



Krajowy Naukowy  
Ośrodek Wiodący



**Dr Michał Bystrzejewski**

Uniwersytet Warszawski

Wydział Chemii

Pracownia Fizykochemii Nanomateriałów

ul. Pasteura 1

02-093 Warszawa

**Autoreferat w języku polskim**

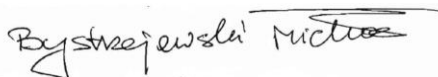
**Warszawa, maj 2014 r.**

**1. Imię i nazwisko: MICHAŁ BYSTRZEJEWSKI**

**2. Informacje o posiadanych dyplomach i uzyskanych stopniach naukowych**

**Październik 2004 r. – Maj 2008 r.** Uniwersytet Warszawski  
Wydział Chemii  
Studia doktoranckie: „*Synteza nanorurek węglowych z materiałów węglowych o różnym stopniu grafityzacji*”  
Promotor: prof. dr hab. Hubert Lange  
Rozprawa doktorska z wyróżnieniem

**Październik 1999 r. - Maj 2004 r.** Uniwersytet Warszawski  
Wydział Chemii  
Studia magisterskie: „*Synteza nanokapsulek węglowych z grafitu i materiałów magnetycznych w łuku elektrycznym*”  
Promotor: prof. dr hab. Hubert Lange

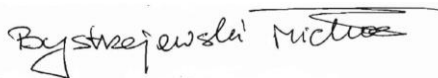


**3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/artystycznych**

Od października 2008 r. do chwili obecnej – Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii, Pracownia Fizykochemii Nanomateriałów

Stanowisko: Adiunkt

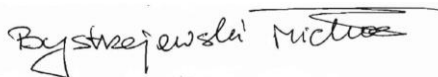
Adres: ul. Pasteura 1, 02-093 Warszawa



**4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 2003 r. o stopniach naukowych i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65, poz. 595 ze zm.)**

a) Tytuł osiągnięcia naukowego:

Monotematyczny cykl publikacji zatytułowany: „***Synteza, właściwości fizykochemiczne i zastosowania wybranych magnetycznych hybrydowych nanomateriałów węglowych***”



b) Wykaz publikacji naukowych stanowiących podstawę osiągnięcia naukowego:

[H1] **M. Bystrzejewski**, O. Łabędź, W. Kaszuwara, A. Huczko, H. Lange, *Controlling the diameter and magnetic properties of carbon-encapsulated iron nanoparticles produced by carbon arc discharge*. Powder Technology 2013, 246, 7-15. **IF(2012)=2.024**

Szacowany udział własny = 70%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 2

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, napisaniu manuskryptu (100%), wykonaniu eksperymentów (60%), opracowaniu i analizie wszystkich wyników, korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje.*

[H2] **M. Bystrzejewski**, O. Łabędź, H. Lange, *Diagnostics of carbon arc plasma under formation of carbon-encapsulated iron nanoparticles by emission and absorption spectroscopy*. Journal of Physics D: Applied Physics 2013, 46, 355501 (1-10). **IF(2012)=2.528**

Szacowany udział własny = 75%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 0

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (60%), napisaniu manuskryptu (80%), opracowaniu wszystkich wyników, korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje.*

[H3] **M. Bystrzejewski**, Z. Karoly, J. Szepvolgyi, W. Kaszuwara, A. Huczko, H. Lange. *Continuous synthesis of carbon encapsulated magnetic nanoparticles with a minimum production of amorphous carbon*. Carbon 2009, 47, 2040-2048. **IF(2009)=4.504**

Szacowany udział własny = 65%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 21

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (80%), napisaniu manuskryptu (95%), opracowaniu wszystkich wyników, korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy*

[H4] **M. Bystrzejewski**, Z. Karoly, J. Szepvolgyi, A. Huczko, H. Lange. *Continuous synthesis of controlled size carbon-encapsulated iron nanoparticles*. Materials Research Bulletin, 2011, 46, 2408-2417. **IF(2011)=2.105**

Szacowany udział własny = 70%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 3

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (70%), napisaniu manuskryptu (95%), opracowaniu wyników (90%, za wyjątkiem*

krzywych dyspersji uziarnienia zamieszczonych w Supplementary Data) , korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje.

[H5] **M. Bystrzejewski**, M. Szala, W. Kiciński, W. Kaszuwara, M.H. Rummeli, T. Gemming, A Huczko. *Self-sustaining high-temperature synthesis of carbon-encapsulated nanoparticles from organic and inorganic metal precursors*. New Carbon Materials 2010, 25, 81-88. **IF(2010)=0.888**

Szacowany udział własny = 45%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 1

Mój wkład polegał na stworzeniu części koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (40%) , napisaniu manuskryptu (80%), opracowaniu wyników (60%), korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy.

[H6] **M. Bystrzejewski**, H. Lange, A. Huczko, P. Baranowski , H.W. Hubers, T. Gemming, T. Picher, B. Buchner, M. H. Rummeli. *One-step catalyst-free generation of carbon nanospheres via laser-induced pyrolysis of anthracene*. Journal of Solid State Chemistry 2008, 181, 2796-2803. **IF(2008)=1.910**

Szacowany udział własny = 55%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 17

Mój wkład polegał na stworzenie koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (80%) , napisaniu manuskryptu (80%), opracowaniu wszystkich wyników, korespondencja z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje.

[H7] **M. Bystrzejewski**, H.W. Hubers, A. Huczko, T. Gemming, B. Buchner, M.H. Rummeli. *Bulk synthesis of carbon nanocapsules and nanotubes containing magnetic nanoparticles via low energy laser pyrolysis of ferrocene*. Materials Letters 2009, 63, 1767-1770. **IF(2009)=1.940**

Szacowany udział własny = 70%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 3

Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (100%), napisaniu manuskryptu (90%), opracowaniu wszystkich wyników, korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje.

[H8] **M. Bystrzejewski**, R. Klingeler, T. Gemming, B. Bucher, M.H. Rummeli. *Low temperature synthesis of carbon-encapsulated iron nanoparticles: a critical evaluation of yield and selectivity*. Nanotechnology 2011, 22, 315606. **IF(2011)=3.979**

Szacowany udział własny = 70%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 4

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (100%), napisaniu manuskryptu (90%), opracowaniu wszystkich wyników, korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje.*

[H9] **M. Bystrzejewski**. *Synthesis of carbon-encapsulated iron nanoparticles via solid state reduction of iron oxide nanoparticles*. Journal of Solid State Chemistry 2011, 184, 1492-1498. **IF(2011)=2.159**

Szacowany udział własny = 100%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 5

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów, napisaniu manuskryptu, opracowaniu wszystkich wyników, korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy.*

[H10] **M. Bystrzejewski**, A. Grabias, J. Borysiuk, A. Huczko, H. Lange. *Mössbauer spectroscopy of carbon-encapsulated magnetic nanoparticles obtained by different routes*. Journal of Applied Physics 2008, 104, 54307. **IF(2008)=2.201**

Szacowany udział własny = 40%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 6

