzonych zajęć świadczy dyplom uzyskany w roku 2015 i Nagroda Zespołowa II stopnia za osiągnięcia dydaktyczne w latach 2018-2019. Ponadto, Habilitant kierował 24 pracami dyplomowymi studentów.

W ramach aktywności organizacyjnej Habilitant uczestniczy w uczelnianych komisjach, Radzie Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej oraz Radzie Dyscypliny Inżynieria Chemiczna Politechniki Warszawskiej.

Aktywność Habilitanta w zakresie dydaktycznym i organizatorskim oceniam jako znaczną, co nie powinno być zaskoczeniem w przypadku pracownika naukowo-dydaktycznego uczelni. Natomiast działania dotyczące popularyzacji nauki, na podstawie zdawkowej informacji o spotkaniach z młodzieżą szkół średnich, należy uznać za skromne.

Habilitant nie kierował żadnym projektem badawczym finansowanym przez instytucję rządową.

Liczba recenzji wykonanych dla czasopism naukowych to zaledwie 2 w ciągu 10 lat.

6. Ocena osiągnięcia naukowego wskazanego przez Habilitanta

Jednotematyczny cykl publikacji wskazany przez Habilitanta jako jego osiągnięcie naukowe stanowi 9 artykułów w czasopismach z listy JCR, 1 patent przyznany i 1 zgłoszenie patentowe następujących prac:

- A1. K. Schmidt-Szałowski, K. Krawczyk, J. Sentek, B. Ulejczyk, A. Górská, **M. Młotek**, Hybrid plasma-catalytic systems for converting substances of high stability, greenhouse gases and VOC. *Chemical Engineering Research & Design* 2011, 89(12), 2643-2651.
- A2. K. Krawczyk, **M. Młotek**, B. Ulejczyk, K. Pryciak, K. Schmidt-Szałowski, Oxidative methane conversion in dielectric barrier discharge. *European Physical Journal-Applied Physics* 2013, 61(2), 24307 p1-p6.
- A3. K. Krawczyk, **M. Młotek**, B. Ulejczyk, K. Schmidt-Szałowski, Methane Conversion with Carbon Dioxide in Plasma-Catalytic System. *Fuel* 2014, 117, 608–617.
- A4. **M. Młotek**, E. Reda, K. Krawczyk, Conversion of tetrachloromethane in large scale gliding discharge reactor. *Open Chemistry* 2015, 13, 212-217.
- A5. **M. Młotek**, E. Reda, P. Józwick, K. Krawczyk, Z. Bojar Plasma-catalytic decomposition of cyclohexane in gliding discharge reactor. *Applied Catalysis A: General* 2015, 505, 150–158.
- A6. **M. Młotek**, E. Reda E. Reszke, B. Ulejczyk, K. Krawczyk, A Gliding Discharge Reactor Supplied by a Ferro-Resonance System for Liquid Toluene Decomposition. *Chemical Engineering Research & Design* 2016, 111, 277-283.

- A7. **M. Młotek**, J. Woroszył, I. Walerczak, B. Ulejczyk, K. Krawczyk, Purification of the gas after pyrolysis in coupled plasma-catalytic system. *Polish Journal of Chemical Technology* 2017, 19(4), 94-98.
- A8. **M. Młotek**, J. Woroszył, B. Ulejczyk, K. Krawczyk, Coupled Plasma-Catalytic System with Rang 19PR Catalyst for Conversion of Tar. *Scientific Reports* 2019, 9, 13562
- A9. **M. Młotek**, J. Woroszył, B. Ulejczyk, K. Krawczyk Decomposition of Toluene in Coupled Plasma-Catalytic System. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2020, 59, 4239-4244
- P1. **M. Młotek**, K. Krawczyk, E. Reszke, K. Schmidt-Szałowski, Reaktor do prowadzenia procesów chemicznych, W.127458, zgłoszenie 2013, przyznany 2019.
- P2. **M. Młotek**, K. Krawczyk, B. Ulejczyk, Reaktor do prowadzenia procesów chemicznych w plazmie wyładowania ślizgowego, Zgłoszenie P.418622 w 2016.

