

Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Tomasza Bajdy

Dr inż. Tomasz Bajda (ur. 1972) ukończył w 1997 roku studia na specjalności ochrona środowiska prowadzone na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH uzyskując tytuł magistra. Na tymże Wydziale w roku 2004 obronił rozprawę doktorską pt. „Geochemia chromu w glebach zanieczyszczonych jego związkami i zapobieganie skażeniom przez zastosowanie sorbentów mineralnych” wykonaną pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Andrzeja Maneckiego.

Jeszcze na studiach odbył staż asystencki w Zakładzie Mineralogii, Petrografii i Geochemii, a po ich zakończeniu został słuchaczem studiów doktoranckich na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH. Po ich ukończeniu w 2001 roku został zatrudniony na stanowisku asystenta w Zakładzie Mineralogii, Petrografii i Geochemii, gdzie od roku 2005 jest adiunktem.

Ocena jednotematycznego cyklu publikacji naukowych opatrzonych wspólnym tytułem „Powstawanie, stabilność oraz przemiany fosforanów i arsenianów ołowiu w środowisku” stanowiących osiągnięcie naukowe

Pan dr hab. inż. Tomasz Bajda ubiega się o stopień doktora habilitowanego na podstawie przedłożonych do recenzji siedmiu publikacji:

Bajda T. 2010. Solubility of mimetite $Pb_5(AsO_4)_3Cl$ at 5-55°C. *Environmental Chemistry*, 7: 268-278. (IF = 1,850) (Udział własny 100%)

Bajda T. 2011. Dissolution of mimetite $Pb_5(AsO_4)_3Cl$ in low-molecular-weight organic acids and EDTA. *Chemosphere*, 83: 1493-1501. (IF = 3,253) (Udział własny 100%)

Bajda T., Szmit E., Manecki M. 2007. Removal of As(V) from solutions by precipitations of mimetite $Pb_5(AsO_4)_3Cl$. W: Pawłowski L., Dudzińska M., Pawłowski A. (Eds.), „Environmental Engineering”, 119-124. Taylor & Francis, New York, Singapore 2007. (Udział własny 70%)

Bajda T., Mozgawa W., Manecki M., Flis J. 2011. Vibrational spectroscopic study of mimetite-pyromorphite solid solutions. *Polyhedron*, 30: 2479-2485. (IF = 2,207) (Udział własny 80%)

Matusik J., **Bajda T.**, Manecki M. 2008. Immobilization of aqueous cadmium by addition of phosphates. *Journal of Hazardous Materials*, 152: 1332-1339. (IF = 2,975) (Udział własny 50%)

Szrek D., **Bajda T.**, Manecki M. 2011. A comparative study of the most effective amendment for Pb, Zn and Cd immobilization in contaminated soils from Upper Silesia, Poland. *Journal of Environmental Science and Health Part A*. 46: 1491-1502. (IF = 1,363) (Udział własny 50%)

Flis J., Manecki M., **Bajda T.** 2011. Solubility of pyromorphite $Pb_5(PO_4)_3Cl$ - mimetite $Pb_5(AsO_4)_3Cl$ solid solution series. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 75: 1858-1868. (IF = 4,385) (Udział własny 30%)

Publikacjom stanowiącym podstawę przewodu habilitacyjnego towarzyszy wyczerpujący i bardzo dobrze napisany komentarz autorski.

Stwierdzam, że przedstawione publikacje obejmujące okres ostatnich 5 lat (2007 – 2011) tworzą spójną całość uzasadniającą wspólny tytuł właściwie oddający istotę podjętego problemu naukowego. Sześć publikacji ukazało się w recenzowanych i renomowanych

czasopismach międzynarodowych z zakresu geochemii, chemii i nauk o środowisku ze współczynnikiem wpływu od 1,85 do 4,385. Sumaryczny IF sześciu czasopism wynosi 16,033. Jeden artykuł jest samoistnym rozdziałem w książce będącej zbiorem publikacji naukowych. Pięć spośród siedmiu artykułów powstało we współautorstwie. Udział własny w tych pięciu artykułach kandydat ocenia w przedziale od 30% (jedna publikacja) do 80% (jedna publikacja) przy czym jego udział w 4 publikacjach był równy lub większy od 50%. Podany przez kandydata własny udział wyrażony w procentach znajduje uzasadnienie w oświadczeniach złożonych przez wszystkich współautorów. Zatem zasadne jest stwierdzenie, że wszystkie publikacje składające się na cykl stanowią osiągnięcie naukowe dr inż. Tomasza Bajdy.