*Mój wkład polegał na stworzenie koncepcji badań i postawienie problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (30%) , napisaniu manuskryptu (50%), opracowaniu wyników (60%), korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje.*

[H11] **M. Bystrzejewski**, A. Grabias. *Tailoring phase composition in carbon-encapsulated iron nanoparticles*. Materials Characterization, 2011, 62, 152-156. **IF(2011)=1.572**

Szacowany udział własny = 60%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 2

*Mój wkład polegał na stworzenie koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonanie eksperymentów (50%) , napisaniu manuskryptu (70%), opracowaniu wyników (50%) , korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy.*

[H12] **M. Bystrzejewski**, K. Pyrzyńska, A. Huczko, H. Lange. *Carbon-encapsulated magnetic nanoparticles as separable and mobile sorbents of heavy metal ions from aqueous solutions*. Carbon 2009, 47, 1201-1204. **IF(2009)=4.504**

Szacowany udział własny = 50%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 40

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (50%) , napisaniu manuskryptu (60%), opracowanie wyników (70%) , korespondencji*

*z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy.*

[H13] K. Pyrżyńska, **M. Bystrzejewski**. *Comparative studies of heavy metal ions adsorption onto activated carbon, carbon nanotubes and carbon-encapsulated magnetic nanoparticles. Colloids&Surfaces A* 2010, 362, 102-109. **IF(2010)=2.130**

Szacowany udział własny = 50%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 56

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (40%), napisaniu manuskryptu (70%), opracowaniu wyników(65%), korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy.*

[H14] **M. Bystrzejewski**, K. Pyrżyńska. *Kinetics of copper ions sorption onto activated carbon, carbon nanotubes and carbon-encapsulated magnetic nanoparticles. Colloids & Surfaces A* 2011, 377, 402-408. **IF(2011)=2.236**

Szacowany udział własny = 60%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 11

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (40%), napisaniu manuskryptu (80%), opracowaniu wyników (90%), korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy.*

[H15] **M. Bystrzejewski**, K. Pyrżyńska. *Enhancing the efficiency of Au adsorption onto activated carbon and carbon nanomaterials. Material Chemistry and Physics* 2013, 141, 454-460. **IF(2012)=2.072**

Szacowany udział własny = 70%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 0

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (40%), napisaniu manuskryptu (90%), opracowaniu wyników (70%), korespondencja z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy.*

[H16] A.M. Nowicka, A. Kowalczyk, **M. Bystrzejewski**, M. Donten, Z. Stojek *Carbon-encapsulated iron nanoparticles used to generate magnetic field and to enhance substrate transport at electrode surface. Electrochemistry Communications* 2012, 20, 4-6. **IF(2012)=4.425**

Szacowany udział własny = 20%; ilość cytowań: 1

*Mój wkład polegał na syntezie materiału do badań, wykonaniu eksperymentów (10%) – pomiarze rozkładu pola magnetycznego, napisaniu części manuskryptu (20%), opracowaniu części wyników (20%).*

[H17] **M. Bystrzejewski**. Magnetic composites of carbon materials: synthesis, structure and applications. *Przemysł Chemiczny* 2011, 90, 399-405. **IF(2011)=0.414**

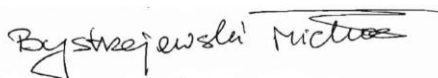
Szacowany udział własny = 100%; autor korespondencyjny; ilość cytowań: 1

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji oraz układu pracy, przeszukaniu baz danych oraz wyszukaniu cytowanej literatury, korespondencji z redakcją oraz kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy.*

[H18] A. Huczko, **M. Bystrzejewski**, H. Lange, P. Baranowski, "Formation and Characterization of Carbon and Ceramic Nanostructures" in: *Physical Properties of Ceramic and Carbon Nanoscale Structures*. Ed. S. Bellucci, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2011 (1-44).

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji oraz układu pracy, przeszukaniu baz danych oraz wyszukaniu cytowanej literatury.*

**Sumaryczny impact factor monotematycznego cyklu publikacji wchodzącego w skład rozprawy habilitacyjnej według listy Journal Citation Reports, zgodnie z rokiem opublikowania: 41.591**



**c) Omówienie celu naukowego w/w prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania**

Cała moja praca dydaktyczna i naukowa jest związana z Wydziałem Chemii Uniwersytetu Warszawskiego. Rozpocząłem ją od badań wykonywanych w trakcie realizacji pracy magisterskiej w Pracowni Fizykochemii Nanomateriałów (dawniej Pracownia Chemii Plazmy), poprzez studia doktoranckie, pracę na stanowisku adiunkta, aż do chwili wystąpienia z wnioskiem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Pracę magisterską, która dotyczyła syntezy magnetycznych nanokapsułek węglowych w łuku węglowym, wykonałem pod kierownictwem prof. dr hab. Huberta Lange. Podczas realizacji badań zainteresowałem się chemią plazmy, jako unikalnym środowiskiem reakcyjnym stwarzającym możliwości syntezy nanomateriałów, których nie można otrzymywać technikami konwencjonalnymi.

Po uzyskaniu tytułu mgra chemii rozpocząłem w październiku 2004 r. studia doktoranckie i prace badawcze realizowałem w zespole prof. A. Huczko pod opieką prof. H. Lange.

Praca doktorska dotyczyła wpływu stopnia grafityzacji elektrod węglowych poddawanych sublimacji w łuku węglowym na wzrost jednościennych nanorurek węglowych. Badania do pracy doktorskiej zrealizowałem w trzy i pół roku, a dezyderat obroniłem z wyróżnieniem w maju 2008 r. W trakcie studiów doktoranckich odbyłem trzymiesięczny staż w Instytucie Badań Materiałowych IFW w Dreźnie. Dostęp do infrastruktury badawczej tej jednostki (przede wszystkim do lasera impulsowego) umożliwił mi zweryfikowanie hipotezy badawczej postawionej w rozprawie doktorskiej w innym układzie eksperymentalnym. Pobyt w Dreźnie umożliwił mi także zapoznanie się z techniką średniej i wysokiej próżni, wykorzystaniem układów laserowych (ciągłych i impulsowych) jako efektywnego narzędzia w syntezie materiałów, spektroskopią ciała stałego oraz z transmisyjną mikroskopią elektronową. Współpraca z ośrodkiem niemieckim znacząco poszerzyła moją wiedzę dotyczącą fizykochemii ciała stałego i zainicjowała nowe pomysły badawcze. W trakcie studiów doktoranckich napisałem i wydałem we współpracy z prof. A. Huczko obszerną monografię książkową z serii „Świat Nanotechnologii” dotyczącą 20 lat fizykochemii fulerenów (300 str., ponad 2600 odnośników lit.). Monografia została wydana w 2007 r. nakładem Wydawnictw Uniwersytetu Warszawskiego.