We wstępie do podrozdziału 5.5 *Badania własne* Autoreferatu Habilitant pogrupował powyższe elementy osiągnięcia według substratów poddanych badaniom na: 1) badania rozkładu chlorowcopochodnych oraz lotnych związków organicznych (LZO) w plazmie wyładowania ślizgowego, 2) przetwarzanie metanu w warunkach utleniających, 3) badania rozkładu substancji smolistych w gazie po pirolizie biomasy. Niestety, w dalszej części Autoreferatu Habilitant nie zachował zapowiedzianej organizacji opisów badań, zmieniając zarówno tytuły podrozdziałów, ich kolejność jak i substraty (szczególnie w grupie trzeciej), co utrudnia ocenę intencji Habilitanta.

W podrozdziale 5.5.1 *Przetwarzanie metanu w plazmie wyładowania ślizgowego i barierowego* Habilitant przedstawił wyniki opublikowane w artykułach A1, A2 i A3. Zgodnie z tekstem w Autoreferacie odnośnie publikacji A1 „Układ plazmowo-katalityczny z wyładowaniem barierowym i katalizatorami nośnikowymi na Al_2O_3 zawierającymi Fe, Ag, Pd oraz z wyładowaniem ślizgowym i katalizatorami nośnikowymi zawierającymi Pt i Pd, zastosowano do utleniającego sprzęgania metanu”. Jednakże badania opisane w artykule A1, w części dotyczącej przetwarzania metanu, wykorzystują środowisko utleniające tylko w wyładowaniu barierowym, zaś wyładowanie ślizgowe generowano w warunkach beztlenowych. Problem staje się więc określenie czy indywidualnym wkładem Habilitanta była tylko część dotycząca badań z wyładowaniem barierowym, czy również z wyładowaniem ślizgowym. Najprawdopodobniej, kierując się informacją ze wstępu do podrozdziału 5.5,

udziałem Habilitanta były badania przetwarzania metanu w środowisku utleniającym, a informacja o wyładowaniu ślizgowym znalazła się tu omyłkowo. Wniosek ten potwierdza publikacja A2, która dotyczy wykonanych przez Habilitanta badań wpływu temperatury prowadzenia procesu, składu gazu i natężenia przepływu gazu na skład produktów i stopień przemiany metanu w plazmie wyładowania barierowego w środowisku utleniającym bez stosowania katalizatora. Uzyskane wyniki stanowią istotne uzupełnienie informacji niezbędnych do porównania mechanizmów reakcji metanu w warunkach utleniających w reaktorach plazmowych i plazmowo-katalitycznych.

W dalszych badaniach Habilitant kontynuował testowanie różnych katalizatorów umieszczanych w przestrzeni wyładowczej reaktora wyładowania barierowego. Wyniki uzyskane po zastosowaniu Al_2O_3 , $\text{Fe}/\text{Al}_2\text{O}_3$ oraz zeolitów NaY i Na-ZSM-5 opublikowano w artykule A3. Źródłem gazowego tlenu był ponownie dwutlenek węgla. Zbadano wpływ temperatury (130–340°C) i natężenia przepływu gazu na przemianę metanu i CO_2 . Wyniki okazały się ważne dla rozwoju tematyki na świecie, o czym świadczy liczba 35 cytowań w publikacjach innych zespołów. W środowisku badaczy zajmujących się zastosowaniami technik plazmowych w inżynierii chemicznej jest to wynik znaczący.

W podrozdziale 5.5.2 *Rozkład LZO w plazmie wyładowania ślizgowego* Habilitant zwraca uwagę, że jego prace dotyczące rozkładu lotnych związków organicznych są rozwinięciem prac wcześniej prowadzonych przez zespół badawczy, w którym jest zatrudniony. Nowością wprowadzoną przez Habilitanta są nowe układy plazmowo-katalityczne (publikacja A1, A5) oraz powiększenie skali reaktora (publikacja A4, A6). Przedmiotem badań były dwie pochodne metanu zawierające chlor (A1 i A4), związek pierścieniowy alifatyczny (A5) i aromatyczny (A6). Taki wybór świadczy o systematycznym podejściu do zagadnienia, który jest w pełni zrozumiały z racji możliwych różnych mechanizmów reakcji uzależnionych od struktury rozkładanego związku.