Dr inż. Tomasz Bajda podjął się badań nad problemem usuwania As(V) ze skażonych wód i środowiska glebowego metodą kontrolowanego wprowadzenia do roztworu Pb^{2+} i Cl^- i w ten sposób związania jonów arsenianowych w strukturze trudno rozpuszczalnego mimetytu (chloro arsenian ołowiu). Problem jest ciekawy z poznawczego punktu widzenia oraz bardzo istotny dla praktyki usuwania toksycznego arsenu ze skażonego środowiska. Doktor Bajda wykonał badania eksperymentalne nad rozpuszczalnością zsyntetyzowanego przez siebie mimetytu i faz tworzących roztwór stały mimetytu-piromorfitu (chloro fosforan ołowiu) między innymi w celu określenia podstawowych parametrów termodynamicznych mimetytu niezbędnych dla wyznaczenia zakresu jego trwałości w warunkach hipergenicznych. Zauważył, bowiem, że mimo sporego zainteresowania badaczy mimetytem, jako fazą wiążącą arsen i ołów, brak było danych pozwalających na wnioskowanie o trwałości mimetytu w warunkach naturalnych oraz w warunkach przewidzianych dla jego składowania, jako odpadu powstałego w procesie dekontaminacji wód, gleb i gruntów.

Najstarsza z recenzowanego cyklu publikacji współautorstwa trzech badaczy (udział otwierającego listę autorów dr Bajdy szacuje on na 70%) przedstawia dwusekwencyjną metodę usuwania As(V) z roztworu na drodze reakcji jonu arsenianowego z $Pb(II)$ i $Cl(I)$ prowadzącej do wytrącenia mimetytu, a następnie doprowadzenie do roztworu jonu fosforanowego w celu usunięcia pozostałego $Pb(II)$ przez wytrącenie piromorfitu. W ten sposób autorzy rozwiązali problem nadmiarowych (nie związanych z mimetytem) jonów Pb. Zaletą tej metody jest duża szybkość wytrącania mimetytu i piromorfitu połączona z bardzo dużą efektywnością usuwania arsenu bez pozostawienia w roztworze jonów ołowiu. Określono również optymalny przedział pH, w którym mimetyt ma minimalną rozpuszczalność.

W artykułach, których jest jedynym autorem dr Bajda przedstawił wyniki badań nad rozpuszczalnością mimetytu w zależności od temperatury i rodzaju rozpuszczalnika, kładąc szczególny nacisk na kinetykę procesu oraz obliczenie iloczynu rozpuszczalności tego minerału. To z kolei pozwoliło mu na obliczenie entalpii tworzenia, energii swobodnej tworzenia, ciepła właściwego tworzenia i entropii mimetytu. Dobór rozpuszczalników: kwasy organiczne (cytrynowy, mlekowy i octowy) i EDTA, miał symulować produkty metabolizmu bakterii oraz pozwolić na ocenę bioprzyswajalności jonów uwolnionych do roztworu w czasie rozpuszczania mimetytu. Logiczną kontynuacją tych badań było zbadanie rozpuszczalności minerałów tworzących roztwór stały mimetytu i piromorfitu, jako, że ewentualny nadmiar jonów ołowiu po krystalizacji mimetytu może być usunięty przez ich związanie w strukturze piromorfitu. Wyniki tych badań obalające istniejący w literaturze przedmiotu pogląd o jednakowości iloczynów rozpuszczalności mimetytu i piromorfitu autor opublikował w ubiegłym roku na łamach *Geochimica et Cosmochimica Acta* (najbardziej prestiżowe czasopismo geochemiczne) we współautorstwie z J. Flisem i M. Maneckim.

Pozostałe artykuły dotyczą identyfikacji poszczególnych członów roztworu stałego mimetyt – piromorfit metodami spektroskopii w podczerwieni oraz spektroskopii Ramana, eksperymentalnego określenia efektywności usuwania Cd z roztworu przez różne fosforany

oraz studium porównawczego efektywności unieruchomienia Cd, Pb i Zn w skażonej glebie przez różne fosforany, z których najefektywniejszy okazał się fosforan amonu.