Po obronie pracy doktorskiej rozpocząłem pracę na stanowisku adiunkta na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego. Moją działalność naukową skoncentrowałem na magnetycznych hybrydowych nanomateriałach węglowych, a w szczególności na tzw. magnetycznych nanokapsułkach węglowych, *ang. carbon-encapsulated magnetic nanoparticles*. W ogólnym znaczeniu magnetyczne hybrydowe nanomateriały węglowe to pojęcie odnoszące się do klasy kompozytów węgiel-faza magnetyczna, z których przynajmniej uziarnienie jednego składnika jest poniżej 100 nm. Jako przykład można tu wyróżnić kompozyty grafen-nanocząstki ferrytowe<sup>1</sup>, węgiel aktywny – nanocząstki magnetyczne<sup>2</sup> oraz przedmiotowe magnetyczne nanokapsułki węglowe. Te ostatnie zostały odkryte w 1993 r.<sup>3</sup> w trakcie intensywnych badań nad powstawaniem fulerenów w plazmie łuku węglowego. Magnetyczne nanokapsułki węglowe to nanomateriały typu rdzeń-otoczka, gdzie rdzeniem jest nanocząstka metalu lub jego stopu o średnicy od ok. 5 do ok. 100 nm, która otoczona jest szczelną powłoką zbudowaną z zakrzywionych płaszczyzn grafenowych. Przeciętna grubość otoczki sięga od 1 do 10 nm. Podstawową rolą otoczki węglowej jest ochrona zakapsułkowanej fazy magnetycznej przed utlenianiem, korozją i aglomeracją. Dodatkową korzyścią wynikającą z obecności otoczki węglowej jest możliwość jej funkcjonalizacji powierzchniowej –

<sup>1</sup> X. Yang et al., J. Mater. Chem. A 2013, 1, 8332

<sup>2</sup> Z.C. Kadirova et al., Appl. Surf. Sci. 2013, 284, 72

<sup>3</sup> R.S. Ruoff et al., Science 1993, 259, 346



zarówno kowalencyjnej jak i niekowalencyjnej. Otwiera to możliwości tworzenia nowych złożonych układów hybrydowych o zróżnicowanych, programowalnych i przewidywalnych właściwościach. Zakapsułkowane nanocząstki fazy magnetycznej w pełni zachowują swoje właściwości chemiczne. Ponadto magnetyczne nanokapsułki węglowe mogą posiadać właściwości superparamagnetyczne w przypadku gdy rozmiar zakapsułkowanych nanocząstek jest mniejszy od średnicy pojedynczej domeny magnetycznej. Superparamagnetyzm w magnetycznych nanokapsułkach węglowych jest zjawiskiem pożądanym, gdyż takie materiały charakteryzują się niskim polem koercji i wysycają się magnetycznie w relatywnie niewielkim zewnętrznym polu magnetycznym. Przegląd literatury światowej pokazuje, że magnetyczne nanokapsułki węglowe mogą być wykorzystane w wielu dziedzinach, m.in. jako mobilne platformy katalityczne, mobilne sorbenty oraz w różnych aplikacjach biomedycznych (magnetotermia, molekularne obrazowanie nowotworów metodą magnetycznego rezonansu jądrowego).

Prace wchodzące w skład wniosku o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego dotyczą magnetycznych nanokapsułek węglowych i są podzielone na trzy grupy: (i) publikacje dotyczące syntezy, (ii) prace dotyczące badania i modyfikacji właściwości fizykochemicznych oraz (iii) publikacje poświęcone potencjalnym zastosowaniom magnetycznych nanokapsułek węglowych.

**Głównym celem moich badań było:**

- Opracowanie optymalnej metody i warunków syntezy magnetycznych nanokapsułek węglowych wraz z krytyczną oceną wyników dotychczas opublikowanych prac przez inne grupy badawcze
- Diagnostyka spektroskopowa plazmy łuku węglowego w procesie powstawania magnetycznych nanokapsułek węglowych
- Określenie parametrów pozwalających kontrolować dyspersję uziarnienia, skład fazowy i właściwości magnetycznych nanokapsułek
- Zbadanie właściwości sorpcyjnych magnetycznych nanokapsułek węglowych w odniesieniu do jonów metali ciężkich

Łuk węglowy to jedna z metod, która jest często stosowana do syntezy magnetycznych nanokapsułek węglowych. W publikacji [H1] przeprowadziłem systematyczne badania wpływu składu anody (C/Fe) na wydajność procesu syntezy nanokapsułek, morfologię, rozkład uziarnienia, stopień grafityzacji oraz ich właściwości magnetyczne. Prace prowadziłem stosując dwa rodzaje elektrod, tj. homo- i heterogenne, które były poddawane procesowi ablacji łukowej. Wykazałem, że skład chemiczny anody jest wyłącznym parametrem makroskopowym, który określa selektywność procesu,

rozkład uziarnienia, stopień grafityzacji i właściwości magnetyczne nanokapsułek węglowych. Prąd wyładowania oraz sposób przygotowania anod (homo- i heterogennych) nieznacznie wpływał na wyżej wymienioną charakterystykę. Równocześnie stwierdziłem, że jakościowy skład fazowy nie jest zależny od składu anody ani od mocy dostarczonej do strefy wyładowania. Udowodniłem także, że metoda łuku węglowego jest w pełni powtarzalną metodą oraz ustaliłem warunki, w których magnetyczne nanokapsułki węglowe powstają z maksymalną wydajnością i selektywnością.

Wyniki badań parametrycznych przedstawione w pracy [H1] rozszerzyłem o diagnostykę spektroskopową strefy wyładowania łukowego w celu określenia składu plazmy węglowej, rozkładu temperatur, rozkładu gęstości kolumnowej rodniaka  $C_2$  i prężności równowagowej gazu węglowego [H2]. W tym celu zastosowałem zarówno spektroskopię absorpcyjną oraz emisyjną rejestrując widma w obszarze 500-520 nm, które związane są z przejściem elektronowym rodniaka  $C_2$   $a^3\Pi_u - d^3\Pi_g$ . Dodatkowo skupiłem się na przejściach rezonansowych atomów Fe w obszarze 385-393 nm. Oprócz spektroskopii emisyjnej zastosowałem także spektroskopię absorpcyjną. Podejście absorpcyjne pozwala badać składniki plazmy występujące w niewzbudzonym stanie elektronowym, natomiast tryb emisyjny skupia się wyłącznie na indywidualach w stanach wzbudzonych. Należy zwrócić uwagę, że w światowej literaturze przedmiotu brakuje tak systematycznego podejścia do diagnostyki plazmy łuku węglowego. Wiąże się to z trudnościami technicznymi wynikającymi nie tylko z promieniowania własnego strefy wyładowania, ale także z silnej emisji promieniowania ciągłego pochodzącego z rozgrzanych elektrod. Pomiar w trybie absorpcyjnym jest również utrudniony ze względu na rozpraszanie promieniowania na kondensujących stałych cząstkach produktów. Powyższe niedogodności zostały wyeliminowane poprzez użycie silnego źródła światła oraz czasowo-rozdzielczymi pomiarami transmitancji diagnozowanej strefy wyładowania. W pierwszej części pracy stworzyłem model symulujący widma emisyjne i absorpcyjne rodniaka  $C_2$ , jako głównego składnika gazu węglowego, w oparciu o hipotetyczne rozkłady radialne temperatury i stężeń tego rodniaka w strefie wyładowania. Następnie zweryfikowałem poprawność działania modelu obliczając rozkłady radialne temperatury i stężenia rodniaka  $C_2$  w oparciu o wysymulowane widma. Udowodniłem, że stworzony model odwzorowuje pierwotne rozkłady z dokładnością przewyższającą 90%. Zweryfikowany model wykorzystałem następnie do analizy danych doświadczalnych. Wykazałem, że temperatura rotacyjna rodniaka  $C_2$  jest istotnie różna dla podstawowego i wzbudzonego stanu elektronowego (różnica w granicach 600-1000 K). Temperatura wzbudzenia elektronowego atomów Fe znacząco przewyższała (o ponad 1000 K) temperaturę rotacyjną rodników  $C_2$  we wzbudzonym stanie elektronowym. Stwierdziłem, że te różnice są skutkiem braku równowagi termodynamicznej pomiędzy składnikami plazmy. Wykazałem, że temperatura rotacyjna rodników  $C_2$  nie zależy od zawartości żelaza w anodzie poddawanej sublimacji elektrolukowej. Zademonstrowałem ponadto, że