Pierwszym przedstawicielem LZO badanym przez Habilitanta był chloroform, który w mieszaninach z powietrzem był wprowadzany do reaktora wyładowania ślizgowego 1-fazowego (jedna para elektrod) bez i z katalizatorem (trzy rodzaje katalizatorów: MnO_2 , Cr_2O_3 i Pt). Szczegółowe wyniki, przedstawione w publikacji A1, okazały się na tyle istotne, że były cytowane 12 razy przez badaczy innych zespołów.

Kolejnym krokiem podjętym przez Habilitanta było opracowanie reaktora wyładowania ślizgowego 3-fazowego (trzy elektrody) w większej skali, w którym przeprowadził on badania procesu rozkładu czterochlorku węgla w powietrzu bez użycia katalizatora (publikacja A4).

Celem tych badań, podobnie jak w przypadku metanu i reaktora wyładowania barierowego (publikacja A2), było uzyskanie danych do zaproponowania mechanizmu rozkładu CCl_4 .

Tego samego reaktora, lecz z katalizatorem niklowym umieszczonym tuż za elektrodami wyładowczymi, Habilitant użył do badania rozkładu cykloheksanu w mieszaninie z powietrzem (publikacja A5). Natomiast zupełnie nowa konstrukcja reaktora z sześcioma elektrodami, bez katalizatora, została przez Habilitanta opracowana i użyta do badań rozkładu ciekłego toluenu wprowadzanego w rejon plazmy strumieniem powietrza (publikacja A6). Patent krajowy na tę konstrukcję (P1) stanowi część osiągnięcia naukowego zgłoszonego przez Habilitanta.

Podrozdział 5.5.3 *Rozkład związków trwałych i niebezpiecznych w plazmie wyładowania ślizgowego* jest poświęcony badaniom rozkładu substancji smolistych (lub ich symulatorów) pochodzących ze zgazowania biomasy. Wyniki tych prac zostały opublikowane w artykułach A7, A8 i A9. W chwili opublikowania pierwszego z tych artykułów w literaturze dostępne były jedynie 3 publikacje w powyższym temacie. Prace Habilitanta należy więc uznać za pionierskie.

Nie jest zrozumiałe, dlaczego w Autoreferacie Habilitant zmienił tytuł podrozdziału. Nowe brzmienie, w stosunku to tego ze wstępu do podrozdziału 5.5, nie wiąże się już jednoznacznie z substancjami smolistymi, a sugeruje włączenie do recenzowanego osiągnięcia prac dotyczących rozkładu dimetylometoksy fosforanu, które jednakże nie zostały wymienione w formie udokumentowanej w podrozdziale 5.2 *Publikacje naukowe oraz inne prace będące podstawą osiągnięcia naukowego*. Możliwe, że zamiarem Habilitanta, pozostającym niestety w sferze domysłu, było nawiązanie do patentu P2, który w żadnym miejscu podrozdziału 5.5 nie został opisany.

W publikacji A7, pierwszej z serii dotyczącej tematu podrozdziału, do reaktora wyładowania ślizgowego wprowadzany był toluen jako reprezentant substancji smolistych w mieszaninie gazów symulujących gaz popirolityczny. Materiałem katalitycznym umieszczonym w reaktorze był przemysłowy katalizator niklowy G-0117 w formie zredukowanej, przeznaczony oryginalnie przez producenta (Instytut Nowych Syntez Chemicznych w Puławach) do I stopnia parowego reformingu gazu ziemnego w reformerach rurowych, w procesach otrzymywania wodoru lub gazów syntezowych przy produkcji amoniaku, metanolu i innych produktów wytwarzanych z wodoru i tlenków węgla. Odmienne zastosowanie tego katalizatora przez Habilitanta doprowadziło do prawie całkowitego rozkładu toluenu (99%) kosztem wodoru znajdującego się w gazie wejściowym oraz zwiększenia wartości opałowej gazu powyżej minimalnej wartości umożliwiającej zastosowanie gazu jako paliwo do silników gazowych lub turbin. Publikacja A7 była cytowana 4 razy przez badaczy z innych zespołów.

