

Wrocław, 23 listopada 2016

Prof. dr hab. inż. Jacek Machnikowski  
Prof. em. Politechniki Wrocławskiej  
ul. Drzewieckiego 42/2  
54-129 Wrocław

## RECENZJA

osiągnięcia naukowego pt. **“Badania właściwości fizykochemicznych  
oraz ocena zdolności sorpcyjnych adsorbentów węglowych otrzymanych  
z materiałów odpadowych i niskiej jakości węgla brunatnych”**

oraz całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego  
Pana dr Piotra Nowickiego w związku z postępowaniem w sprawie nadania  
stopnia naukowego doktora habilitowanego

### Wstęp

Recenzję sporządziłem na podstawie decyzji Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów Naukowych przekazanej w piśmie prof. dr hab. Henryka Koroniaka, Dziekana Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu z dnia 26 września 2016 roku. Dokumentacja wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego dr. Piotra Nowickiego, otrzymana wraz z pismem, zawiera wszystkie elementy niezbędne do przeprowadzenia oceny osiągnięcia naukowego oraz całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego. Na podstawie analizy dokumentacji mogę stwierdzić, że dorobek Kandydata mieści się w dziedzinie: nauki chemiczne, dyscyplinie naukowej: chemia.

### Sylwetka Habilitanta

Dr Piotr Nowicki jest absolwentem Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu z roku 2004. Tytuł zawodowy magistra chemii otrzymał za pracę „Węgiel brunatny modyfikowany azotem jako prekursor węgla aktywnych”. W latach 2004–2008 odbył studia doktoranckie na Wydziale Chemii UAM. Stopień doktora nauk chemicznych w zakresie chemii otrzymał w roku 2008 za rozprawę „Właściwości fizykochemiczne modyfikowanych azotem węgla aktywnych”. Promotorem rozprawy była prof. dr hab. Helena Wachowska. Od października 2008 roku jest zatrudniony na Wydziale Chemii UAM na stanowisku adiunkta.

## Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe “Badania właściwości fizykochemicznych oraz ocena zdolności sorpcyjnych adsorbentów węglowych otrzymanych z materiałów odpadowych i niskiej jakości węgla brunatnych”, które jest przedmiotem postępowania habilitacyjnego dr Piotra Nowickiego, zostało udokumentowane cyklem 9 oryginalnych artykułów naukowych:

[H-1] Piotr Nowicki, Robert Pietrzak, Carbonaceous adsorbents prepared by physical activation of pine sawdust and their application for removal of NO<sub>2</sub> in dry and wet conditions, *Bioresource Technology* 2010, 101, 5802-5807.

IF = 4,49, punkty MNiSW – 45; udział własny 85%

[H-2] Piotr Nowicki, Marta Supłat, Jacek Przepiórski, Robert Pietrzak, NO<sub>2</sub> removal on adsorbents obtained by pyrolysis and physical activation of corrugated cardboards, *Chemical Engineering Journal* 2012, 195-196, 7-14.

IF = 4,32; punkty MNiSW – 45; udział własny 55%

[H-3] Piotr Nowicki, Magdalena Skrzypczak, Robert Pietrzak, Effect of activation method on the physicochemical properties and NO<sub>2</sub> removal abilities of sorbents obtained plum stones, *Chemical Engineering Journal* 2010, 162, 723-729.

IF = 4,32; punkty MNiSW – 45; udział własny 60%

[H-4] Piotr Nowicki, Helena Wachowska, Robert Pietrzak, Active carbons prepared by chemical activation of plum stones and their application in removal of NO<sub>2</sub>, *Journal of Hazardous Materials* 2010, 181, 1088-1094.

IF = 4,53; punkty MNiSW – 45; udział własny 70%

[H-5] Justyna Kaźmierczak, Piotr Nowicki, Robert Pietrzak, Sorption properties of activated carbons obtained from corn cobs by chemical and physical activation, *Adsorption - Journal of International Adsorption Society* 2013, 19, 273-281.

IF = 1,77; punkty MNiSW – 25; udział własny 60%

[H-6] Piotr Nowicki, Justyna Kaźmierczak, Robert Pietrzak, Comparison of physicochemical and sorption properties of activated carbons prepared by physical and chemical activation of cherry stones, *Powder Technology* 2015, 269, 312-319.

IF = 2,35; punkty MNiSW – 30; udział własny 60%

[H-7] Piotr Nowicki, Justyna Kaźmierczak-Rażna, Robert Pietrzak, Physicochemical and adsorption properties of carbonaceous sorbents prepared by activation of tropical fruit skins with potassium carbonate, *Materials and Design* 2016, 90, 579-585.