gęstości kolumnowe określone dla rodników  $C_2$  w podstawowym stanie elektronowym były dwa razy niższe od gęstości rodników w stanie wzbudzonym. Dowiodłem, że te różnice były spowodowane dodatkowym rozpraszaniem promieniowania na cząstkach stałych kondensujących w trakcie procesu plazmowego, które są obecne na drodze optycznej. Następnie oszacowałem prężności gazu węglowego i atomów Fe i wykazałem ich korelację z wydajnością kapsułkowania wyznaczoną w pracy [H1]. Wyniki z publikacji [H2] jednoznacznie pokazały, że rodniki  $C_2$  odgrywają istotną rolę w procesie wzrostu magnetycznych nanokapsulek węglowych w łuku węglowym.

Łuk węglowy jest selektywną i wysokowydajną metodą otrzymywania magnetycznych nanokapsulek węglowych. Główną wadą tego podejścia jest periodyczność związana z koniecznością wymiany zużytych prętowych anod, co znacznie wydłuża czas uzyskiwania żądanych ilości produktów. W celu wyeliminowania tej niedogodności podjąłem próby zastosowania strumienia plazmy termicznej. Takie rozwiązanie stwarza możliwość równoległego wprowadzania prekursorów metalu i węgla oraz odbiór produktów w sposób ciągły. Podstawowym problemem ograniczającym szersze zastosowanie tej metody jest krótki czas przebywania odparowywanego materiału w strumieniu plazmy. Jest to szczególnie istotnie, gdy stosuje się grafit jako prekursor węglowy. Proszki grafitowe (nawet o ultradrobny uziarnieniu, tj. poniżej 10 mikronów) sublimują powoli i przechodzą przez strefę wysokotemperaturową w praktycznie niezmiennym stanie<sup>4</sup>. Z kolei zastosowanie alternatywnych prekursorów węglowych, np. węglowodorów, obniża selektywność procesu syntezy nanokapsulek węglowych. Uaktywniają się wtedy równoległe kanały reakcyjne prowadzące do powstawania ziaren węgla amorficznego<sup>5</sup>. Taki produkt uboczny można usunąć, jednak wymaga to stosowania czasochłonnych metod oczyszczania poprocesowego, np. selektywną gazyfikację lub trawienie nadtlakiem wodoru. Zamierzenie postawione w pracy [H3] dotyczyło możliwości poprawy selektywności ciągłego procesu otrzymywania magnetycznych nanokapsulek węglowych w strumieniu plazmy termicznej. Moja propozycja polegała na eliminacji węgla amorficznego już w trakcie procesu plazmowego. W tym celu zastosowałem: (i) prekursory węglowe zawierające tlen (alkohole) lub (ii) używałem ciekłych węglowodorów (heksan, toluen) jednocześnie wprowadzając pewne ilości gazowego tlenu do gazu plazmowego. Wykazałem, że obecność tlenu znacząco obniża zawartość węgla amorficznego w produkcie i prowadzi do produktów o lepszych właściwościach magnetycznych. Najlepsze wyniki uzyskałem dla etanolu - w tym przypadku zawartość węgla amorficznego była poniżej 5% wag. Stwierdziłem ponadto, że obecność tlenu nie prowadzi do kapsułkowania tlenków żelaza. Wykazałem także, że efektywność eliminacji węgla amorficznego

<sup>4</sup> M. Bystrzejewski, H. Lange, A. Huczko, Z. Karoly, L. Gal. *RF plasma synthesis of carbon encapsulates*. *Polish Journal of Applied Chemistry* 2005, 49, 23-31.

<sup>5</sup> M. Bystrzejewski, A. Huczko, H. Lange, P. Baranowski, G. Soucy, G. Cota-Sanchez, J. Szczytko, A. Twardowski. *Large Scale Synthesis of Carbon Encapsulated Magnetic Nanoparticles*. *Nanotechnology* 2007, 18, 145608.

zależy wyłącznie od ilości tlenu, nie zaś od jego pochodzenia (tlen molekularny vs. prekursor węglowy w postaci alkoholu).

W kolejnej pracy [H4] zająłem się syntezą magnetycznych nanokapsułek węglowych w strumieniu plazmy termicznej o określonej dyspersji średnic. W oparciu o ustalone optymalne warunki syntezy w pracy [H3] zbadałem wpływ uziarnienia wyjściowego proszku Fe wprowadzanego do strumienia plazmy. Wykazałem, że przeróbka plazmowa etanolu i proszków Fe o najmniejszym uziarnieniu (ok. 16 mikronów) prowadzi do nanokapsułek o szerokiej dyspersji średnic (10-100 nm). Stwierdziłem, że przetwarzanie grubszych proszków Fe, wbrew pierwotnym oczekiwaniom, znacząco redukuje rozmiar nanokapsułek i zawęża ich dyspersję uziarnienia do 5-10 nm. Udowodniłem także, że te efekty są wynikają z różnic w szybkości parowania wyjściowego proszku w Fe w strumieniu plazmy. W tej pracy zwróciłem także uwagę na związek właściwości cieplnych gazu plazmowego i wydajności kapsułkowania. Pokazałem że dodatek lekkich gazów szlachetnych o wysokim przewodnictwie cieplnym (np. He) prowadził do lepszej wymiany ciepła pomiędzy ziarnami proszku Fe i strumieniem plazmy, i w końcowym efekcie znacząco zwiększał efektywność kapsułkowania.