Wszystkie artykuły cechują się wysokim poziomem prezentowanych badań naukowych, właściwie dobraną metodologią badań, istotnością wnioskowania. Do najważniejszych osiągnięć badań przeprowadzonych przez kandydata lub z jego udziałem zaliczam:

- a. Wykazanie dużej trwałości mimetytu w roztworach wodnych w normalnym zakresie pH, co dobrze rokuje jego wykorzystaniu do usuwania arsenu ze skażonej wody; jednocześnie dr Bajda wskazał zakresy pH i stężenia jonów Pb(II), w których arsen jest najefektywniej usuwany z roztworu poprzez krystalizację mimetytu;
- b. Wykazanie dużej rozpuszczalności mimetytu w środowisku symulującym rizosferę (lekkie kwasy organiczne, EDTA), prowadzącej do wzrostu stężenia bioprzyswajalnych jonów As(V) i Pb powyżej norm WHO, co wskazuje na konieczność opracowania metody remediacji gleb uwzględniającej ten czynnik;
- c. Odkrycie 3 stadiów rozpuszczania mimetytu w kwasach organicznych i EDTA;
- d. Wiarygodne określenie parametrów termodynamicznych mimetytu;
- e. Udowodnienie, że wytrącanie się mimetytu jest procesem bardzo szybkim i efektywnie usuwającym As(V) z roztworu;
- f. Wyjaśnienie na gruncie termodynamiki przyczyn samorzutnego wypierania jonu arsenianowego w mimetycie przez jon fosforanowy;
- g. Nowatorskie zastosowanie spektroskopii w podczerwieni i Ramana do określania proporcji As/P w minerałach szeregu mimetyt – piromorfit w próbkach gleb bez konieczności ich separowania;

Należy podkreślić, iż mimo znacznego zainteresowania minerałami z grupy mimetytu – piromorfitu, dr inż. Tomasz Bajda po raz pierwszy zbadał zależność rozpuszczalności mimetytu od temperatury stwierdzając wzrost rozpuszczalności wraz ze wzrostem temperatury, co wskazuje na endotermiczny charakter tego procesu. Po raz pierwszy uzyskał eksperymentalnie dane pozwalające w sposób wiarygodny obliczyć podstawowe parametry termodynamiczne mimetytu oraz członów roztworu stałego mimetyt - piromorfit. Eksperymentalnie określił iloczyn rozpuszczalności mimetytu na poziomie o siedem do ośmiu rzędów mniejszym niż to przyjmowano w literaturze.

Wymienione osiągnięcia naukowe i badawcze będące udziałem dr inż. Tomasza Bajdy istotnie poszerzają naszą wiedzę o mimetycie – ważnym mineralu strefy utleniania złóż ołowiu i arsenu. Przede wszystkim jednak mają kapitalne znaczenie dla zrozumienia mechanizmów i warunków fizykochemicznych usuwania toksycznego arsenu ze środowiska z wykorzystaniem krystalizacji mimetytu. Ze względu na stronę warsztatową i metodologiczną oceniane prace mają także walor uniwersalności. Ponadto, dr Bajda nie zamyka nimi problemu ale sygnalizuje konieczność prowadzenia tego typu badań w systemach jeszcze bardziej złożonych, a więc jeszcze bardziej zbliżonych do warunków środowiskowych (zwłaszcza środowiska glebowego). Prace dr Bajdy przybliżają też praktyczne zastosowanie proponowanej metody na skalę technologiczną.

Podsumowując stwierdzam, że cykl interesujących i ważnych dla poznania naukowego oraz zastosowań praktycznych prac dr inż. Tomasza Bajdy stanowi istotny wkład w rozwój geochemii i mineralogii środowiska, a tym samym spełnione jest kryterium, o którym mowa w Artykule 16.1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.).

Ocena dorobku naukowego

Dr inż. Tomasz Bajda opublikował łącznie 45 artykułów naukowych, z czego 40 po uzyskaniu stopnia doktora w roku 2004. Z tych czterdziestu artykułów, 18 ukazało się

w czasopismach rejestrowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR) z sumarycznym współczynnikiem IF 32.44. Wszystkie publikacje były cytowane 51 razy (według danych kandydata zaczerpniętych z Web of Science), nie licząc autocytowań (z autocytowaniami 78). Wskaźnik Hirsha wynosi 5, co w Naukach o Ziemi jest dobrym wynikiem. Najczęściej cytowany, 15 razy, jest artykuł autorstwa W. Mozgawa i T. Bajda z 2006 roku dotyczący zastosowań widm oscylacyjnych do badań sorpcji kationów na zeolitach. Spora część artykułów naukowych w czasopismach nieujętych w bazie JCR została ogłoszonych w języku angielskim, a niektóre z tych czasopism, jak *Mineralogia* i *Mineralogia Polonica – Prace Specjalne* istnieje w obiegu międzynarodowym. Artykuły w języku polskim ukazały się w czasopismach branżowych i wyraźnie adresowane są do odbiorcy krajowego.