IF = 3,50; punkty MNiSW – 35; udział własny 80%

[H-8] Piotr Nowicki, The effect of mineral matter on the physicochemical and sorption properties of brown-coal based activated carbons, *Adsorption - Journal of International Adsorption Society* 2016, 22, 561-569.

IF = 1,77; punkty MNiSW – 25; udział własny 100%

[H-8] Piotr Nowicki, Effect of heat-treatment on the physicochemical properties of nitrogen-enriched activated carbons, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, DOI 10.1007/s10973-016-5254-8.

IF = 2,04; punkty MNiSW – 20; udział własny 100%

Prace stanowiące rozprawę habilitacyjną zostały opublikowane w latach 2010 – 2016 w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR). Przyjęty wg stanu na rok 2014 wskaźnik oddziaływań *Impact Factor* czasopism mieści się w granicach 1,77 – 4,53, sumaryczny IF wynosi 31,36, a suma punktów wg klasyfikacji MNiSW - 315. Do czasu składania wniosku prace były cytowane 60 razy (bez autocytowań). Są to bardzo przyzwoite wskaźniki parametryczne, świadczące o dobrym poziomie i oryginalności prac a także aktualności podjętej tematyki badawczej.

Artykuły stanowiące rozprawę, z wyjątkiem monoautorskich [H-8] i [H-9], posiadają od 2 do 4 autorów. Kandydat wkład własny we wspólnych pracach ocenia na 55-90%. W załączonych stosownych oświadczeniach współautorzy artykułów określają jakościowo (charakter wykonanych prac) i ilościowo swój udział w powstaniu publikacji. Informacje te są spójne, więc wiodąca rola dr. Piotra Nowickiego w postaniu wszystkich artykułów nie podlega dla mnie dyskusji.

Prace wchodzące w skład rozprawy habilitacyjnej skupiają się na poszukiwaniu możliwości wykorzystania odpadów z gospodarki rolnej i leśnej oraz niskiej jakości węgla brunatnego jako surowca dla produkcji taniego węgla aktywnego dla potrzeb ochrony środowiska. Chodzi zarówno o ocenę przydatności różnych odpadów jak i opracowanie metodyki preparatyki węgla aktywnego najbardziej odpowiedniej dla konkretnego zastosowania. Wśród materiałów wykorzystanych jako surowiec są pelety z trocin sosnowych [H-1], opakowania kartonowe [H-2], pestki śliwek [H-3] i [H-4], kaczany kukurydziane [H-5], pestki czereśni [H-6], skórki owoców cytrusowych i bananów [H-7] oraz węgiel brunatny z kopalni Konin [H-8] i [H-9].

Zakres badań oraz metody preparatyki węgla aktywnych, charakteryzowania właściwości fizykochemicznych oraz oceny zdolności sorpcyjnych stosowane w poszczególnych publikacjach są w zasadzie podobne.

Przygotowanie surowca do badań obejmowało standardowo suszenie i rozdrabnianie przez cięcie lub kruszenie (z wyjątkiem peletu). Często stosowana, a istotna z punktu widzenia efektu aktywacji, była obróbka termiczna materiału organicznego w atmosferze gazu obojętnego w temperaturze w zakresie 400 – 800 °C. Węgiel brunatny poddano demineralizacji. Charakteryzacja materiałów organicznych i węglowych stosowanych do wytwarzania węgla aktywnych była raczej skromna, obejmowała analizę techniczną (wilgoć, popiół, części lotne) i elementarną CHNS, zawartość tlenu obliczano z różnicy.

W procesach aktywacji stosowano materiał w formie ziaren, frakcje ziarnowe o wymiarach np. 1-2 mm [H-2] lub 2-4 mm [H-8]. Do rozwijania porowatości zostały wykorzystane dwie dobrze znane metody: aktywacja fizyczna ditlenkiem węgla i aktywacja chemiczna wodorotlenkiem potasu (w pracy [H-7] węglanem potasu). Warunki procesów zastosowane w poszczególnych pracach różniły się niekiedy znacząco. W przypadku aktywacji ditlenkiem węgla istotny wpływ na właściwości produktu mogła mieć temperatura procesu (700 – 900 °C), a dla aktywacji KOH temperatura reakcji (700 – 900 °C) i stosunek masowy KOH/surowiec (2:1 lub 4:1). Dla węgla brunatnego [H-9] podjęto próby modyfikacji charakteru chemicznego powierzchni poprzez reakcję z mocznikiem oraz obróbkę termiczną w atmosferze obojętnej i redukcyjnej (H<sub>2</sub>).