Metody plazmowe pozwalają otrzymywać nanokapsułki węglowe z wysoką selektywnością i dużą wydajnością. Cechują się jednak wysokim zużyciem energii oraz skomplikowaną budową reaktorów. Podjąłem próby wykorzystania syntezy spaleniowej jako alternatywnej metody otrzymywania nanokapsułek w stosunku do technik plazmowych. Synteza spaleniowa to szybka i samopodtrzymująca się reakcja o silnie egzotermicznym charakterze, która jest prowadzona w reaktorze o bardzo prostej konstrukcji (stalowy cylinder wyposażony w przyłączy do dozowania gazów). Ciepło wydzielane podczas syntezy spaleniowej sięga nawet 4 MJ/kg mieszanki reakcyjnej i prowadzi do średniomasowej temperatury na poziomie 1800-2000 K<sup>6</sup>. Wykonane przeze mnie badania rozpoznawcze dotyczyły selekcji optymalnego układu reakcyjnego, który prowadzi do otrzymania nanostrukturalnych faz węglowych. Przebadałem układ azydek sodu – heksachlorobenzen i stwierdziłem, że możliwe jest otrzymanie m.in. nanocząstek węglowych o pustym rdzeniu i średnicach typowych dla nanokapsułek węglowych<sup>7,8</sup>. W publikacjach<sup>9,10</sup>

<sup>6</sup> A. Huczko, M. Osica, A. Rutkowska, **M. Bystrzejewski**, H. Lange, S. Cudziło. *A self-assembly SHS approach to form silicon carbide nanofibres*. Journal of Physics Condensed Matter 2007, 19, 395022.

<sup>7</sup> **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, H. Lange, S. Cudziło, W. Kiciński. *Combustion synthesis route to carbon-encapsulated iron nanoparticles*. Diamond and Related Materials 2007, 16, 225-228.

<sup>8</sup> **M. Bystrzejewski**, M.H. Rummeli, T. Gemming, H. Lange, A. Huczko. *Catalyst-free synthesis of onion-like carbon nanoparticles*. New Carbon Materials 2010, 25, 1-8.

<sup>9</sup> **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, H. Lange, P. Baranowski, W. Kaszuwara, S. Cudziło, E. Kowalska, M.H. Rummeli, T. Gemming. *Carbon-encapsulated magnetic nanoparticles spontaneously formed by thermolysis route*. Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures 2008, 16, 217-230.

stwierdziłem, że dodatek ultra-drobnych proszków metalicznych (Fe, Co, Ni, Fe<sub>14</sub>Nd<sub>2</sub>B uziarnienie na poziomie kilku-kilkunastu mikronów) do mieszaniny NaN<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>Cl<sub>6</sub> umożliwia otrzymanie produktów zawierających niewielkie ilości magnetycznych nanokapsułek węglowych. W trakcie reakcji uwalniania była zbyt mała ilość ciepła, która była niewystarczająca do efektywnej sublimacji wyjściowych proszków i prowadziła do powierzchniowego parowania ziaren metalicznych. W konsekwencji skutkowało to niską wydajnością kapsułkowania. Zasugerowałem w pracach<sup>9,10</sup> że proces powierzchniowej sublimacji ziaren proszku metalicznego może być dodatkowo wspomagany powstającą w trakcie syntezy spaleniowej falą uderzeniową. Znaczące zwiększenie wydajności kapsułkowania (siedmiokrotne) uzyskałem w przypadku, gdy prekursor metaliczny był w postaci związku metaloorganicznego (Fe(CO)<sub>5</sub>) [H5]. Stwierdziłem także, że wydajności kapsułkowania zależy przede wszystkim od zawartości prekursora metalicznego. Udowodniłem, że globalny efekt cieplny procesu determinuje stopień grafityzacji produktu i w nieznacznym sposób wpływa na wydajność kapsułkowania.

W trakcie pobytu w Instytucie Badań Materiałowych w Dreźnie wykorzystywałem wiązkę lasera gazowego (CO<sub>2</sub>) jako źródła energii cieplnej w procesie syntezy magnetycznych nanokapsułek węglowych. Wiązka laserowa o mocy 30W potrafi rozgrzać ciekłą pastylkę (ok. 10 mm średnicy, 3 mm grubości) do temperatury ok 1300-1600K. W pierwszym etapie badań skupiłem się nad wspomaganym laserowo rozkładem czystego prekursora węglowego, tj. antracenu [H6]. Stwierdziłem, że piroliza laserowa antracenu prowadzi do powstawania dużych nanosfer węglowych o średnicach 100-400 nm i niskim stopniu grafityzacji. Wykazałem, że nanosfery zbudowane są z niewielkich fragmentów aromatycznych połączonych prostymi mostkami alifatycznymi. Zademonstrowałem ponadto wysoką stabilność chemiczną otrzymanych nanosfer węglowych poddawanych działaniu ultradźwięków w różnych rozpuszczalnikach. W pracy [H7] zastosowałem ferrocen zamiast antracenu, który był jednoczesnym prekursorem węgla i żelaza. Udowodniłem, że proces pirolizy laserowej ferrocenu charakteryzuje się umiarkowaną selektywnością. Otrzymane produkty składały się z magnetycznych nanokapsułek i wielościennych nanorurek węglowych. Określiłem szybkości powstawania produktów oraz wykazałem, że wydajność kapsułkowania jest skorelowana z ciśnieniem gazu buforowego w reaktorze. Udowodniłem także, że stopień grafityzacji fazy węglowej nie zależy od ciśnienia panującego w reaktorze.

<sup>10</sup> M. Bystrzejewski, A. Huczko, M. Soszyński, S. Cudziło, W. Kaszuwara, M.H. Rummeli, T. Gemming, H. Lange. *An easy one-step route to carbon-encapsulated magnetic nanoparticles*. *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures* 2009, 17, 600-615.

Literatura przedmiotu sygnalizuje, że magnetyczne nanokapsułki węglowe mogą być otrzymywane w typowych piecach laboratoryjnych w relatywnie niskiej temperaturze nie przekraczającej 1500K. W oparciu o zdobyte doświadczenie krytycznie oceniłem opublikowane dotychczas prace poświęcone niskotemperaturowej syntezie nanokapsułek i przeprowadziłem systematyczne badania weryfikujące wcześniejsze doniesienia, które obejmowały: (i) pirolizę mieszaniny polimer-metaloorganiczny prekursor żelaza oraz (ii) karbochemiczną redukcję nanocząstek tlenku żelaza. W pierwszym przypadku zbadałem wpływ składu mieszaniny reakcyjnej na selektywność, wydajność tworzenia produktów stałych, wydajność kapsułkowania, skład fazowy, stopień grafityzacji i właściwości magnetyczne produktów [H8]. Wykazałem, że proces pirolizy alkoholu poliwinylowego i cytrynianu żelaza prowadzi przede wszystkim do mikrocząstek żelaza i mikrokryształów grafitowych, a zawartość magnetycznych nanokapsułek węglowych nie przekracza kilku procent wagowych. Udowodniłem, że wydajność kapsułkowania jest odwrotnie proporcjonalna do zawartości prekursora Fe w mieszaninie reakcyjnej. Pokazałem, że po przekroczeniu krytycznej zawartości cytrynianu żelaza (25 %) uaktywniają się kanały prowadzące do koalescencji klasterów żelaza, które prowadzą do powstawania wspomnianych mikrocząstek Fe. Stwierdziłem także, że piroliza mieszaniny o dużej zawartości polimeru prowadzi do kompozytowych nanomateriałów zawierających niskozgrafityzowaną mikro- i mezoporowatą fazę węglową. Zademonstrowałem, że stopień grafityzacji (wyznaczony dwiema niezależnymi metodami, tj. spektroskopią Ramana i dyfrakcją proszkową) koreluje z zawartością prekursora metalicznego. Wykazałem, że kapsułkowaniu ulegają termodynamicznie metastabilne fazy austenitu i żelaza gamma, oraz określiłem ich względny udział na podstawie wyników pomiarów magnetycznych i dekonwolucji profili refleksów rentgenowskich.