Równie skuteczny w zastosowaniu do rozkładu toluenu w mieszaninie symulującej gaz popirolityczny okazał się zredukowany nikłowy katalizator przemysłowy RANG 19PR, przeznaczony oryginalnie przez producenta (również Instytut Nowych Syntez Chemicznych w Puławach) do głębokiego usuwania tlenków węgla z gazów syntezowych i wodoru na drodze konwersji do metanu. Wyniki badań z użyciem tego katalizatora opublikowano w pracy A8, która była cytowana 3 razy przez innych badaczy.

W publikacji A9 Habilitant jako współautor przedstawił wyniki badań z ponownym użyciem katalizatora G-0117, lecz tym razem w formie utlenionej, a więc zawierający tlenek niklu NiO. Forma utleniona katalizatora skutkowała mniejszym stopniem rozkładu toluenu i mniejszym wzrostem wartości opałowej w porównaniu do wyników uzyskanych z zastosowaniem katalizatora zredukowanego. Jednakże wynik taki był uzyskiwany tylko na początku procesu, ponieważ po około 40 minutach autorzy otrzymali znacznie lepsze wyniki świadczące o zachodzącej redukcji NiO do metalicznego niklu. Ostatecznie stopień rozkładu toluenu wyniósł 92%. Publikacja A9 była cytowana 3 razy przez innych badaczy.

Najważniejsze wyniki prac Habilitanta, tworzących jednotematyczny cykl wskazany przez niego jako osiągnięcie naukowe, stanowiące istotny wkład do wiedzy, to:

- uzyskanie nowych wyników dotyczących przemian metanu w obecności dwutlenku węgla w reaktorze hybrydowym wyładowania barierowego z katalizatorami Fe/Al₂O₃, NaY i Na-ZSM-5 (publikacja A3 cytowana 35 razy),
- zwiększenie selektywności rozkładu chloroformu do Cl₂ i HCl, prowadzące do mniejszej produkcji czterochloru węgla, poprzez zastosowanie reaktora plazmowo-katalitycznego z wyładowaniem ślizgowym i katalizatorami zawierającymi Cr₂O₃, MnO₂ lub Pt (publikacja A1 cytowana 12 razy),
- opracowanie reaktora plazmowo-katalitycznego wykorzystującego wyładowanie ślizgowe i przemysłowy katalizator do prawie całkowitego rozkładu toluenu w symulatorze gazu popirolitycznego z jednoczesnym zwiększeniem wartości opałowej otrzymanej mieszaniny gazowej do wartości użytkowej,
- opisanie mechanizmu reakcji zachodzących podczas rozkładu toluenu w powyższym reaktorze.

Należy podkreślić, że prace dotyczące wykorzystania wyładowania ślizgowego i katalizatora do rozkładu substancji smolistych w gazie pochodzącym ze zgazowania biomasy w chwili ich podjęcia były jednymi z pierwszych na świecie. Uzyskane wyniki były więc istotne dla badaczy zajmujących się tym tematem.

6. Wniosek końcowy

Analizując zestawione i omówione powyżej osiągnięcia naukowo-badawcze Habilitanta stwierdzam, że stanowią one znaczący wkład w rozwój inżynierii chemicznej w zakresie chemii i technologii plazmy, a jego aktywność naukowa, wyrażona szczególnie publikacjami cytowanymi przez innych badaczy, jest istotna. Biorąc pod uwagę aspekt aplikacyjny prowadzonych przez Habilitanta badań, na wyróżnienie zasługuje wkład w rozwój konstrukcji reaktorów plazmowo-katalitycznych, szczególnie w procesach rozkładu trwałych związków organicznych.

Podsumowując niniejszą recenzję stwierdzam, że w mojej ocenie Habilitant spełnia wymagania, jakie zgodnie z przepisami zacytowanymi na początku niniejszej recenzji muszą spełniać kandydaci do stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria chemiczna.



dr hab. inż. Mirosław Dors