Podstawowymi metodami zastosowanymi do określenia właściwości fizykochemicznych węgla aktywnych były: sorpcja N<sub>2</sub> w 77 K, oznaczenie zawartości powierzchniowych grup funkcyjnych o charakterze kwasowym i zasadowym oraz pH wyciągu wodnego, a także zawartości popiołu i składu pierwiastkowego. Pozwalało to ocenić rozwinięcie porowatości w zakresie porów adsorpcyjnych (mikro- i mezoporów), charakter chemiczny powierzchni i zawartość substancji mineralnej, a więc najważniejsze właściwości materiału z punktu widzenia zastosowania w procesach adsorpcji. W ograniczonym zakresie stosowano też spektroskopię FTIR [H-1], mikroskopię skaningową [H-5] i [H-7] analizę termiczną [H-9].

Bardzo ważną częścią prac stanowiących rozprawę habilitacyjną jest ocena właściwości sorpcyjnych otrzymanych węgla aktywnych wobec wybranych substancji toksycznych. Habilitant badał adsorpcję NO<sub>2</sub> ([H-1] – [H-6], [H-8]) i H<sub>2</sub>S ([H-5], [H-6] i [H-8]) z powietrza w układzie przepływowym oraz błękitu metylenowego i jodu ([H-5] – [H-8]) a także czerwieni metylowej (H-7) z roztworu wodnego. Szczególnie dużo uwagi poświęcił adsorpcji z fazy gazowej, analizując wpływ wstępnego nawilżenia węgla aktywnego oraz wilgotności powietrza na pojemność sorpcyjną, określoną na podstawie punktu przebiccia, a także na mechanizm procesu sorpcji. Badania sorpcji z roztworów wodnych w zasadzie ograniczały się

do określenia ilości zaadsorbowanego związku w stanie równowagowym na podstawie analizy roztworu po procesie adsorpcji (miareczkowanie lub spektroskopia UV-Vis).

Zgodnie z przedstawionym wcześniej celem badań Habilitant szczegółowo dyskutuje w swoich pracach zasadniczo dwa zagadnienia:

- wpływ specyficznych cech poszczególnych surowców wyjściowych, zastosowania (lub nie) wstępnej obróbki termicznej, metody i warunków aktywacji oraz ewentualnej obróbki końcowej na podstawowe właściwości fizykochemiczne (zawartość składników mineralnych, rozwój porowatości, chemia powierzchni) węgla aktywnych,
- zależność między określonymi właściwościami fizykochemicznymi a zdolnością sorpcji wybranych zanieczyszczeń z powietrza i wody.

Mam pewne uwagi co do pierwszego z wymienionych zagadnień. Literatura na temat wytwarzania węgla aktywnych o kontrolowanej porowatości i właściwościach chemicznych powierzchni jest bardzo bogata a zgromadzona w tym zakresie wiedza niezmiernie obszerna. Dotyczy to również wykorzystania do tego celu różnorodnych surowców naturalnych, czasami dość „egzotycznych”. Moim zdaniem prace dr. Piotra Nowickiego umiarkowanie tylko wzbogacają wiedzę w tym zakresie. Osiągnięcia zamieszczone w rozdziale 3.3 Autoreferatu w punktach 1) – 3) są sformułowane bardzo ogólnie i są co najmniej mało odkrywcze w świetle istniejącej wiedzy. Odnoszę wrażenie, że warunki procesu aktywacji były dobierane raczej arbitralnie, ich optymalizacja nie była celem pracy. Nie ma więc podstaw do stwierdzenia, że „produkcja efektywnych adsorbentów węglowych z materiałów odpadowych i węgla brunatnych wymaga indywidualnego doboru parametrów procesu wytwarzania dla każdego z wykorzystanych prekursorów”. Czy ligno-celulozowych też? Z pewnością warunki temperaturowo-czasowe aktywacji ditlenkiem węgla były zbyt łagodne. Potwierdzeniem jest niski stopień wypału, często poniżej 30%, a konsekwencją małe rozwinięcie powierzchni otrzymanych węgla aktywnych. Uwaga ta nie dotyczy tektury i węgla brunatnego, które wyróżniają się wysoką zawartością substancji mineralnej i produkty aktywacji mogą być zaliczone raczej do sorbentów z kategorii mineralno-węglowych niż typowych węgla aktywnych.

Znacznie bardziej interesująca i odkrywcza jest w mojej ocenie dyskusja zależności między właściwościami fizykochemicznymi adsorbentu a jego zdolnością sorpcji wybranych zanieczyszczeń. Habilitant wykazał, że stosując w zasadzie rutynowe metody charakteryzowania adsorbentów można uzyskać informacje pozwalające wyjaśnić w znacznym stopniu ich zachowanie w procesie adsorpcji.