W pracy [H9] krytycznie odniosłem się do prac japońskiej grupy badawczej, które pokazywały możliwość otrzymania magnetycznych nanokapsułek węglowych zawierających krystalność Fe w wyniku redukcji nanocząstek tlenku żelaza sadzą techniczną. Przeprowadziłem badania weryfikujące opublikowane wyniki, rozszerzając reduktor o dwa dodatkowe materiały, tj. sferyczne nanocząstki węglowe i ultra drobny proszek grafitowy. Udowodniłem, że karbochemiczna redukcja nanocząstek tlenku żelaza w temp. 1273 K prowadzi przede wszystkim do kubicznych i sferycznych mikrocząstek Fe wymieszanych z pierwotnym reduktorem węglowym, a rzeczywista zawartość magnetycznych nanokapsułek węglowych nie przekracza kilku procent wagowych. Zademonstrowałem, że proces redukcji tlenku żelaza prowadzony w temp. 1273 K nie zachodzi całkowicie. Udowodniłem także, że właściwości magnetyczne nanokapsułek węglowych opublikowane przez grupę japońską były zawyżone o 2 rzędy wielkości. Stwierdziłem ponadto, że selektywność procesu i wydajność

kapsułkowania może zostać poprawiona, gdy karbochemiczną redukcją nanocząstek tlenku żelaza prowadzi się w podwyższonej temperaturze, tj. 1473 K.

Kolejna grupa prac dotyczyła badań nad składem fazowym magnetycznych nanokapsułek węglowych zawierających krystaliny Fe. Według przewidywań termodynamicznych kapsułkowaniu powinny ulegać tylko dwie fazy: żelazo alfa (lub jego stopy z węglem) i węgiel żelaza. Rentgenograficzna dyfrakcja proszkowa to metoda, która jest rutynowo używana do określania jakościowego składu fazowego. W przypadku nanostrukturalnych faz metalicznych opartych na Fe metoda ta daje jednak trudne w interpretacji i niejednoznaczne wyniki (refleksy od odpowiednich faz są często poszerzone i nachodzą na siebie). W tym celu wykonane zostały badania z użyciem spektroskopii efektu Mossbauera, które dodatkowo wzbogacono o szczegółowe badania magnetyczne w różnych temperaturach ([H10] i publikacja<sup>11</sup>). Wykazałem, że termodynamicznie nietrwała faza żelaza gamma (a dokładniej stop żelaza gamma z węglem) występuje w nanokapsułkach węglowych zawierających krystaliny Fe w relatywnie dużych ilościach (nawet do 43% całkowitej zawartości żelaza). Stwierdziłem, że obecność tej metastabilnej fazy nie zależy od metody otrzymywania nanokapsułek. Żelazo gamma występowało w produktach otrzymywanych zarówno metodą łuku węglowego, w strumieniu plazmy termicznej, a także w syntezie spaleniuwej. Zagadnienie obecności żelaza gamma i jego stopów z węglem zostało także poruszone w pracy [H1]. W publikacji [H1] opisałem metodę półilościowego określania składu fazowego w oparciu o wartość namagnesowania nasycenia i całkowitą zawartość żelaza. Metoda polegała na normalizacji namagnesowania nasycenia względem zawartości żelaza i porównania otrzymanego wyniku z kombinacją liniową wkładów od dwóch faz ferromagnetycznych, tj. żelaza alfa i węgla żelaza.

Obecność żelaza gamma w magnetycznych nanokapsułkach węglowych zawierających nanokrystaliny Fe jest niepożądanym zjawiskiem, gdyż ta faza jest paramagnetyczna i jej obecność obniża namagnesowanie nasycenia. W efekcie nanokapsułki zawierające żelazo gamma słabiej oddziałują z zewnętrznym polem magnetycznym. W pracy [H11], która nawiązuje do publikacji [H3], udowodniłem, że obecność tlenu w trakcie syntezy magnetycznych nanokapsułek węglowych w strumieniu plazmy termicznej nie tylko eliminuje węgiel amorficzny ale także wpływa na skład fazowy. Stwierdziłem, że tlen przesuwa równowagę w kierunku najbardziej pożądanej fazy, tj. żelaza alfa, zmniejszając jednocześnie zawartość węgla żelaza i żelaza gamma. Zaprezentowałem także metodę symulacji odpowiedzi magnetycznej w oparciu o skład chemiczny i udział masowy poszczególnych faz zawierających żelazo, który był określony z widm efektu Mossbauera. Zgodność

<sup>11</sup> J. Borysiuk, A. Grabias, J. Szczytko, M. Bystrzejewski, A. Twardowski, H. Lange. *Structure and magnetic properties of carbon encapsulated Fe nanoparticles obtained by arc plasma and combustion synthesis*. *Carbon* 2008, 46, 1693-1701.

wysymulowanych wyników z danymi eksperymentalnymi uzyskanymi z pomiarów w magnetometrze była na poziomie 75-99%.

Tematykę kontroli składu fazowego poruszyłem także w pracy, która została opublikowana w kwietniu 2014 r. w *Journal of Alloys and Compounds* (praca nie jest włączona do dorobku habilitacyjnego)<sup>12</sup>. Postawiłem hipotezę, że dodatek pierwiastka stabilizującego ferryt (glin) do anod C-Fe poddawanych ablacji elektrołukowej powinien minimalizować ilość austenitu w magnetycznych nanokapsułkach węglowych zawierających krystality Fe. Przeprowadziłem systematyczne badania wpływu zawartości glinu w anodzie C-Fe na powstawanie, właściwości magnetyczne i skład fazowy nanokapsułek. Wyniki były sprzeczne z przewidywaniami termodynamicznymi, tj. wzrost zawartości glinu w anodzie prowadził do produktów o zwiększonej zawartości austenitu i obniżonym namagnesowaniu nasycenia.