Doktor Bajda aktywnie uczestniczył w licznych konferencjach naukowych krajowych i zagranicznych, których pokłosem jest 49 streszczeń opublikowanych w materiałach konferencyjnych różnej rangi. Wygłosił 7 referatów na krajowych i organizowanych w kraju międzynarodowych konferencjach tematycznych, z czego 3 po uzyskaniu stopnia doktora.

Doktor Bajda od czasu studiów jest zainteresowany problemami zanieczyszczenia gleb i wód podziemnych metalami ciężkimi (Cr, Cd, Zn, Pb), a także toksycznymi anionami. Od początku też obok zagadnień czysto poznawczych ukierunkowany był na praktyczne wykorzystanie badań w remediacji gleb i gruntów oraz oczyszczaniu wód i ścieków. Bardzo dobrze opanował warsztat badań chemicznych i mineralogicznych, co pozwoliło mu na prowadzenie prac eksperymentalnych nad rozpuszczalnością minerałów mających znaczenie w ochronie środowiska.

Analizując dorobek naukowy dr inż. Tomasza Bajdy po uzyskaniu stopnia doktora można dojść do wniosku, iż dominują w nim dwa nurty badawcze. Pierwszy jest kontynuacją i rozwinięciem zainteresowań z czasu przygotowywania rozprawy doktorskiej, a mianowicie własności sorpcyjnych i zastosowań naturalnych i syntetycznych sorbentów mineralnych. Początkowo skupiał się na klinoptylolitach i smektytach oraz ich modyfikacjach: organo-zeolitach i organo-smektytach. W swych badaniach prowadzonych we współpracy z naukowcami z Wydziału Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH stosował głównie metody spektroskopowe. Do najciekawszych wyników tych badań należy stwierdzenie sorpcji chemicznej na zeolitach obok dominującej wymiany jonowej. Badania mechanizmów sorpcji kontynuuje do dzisiaj odnotowując na tym polu znaczące osiągnięcia, jak choćby zaproponowanie modelu sorpcji chromianów i arsenianów polegającej na tworzeniu trudno rozpuszczalnych soli z zaadsorbowanym kationem organicznym. Uczestniczył także w pracach zespołów badawczych zajmujących się właściwościami sorpcyjnymi rud darniowych, mieszanek kwarcowo-glaukonitowych i piasków glaukonitowych. W niektórych z tych projektów był koordynatorem badań. Był wykonawcą w niedawno zakończonym grantie finansowanym z Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka a dotyczącym nowej technologii otrzymywania zeolitów z popiołów lotnych.

Drugi nurt badawczy Dr Bajdy obejmuje mechanizmy krystalizacji, krystalochemię, trwałość i przemiany apatytów ołowiowych oraz pokrewnych fosforanów, arsenianów i wanadianów metali ciężkich w warunkach hipergenicznych w kontekście ich wykorzystania w technologiach ochrony środowiska, a w szczególności w rekultywacji skażonych gleb i ścieków. To właśnie z tego nurtu badawczego wywodzi się cykl monotematycznych publikacji ocenionych wcześniej.

Zarówno analiza statystyczna dorobku publikacyjnego jak i analiza jakości publikacji wyraźnie wskazuje na dynamiczny rozwój i znaczące osiągnięcia naukowe dr Bajdy po uzyskaniu przez niego stopnia doktora.

Należy podkreślić, że dr inż. Tomasz Bajda stworzył nowoczesne zaplecze laboratoryjne dla swoich eksperymentów nad syntezą i reakcjami minerałów w roztworach wodnych, dzięki czemu może rozwijać swoje badania w kierunku układów coraz bardziej

złożonych, a przez to zbliżonych do rzeczywistych warunków środowiskowych. Odzwierciedlenie tego znajdujemy w publikacjach, z których te najnowsze dotyczą układów uwzględniających kilka czynników środowiskowych jednocześnie.

Należy zaakcentować wszechstronność warsztatu badawczego dr Bajdy. Opanował i stosuje szereg nowoczesnych metod analitycznych i eksperymentalnych zarówno właściwym badaniom ciała stałego jak i roztworów wodnych. Jest nie tylko analitykiem, ale także eksperymentatorem. Ponadto ma umiejętność tworzenia modeli hydrogeochemicznych i geochemicznych, dzięki czemu może wyniki badań analitycznych i eksperymentalnych przekładać na prognozowanie zachowania się pierwiastków chemicznych i ich związków w środowisku.