Do najważniejszych osiągnięć będących wynikiem przeprowadzonych badań zaliczam:

- wykorzystanie po raz pierwszy, że karton, pestki śliwek i wiśni oraz kaczany kukurydzy z mogą być z powodzeniem stosowane jako prekursorzy adsorbentów  $\text{NO}_2$  i  $\text{H}_2\text{S}$  z powietrza,
- wykazanie szczególnej efektywności adsorbentów o wysokiej zawartości substancji mineralnej o charakterze zasadowym w usuwaniu  $\text{NO}_2$  i  $\text{H}_2\text{S}$  z powietrza, co uzasadnia wykorzystanie jako prekursorów np. tektury i silnie zapopielonego węgla brunatnego,
- poznanie mechanizmu sorpcji  $\text{NO}_2$  w układzie przepływowym, jako procesu zachodzącego bez penetracji w wąskie pory z dużym udział chemisorpcji oraz redukcji do  $\text{NO}$  i syntezy kwasu azotowego;
- wykazanie, że rozwinięta struktura mikroporowata nie decyduje o efektywności adsorbentu węglowego w procesie sorpcji  $\text{NO}_2$  i  $\text{H}_2\text{S}$ , jest natomiast bardzo istotne w procesach adsorpcji z roztworów wodnych,
- określenie wpływu warunków adsorpcji, zastosowanie nawilżonego sorbentu i adsorbowanie z wilgotnego powietrza, na proces sorpcji  $\text{NO}_2$  i  $\text{H}_2\text{S}$ ; wykazanie, że jednocześnie efektywne usuwanie  $\text{NO}_2$  i  $\text{H}_2\text{S}$  jest trudne do pogodzenia ze względu na odmienny mechanizm a tym samym inne wymagania co do charakteru adsorbentu,
- opisanie zmian w strukturze porowatej i charakterze chemicznym adsorbentu w procesie sorpcji  $\text{NO}_2$  i  $\text{H}_2\text{S}$ .

Jak wynika z powyższego zestawienia najistotniejsze, moim zdaniem, osiągnięcia Habilitanta mieszczą się raczej w obszarze chemii stosowanej niż „czystej”. Uzasadnienie podjęcia badań jest bardziej natury ekonomicznej i ekologicznej niż poznawczej. Z tego względu uważam, że dyscypliną naukową najbardziej właściwą dla osiągnięcia jest technologia chemiczna. Stwierdzenie to nie podważa wcześniej wyrażonego poglądu, że osiągnięcie mieści się również w dyscyplinie chemia.

Publikacje stanowiące rozprawę habilitacyjną dr Piotra Nowickiego są bardzo spójne pod względem celu badań i metodyki badawczej. Bez wątplenia jest to zestaw monotematycznych publikacji. Tytuł osiągnięcia w pełni odzwierciedla merytoryczną zawartość publikacji.

### **Ocena całokształtu dorobku naukowego**

Dr Piotr Nowicki określa uprawianą specjalność naukową jako: materiały węglowe, modyfikacja węgli aktywnych i nanorurek węglowych, adsorpcja zanieczyszczeń gazowych i ciekłych. W pracach magisterskiej i doktorskiej Habilitant zajmował się węglami aktywnymi wzbogaconymi w azot otrzymywanymi z węgli brunatnych i kamiennych w procesach amoksydacji i aktywacji fizycznej oraz ich zastosowaniem jako elektrody kondensatora elektrochemicznego. Praca doktorska została oceniona jako wyróżniająca. Po zatrudnieniu na

stanowisku adiunkta, równoległe z badaniami, na których oparł rozprawę habilitacyjną, kontynuował tematykę rozwijaną w pracy doktorskiej dotyczącą chemicznej modyfikacji właściwości węgla aktywnych w procesach funkcjonalizacji azotem i tlenem. Otrzymane materiały były testowane pod kątem zastosowania w procesach adsorpcji zanieczyszczeń z powietrza i wody, w katalizie i elektrochemii. Badania były realizowane w ramach kilku krajowych projektów badawczych. Był kierownikiem projektu w ramach programu „Iuventus Plus” (2013-2015) oraz głównym wykonawcą lub wykonawcą w czterech wcześniejszych projektach. Współpracował z zespołami badawczymi z Politechniki Poznańskiej, Centralnego Laboratorium Akumulatorów i Ogniw w Poznaniu, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie i Uniwersytetem Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie.