W 2009 r. uzyskałem środki finansowe z MNiSW na realizację dwuletniego projektu badawczego dotyczącego syntezy i zastosowania magnetycznych nanokapsułek węglowych jako mobilnych sorbentów metali ciężkich. W odróżnieniu od sorbentów konwencjonalnych mobilne sorbenty cechują się podstawową zaletą, a mianowicie możliwe jest ich szybkie oddzielenie z oczyszczanego roztworu za pomocą zewnętrznego magnesu trwałego. Eliminuje to czasochłonne operacje jednostkowe takie jak wirowanie czy filtracja. Sorpcja jonów metali ciężkich na materiałach węglowych nie wymaga, wbrew powszechnej i błędnej opinii, wysoko rozwiniętej powierzchni właściwej. Mechanizm sorpcji w odniesieniu do typowych jonów metali ciężkich (Fe, Co, Ni, Cu) polega na elektrostatycznym wiązaniu kationów metali do zdeprotonowanych grup funkcyjnych wprowadzanych na powierzchnię materiału węglowego. Ujemny ładunek powierzchniowy kompensuje ładunek kationu i umożliwia proces adsorpcji. Materiały węglowe poddaje się najczęściej utlenianiu powierzchniowemu za pomocą kwasu azotowego. Prowadzi to do wytworzenia kwasowych grup powierzchniowych o charakterze grup karboksylowych, laktonowych i fenolowych. W pracy [H12] zaprezentowałem wstępne wyniki badań dotyczące możliwości sorpcyjnych magnetycznych nanokapsułek węglowych zawierających krystality żelaza w odniesieniu do jonów Cu, Co i Cd. Wykazałem, że nanokapsułki efektywnie adsorbują jony tych metali, a efekt ten występował zarówno dla materiału utlenionego jak i nieutlenionego powierzchniowo. Stwierdziłem także, że efektywność sorpcji nanokapsułek węglowych w szerokim zakresie pH przewyższa możliwości sorpcyjne wielościennych nanorurek węglowych. W pracy [H13] przeprowadziłem badania porównawcze sorpcji jonów kobaltu i miedzi na trzech utlenionych sorbentach węglowych:

<sup>12</sup> O. Łabędź, A. Grabias, W. Kaszuwara, **M. Bystrzejewski**, *Influence of Al on synthesis and properties of carbon-encapsulated iron nanoparticles*. *Journal of Alloys and Compounds*, 2014, 603, 230-238.



magnetycznych nanokapsułkach, nanorurkach i węgla aktywnym. Wykazałem, że właściwości sorpcyjne wymienionych dwóch nanomateriałów węglowych są znacząco lepsze w porównaniu do węgla aktywnego. Pomimo podobnej zawartości powierzchniowych grup funkcyjnych we wszystkich badanych sorbentach węglowych, nanokapsułki i nanorurki charakteryzowały się kilkukrotnie wyższymi pojemnościami sorpcyjnymi w odniesieniu do węgla aktywnego. Efekt ten wytłumaczyłem w oparciu o średnią gęstość rozkładu ładunku powierzchniowego. W przypadku nanokapsułek i nanorurek, z uwagi na niewielką powierzchnię właściwą, grupy funkcyjne były gęściej upakowane co prowadziło do wyższej gęstości ładunku powierzchniowego i w efekcie do wyższych pojemności sorpcyjnych.

Kolejna praca dotyczyła aspektów kinetyki sorpcji jonów Cu(II) [H14]. W analogii do pracy [H13] przeprowadziłem badania kinetyczne dla tych samych utlenionych powierzchniowo materiałów węglowych. Kinetykę sorpcji jonów miedzi zbadałem w lekko kwaśnym (pH=5) i lekko zasadowym środowisku (pH=8). Wykazałem, że powszechnie stosowane modele (1- i 2-rzędu) nie nadają się do opisu procesu kinetyki sorpcji, szczególnie w odniesieniu do krótkich czasów kontaktu. Stosując model Elovicha stwierdziłem, że w sorpcja przebiega nieznacznie szybciej w przypadku magnetycznych nanokapsułek węglowych i nanorurek niż w przypadku węgla aktywnego. W dalszej części pracy skupiłem się na wskazaniu czynników które są determinantami limitującymi kinetykę adsorpcji jonów miedzi. Stwierdziłem, że w przypadku nanokapsułek i nanorurek kinetyka adsorpcji jest głównie ograniczana przez dyfuzję powierzchniową adsorbentu. Natomiast dla węgla aktywnego kinetyka sorpcji jest ograniczana przez mechanizm związany z dyfuzją wewnątrzziarnową. Wykazane zależności w pełni korelowały z charakterystyką morfologiczną i teksturalną badanych sorbentów węglowych.

Ostatnia praca poświęcona zagadnieniom sorpcji dotyczyła usuwania jonów  $\text{AuCl}_4^-$  z roztworów wodnych [H15]. Przeprowadziłem porównawcze badania efektywności usuwania chlorokompleksu złota z użyciem magnetycznych nanokapsułek węglowych, nanorurek węglowych, węgla aktywnego i sadzy technicznej. Wykazałem, że w przypadku sorbentów nieutlenionych powierzchniowo efektywność sorpcji jest przede wszystkim związana ze stopniem grafityzacji i teksturą materiału węglowego. Zademonstrowałem także, że proste utlenianie powierzchniowe w kwasie azotowym powoduje ponad dwukrotny wzrost efektywności sorpcji jonów  $\text{AuCl}_4^-$ . Wykazałem, że w tym przypadku wzrost efektywności sorpcji wynika z obecności powierzchniowych tlenowych grup funkcyjnych i nie jest pochodną zmian właściwości teksturalnych utlenionego sorbenta węglowego. Przeprowadziłem także badania uwalniania jonów żelaza z rdzenia nanokapsułek węglowych podczas procesu sorpcji i stwierdziłem, że proces adsorpcji chlorokompleksu złota powoduje częściową i bardzo dyskretną perforację otoczki węglowej.

W 2011 r. zostałem wyróżniony przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego uzyskując trzyletnie stypendium naukowe (2011-2014) dla wybitnych młodych naukowców.

Kolejną pracę [H16] poświęconą aplikacjom syntezowanych przeze mnie magnetycznych nanokapsułek węglowych opublikowano we współpracy z grupą prof. Z. Stojka z macierzystego wydziału. Zademonstrowaliśmy, że modyfikacja elektrody z węgla szklanego cienką warstwą nanokapsułek węglowych pozwala obserwować ciekawe efekty elektrokatalityczne. Stwierdziliśmy, że zewnętrzne pole magnetyczne o niewielkiej indukcji znacząco przyspiesza utlenianie i redukcję paramagnetycznej pochodnej ferrocenu na zmodyfikowanej elektrodzie z węgla szklanego. Ten efekt katalityczny związany był bezpośrednio z szybszym transportem próbnika redoks do namagnesowanej powierzchni elektrody. Zaobserwowany efekt był bardzo wyraźny - prądy pików voltamperometrycznych wzrastały o 165% w stosunku do niezmodyfikowanej elektrody. Tematyka wpływu pola magnetycznego na procesy elektrochemiczne była także poruszana w publikacji<sup>13</sup> dotyczącej elektroredukcji tlenu. Stwierdzono w niej, że już sama obecność nanokapsułek na elektrodzie z węgla szklanego powoduje przesunięcie pików redukcji o 250 mV w kierunku dodatnich potencjałów. Dodatkowo zastosowanie zewnętrznego pola magnetycznego powodowało ponad dwukrotny wzrost prądu pików redukcji tlenu. Zademonstrowano także możliwość otrzymania elektrody zmodyfikowanej warstwą mieszaną składającą się z magnetycznych nanokapsułek węglowych i lakkazy<sup>13</sup>. W tym przypadku zewnętrzne pole magnetyczne zwiększało prąd redukcji tlenu ok. 1.8-krotnie. Powyższe prace jednoznacznie demonstrowują wysoki potencjał aplikacyjny magnetycznych nanokapsułek węglowych jako efektywnych modyfikatorów elektrod, które katalizują różne procesy elektrochemiczne z udziałem reagentów paramagnetycznych.