Dr inż. Tomasz Bajda kierował jednym projektem badawczym KBN, a aktualnie kieruje projektem MNiSzW. Był lub jest wykonawcą w 11 innych projektach finansowanych przez KBN, NFOŚiGW, MNiSzW oraz NCN (2 projekty). Świadczy to o aktywności w pozyskiwaniu środków finansowych na badania naukowe, a także o jego wiedzy, kompetencjach i umiejętności pracy zespołowej skoro uczestniczy w tak wielu projektach, jako wykonawca. Doktor Bajda współpracuje z uczonymi z AGH i innych ośrodków naukowych w kraju, a także z naukowcami z USA.

Swoje kwalifikacje naukowe dr Bajda doskonalił w czasie krótkoterminowych stażów naukowych i wyjazdów badawczych w USA i Szwajcarii. O jego rosnącej roli w międzynarodowym środowisku naukowym zaświadcza to, że od kilku ostatnich lat jest proszony o recenzowanie prac przedłożonych do druku w takich czasopismach jak *American Mineralogist*, *International Journal of Environment and Pollution*, *Journal of Chemical Engineering and Materials Science*, *Journal of Hazardous Materials*.

Działalność naukowa dr Bajdy była doceniona nagrodami Rektora AGH (dwoma I stopnia, dwoma II stopnia i jedną III stopnia).

Doktor Tomasz Bajda swoimi badaniami udowadnia ważną rolę mineralogii i geochemii w dogłębnym zrozumieniu procesów istotnych dla unieruchamiania zanieczyszczeń metalami ciężkimi i arsenem, co z kolei przekłada na dobór właściwych metod remediacyjnych. Jego badania są ważne zarówno dla badań podstawowych z zakresu mineralogii i geochemii środowiska jak i dla praktyki w zakresie ochrony środowiska.

Analiza dorobku naukowego dr inż. Tomasza Bajdy prowadzi do bardzo wysokiej oceny. Jest to już naukowiec o poważnym dorobku naukowym z zakresu geochemii i mineralogii środowiska, i co istotne stale rozwijający się.

Ocena osiągnięć dydaktycznych

Dr inż. Tomasz Bajda prowadzi zajęcia dydaktyczne od roku akademickiego 1997/1998 obejmujące ćwiczenia z chemii, geochemii, geochemii środowiska, inżynierii środowiska, kartowania geochemicznego, mineralogii i petrografii, mikroskopii elektronowej, agromineralogii i podstaw gleboznawstwa, a także wykłady z gleboznawstwa i ochrony gleb, agromineralogii, mineralogii i geochemii środowiska oraz skażeń i rekultywacji gleb. Ponadto prowadzi ćwiczenia terenowe. Już tylko z tego zestawienia widać urozmaiconą działalność dydaktyczną dr Bajdy, w znacznej części nawiązującą do jego kompetencji naukowych. Pięć programów przedmiotów jest jego autorstwa. W latach 2009-2013 uczestniczył w zajęciach dydaktycznych na kierunku zamawianym realizowanym na AGH w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki. Jest współautorem skryptu „Materiały do ćwiczeń z geochemii” wydanego w 2011 nakładem Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH.

Wypromował 19 magistrów i sprawował opiekę nad 5 pracami inżynierskimi. Podkreślić należy, że prace magisterskie pisane pod jego kierunkiem są ściśle związane

z jego zainteresowaniami naukowymi, co powoduje, że zaprasza magistrantów do współautorstwem w artykułach naukowych powstałych przy ich udziale.

Ocena osiągnięć organizacyjnych

Dr inż. Tomasz Bajda od 2006 roku jest członkiem Komitetu Nauk Mineralogicznych PAN, gdzie pełni funkcję sekretarza. Również obecnie został wybrany w skład Komitetu na kadencję 2011 – 2014 i pełni funkcję jednego z dwóch sekretarzy. Uczestniczył w organizacji jednej konferencji naukowej krajowej. Współredagował Informator o Naukach Mineralogicznych w Polsce wydany w Krakowie w 2006 roku. Jest członkiem dwóch towarzystw naukowych: Polskiego Towarzystwa Mineralogicznego i Geochemical Society.

Podsumowanie

Na podstawie bardzo wysokiej oceny przedstawionego, jako osiągnięcie naukowe cyklu siedmiu monotematycznych artykułów naukowych oraz na podstawie wysokiej oceny całokształtu dorobku naukowego, a także uwzględniając działalność dydaktyczną i organizacyjną stwierdzam jednoznacznie, że dr inż. Tomasz Bajda spełnia ustawowe (Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.; Rozporządzenie ministra nauki i szkolnictwa wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego) i zwyczajowe wymogi stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego. Ponadto Jego dorobek naukowy uznaję za wyróżniający i istotnie przyczyniający się do rozwoju mineralogii i geochemii środowiska.