Dorobek naukowy dr. Piotra Nowickiego, opublikowany w latach 2004-2016 w czasopiśmie, wydawnictwach zbiorowych i materiałach konferencyjnych, mieści się w obszarze Jego specjalności naukowej. Wykaz dorobku zawiera ogółem 98 pozycji, z czego 81 prac powstało po obronie pracy doktorskiej. Z kilkoma wyjątkami są to prace wieloautorskie. Kandydat jest współautorem 6 prac przeglądowych zamieszczonych w Wiadomościach Chemicznych i jako rozdziały w krajowych monografiach. Spośród 38 prac oryginalnych opublikowanych w czasopiśmie znajdujących się w bazie JCR 31 ukazało się po doktoracie. Prace spoza cyklu habilitacyjnego były publikowane m.in. w tak znaczących dla specjalności naukowej Habilitanta wydawnictwach jak Fuel (3), Chemical Engineering Journal (4), Energy&Fuels (4), Applied Surface Science (1), Catalysis Today (1). Sumaryczny „impact actor” publikacji wynosi około 104,2, z czego po doktoracie 82,4. Do momentu przygotowania dokumentacji prace były cytowane (bez autocytowań) 377 razy, a indeks Hirscha  $h = 11$  (bez autocytowań). Zwraca uwagę imponująca aktywność Habilitanta w prezentowaniu wyników prac na krajowych i międzynarodowych konferencjach. Jest współautorem 169 doniesień, z których zdecydowaną większość, 153, stanowią jednak prezentacje posterowe.

Uważam, że jak na 12 lat aktywności publikacyjnej jest to bardzo dobry dorobek, w pełni wystarczający do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego. Pozytywnie oceniam również aktywność badawczą dr. P. Nowickiego w zakresie udziału w realizacji projektów badawczych. Dowodem uznania przez środowisko jest też powierzanie do recenzowania prac przesyłanych do druku w uznanych czasopiśmie (21 prac). Działalność badawcza i dorobek naukowy Habilitanta mieszczą się w obszarze jego specjalności naukowej.

### **Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego**

Dr Piotr Nowicki jest nauczycielem akademickim z 8-letnim stażem. Na podstawie dostarczonej dokumentacji mogę stwierdzić, że głównym obszarem działalności dydaktycznej jest technologia chemiczna. Prowadzi ćwiczenia laboratoryjne z zakresu technologii chemicznej, technologii węgla i preparatów kosmetycznych na studiach stacjonarnych, niestacjonarnych i podyplomowych. Był organizatorem pracowni z przedmiotu „Technologia wytwarzania preparatów kosmetycznych”, autorem licznych instrukcji laboratoryjnych.

Habilitant był promotorem pomocniczym w zakończonym przewodzie doktorskim dr Justyny Weroniki Kaźmierczak-Raźnej, aktualnie pełni taką funkcję w przewodzie mgr Aleksandry Bazan, planowany termin obrony 2018. Sprawował opiekę naukową nad wieloma pracami magisterskimi (20) i licencjackimi (4).

Z działalności organizacyjnej wymienić należy szereg obowiązków i zadań powierzanych Mu na macierzystym Wydziale oraz członkostwo Polskiego Towarzystwa Węglowego i Polskiego Towarzystwa Chemicznego, w którym pełni aktualnie funkcję v-ce Przewodniczącego Sekcji Chemii i Technologii Węgla.

### **Wniosek końcowy**

Na podstawie analizy otrzymanej dokumentacji wniosku habilitacyjnego dr. Piotra Nowickiego stwierdzam, że cykl 9 monotematycznych publikacji zatytułowany “Badania właściwości fizykochemicznych oraz ocena zdolności sorpcyjnych adsorbentów węglowych otrzymanych z materiałów odpadowych i niskiej jakości węgla brunatnych” jest oryginalnym poważnym osiągnięciem naukowym Kandydata. Wiedzę w obszarze kształtowania właściwości węgla aktywnych dla zastosowania w procesie usuwania szkodliwych związków z powietrza i wody wzbogaca o istotne nowe elementy. Habilitant legitymuje się bardzo dużym i wartościowym dorobkiem naukowym, który w 8-letnim okresie od uzyskania stopnia doktora istotnie powiększył. Dorobek jest szeroko upowszechniony w środowisku naukowym przez publikacje w renomowanych czasopismach z bazy JCR, jak również przez liczne wystąpienia na konferencjach. Znajduje to odbicie w częstym cytowaniu prac Habilitanta.

W konkluzji wyrażam opinię, że dr Piotr Nowicki spełnia w pełni warunki określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14.03.2003 r. dla osób ubiegających się o stopień doktora habilitowanego i wnioskuje o dopuszczenie Kandydata do dalszych etapów postępowania.