Jestem także autorem dwóch publikacji przeglądowych poświęconych magnetycznym nanokapsułkom węglowym. Pierwsza z nich [H17] to przegląd dotyczący mobilnych sorbentów opartych na kompozytach magnetycznych materiałów węglowych. Opisałem w niej metody otrzymywania w/w kompozytów prowadzące do materiałów węglowych o różnej porowatości (tj. mikro- i mezoporowatych). W tej pracy zawarłem także podrozdział dotyczący właściwości sorpcyjnych magnetycznych nanokapsułek węglowych. Praca [H18] opublikowana w monografii książkowej wydanej przez konsorcjum Springer zawiera rozdział, w którym opisałem szczegółowo

<sup>13</sup> A.M. Nowicka, A. Kowalczyk, M. Donten, M.L. Donten, **M. Bystrzejewski**, Z. Stojek. *Carbon-encapsulated iron nanoparticles as ferromagnetic matrix for oxygen reduction in absence and presence of immobilized laccase*. *Electrochimica Acta*, 2014, w druku.

metody otrzymywania magnetycznych nanokapsułek węglowych i ich podstawowe właściwości fizykochemiczne.

**Podsumowanie najważniejszych osiągnięć związanych z zaprezentowanym cyklem publikacji:**

- Wykazałem, że plazma łuku węglowego jest powtarzalną, selektywną i wysokowydajną metodą otrzymywania magnetycznych nanokapsułek węglowych
- Stwierdziłem, że zawartość żelaza w anodzie poddawanej ablacji elektrołukowej jest wyłącznym parametrem, który określa dyspersję uziarnienia i właściwości magnetyczne nanokapsułek węglowych
- Wykonałem diagnostykę spektroskopową plazmy łuku węglowego i wykazałem ścisłą korelację składu plazmy węglowej z makroskopową wydajnością otrzymywania magnetycznych nanokapsułek węglowych
- Udowodniłem, że dodatek tlenu znacząco podwyższa selektywność syntezy, modyfikuje skład fazowy i poprawia właściwości magnetyczne nanokapsułek węglowych otrzymywanych strumieniu plazmy termicznej
- Wykazałem, że dyspersja średnic magnetycznych nanokapsułek węglowych otrzymywanych w strumieniu plazmy termicznej jest skorelowana z makroskopowym uziarnieniem wyjściowego prekursora
- Ustaliłem, że synteza spaleniowa i piroliza laserowa to metody syntezy magnetycznych nanokapsułek węglowych charakteryzujące się niską selektywnością i ograniczoną wydajnością kapsułkowania
- Udowodniłem, że niskotemperaturowe metody syntezy magnetycznych nanokapsułek węglowych, wbrew doniesieniom literaturowym, prowadzą przede wszystkim do mikroziaren Fe i krystalitów grafitowych
- Wykazałem, że efektywność sorpcji jonów metali ciężkich na magnetycznych nanokapsułkach węglowych jest skorelowana z gęstością ładunku powierzchniowego
- Udowodniłem, że kinetyka sorpcji jonów miedzi na magnetycznych nanokapsułkach węglowych jest limitowana dyfuzją powierzchniową
- Wykazałem, że utlenianie powierzchniowe magnetycznych nanokapsułek węglowych umożliwiło dwukrotny wzrost efektywności sorpcji chlorokompleksu złota
- Wskazałem na możliwości wykorzystania magnetycznych nanokapsułek węglowych jako efektywnych katalizatorów w procesach elektrochemicznych

## 5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

W moim dorobku znajduje się także grupa prac poświęcona magnetycznym nanokapsułkom węglowym, które nie zostały ujęte wykazie publikacji naukowych stanowiących podstawę osiągnięcia naukowego. W 2008 r. nawiązałem współpracę z grupą estońską specjalizującą się w aplikacjach materiałów węglowych w magazynowaniu energii elektrycznej. Zbadaliśmy zachowanie elektrochemiczne magnetycznych nanokapsułek węglowych w zasadowym elektrolicie (6 M KOH) w warunkach polaryzacji stało- i zmiennie-prądowej<sup>14</sup>. Wykazaliśmy, że otoczka węglowa chroni zakapsułkowane ziarna magnetyczne (szczelność wykazywały trzy z czterech badanych próbek). Określono pojemności właściwe (10-40 F/g), które korelowały zarówno z charakterystyką teksturalną, jak i zawartością nanokapsułek w badanych próbkach. Stwierdziliśmy, że magnetyczne nanokapsułki węglowe charakteryzują się wyższymi pojemnościami niż typowe sadze techniczne i wielościennie nanorurki węglowe. Przygotowane elektrody z nanokapsułek charakteryzowały się niskimi opornościami kontaktowymi. Uzyskane wyniki pokazały, że magnetyczne nanokapsułki węglowe mogą być obiecującymi materiałami do konstrukcji elektrod i zastosowań elektrochemicznych.

We współpracy z Wydziałem Chemicznym Politechniki Warszawskiej opracowaliśmy metodę kowalencyjnej funkcjonalizacji powierzchniowej magnetycznych nanokapsułek węglowych<sup>15</sup>. Metoda polega na cykloaddycji pochodnych tlenków nityryli i pozwala wprowadzać duże ilości ligandów kowalencyjnie związanych z powierzchnią materiału węglowego (ponad 20% udziału masowego). Metoda umożliwia także powierzchniową funkcjonalizację innych materiałów węglowych, np. fulerenów i wielościennych nanorurek węglowych.

W latach 2009-2012 realizowałem we współpracy z Warszawskim Uniwersytetem Medycznym (prof. Grudziński) i Wydziałem Chemicznym Politechniki Warszawskiej (dr M. Popławska) projekt badawczy dotyczący celowanego obrazowania molekularnego nowotworów metodą rezonansu jądrowego. Obrazowanie celowane wymaga zastosowania odpowiednich środków kontrastowych, które ułatwiają różnicowanie tkanki guza od tkanek zdrowych. Okazało się, że syntezowane przeze mnie magnetyczne nanokapsułki węglowe zawierające krystaliny żelaza posiadają znakomite właściwości kontrastujące i pozwalają uzyskiwać docelowy efekt kontrastujący

<sup>14</sup> M. Bystrzejewski, M. Arulepp, J. Leis, A. Huczko, H. Lange. *Electrochemical characterization of core-shell carbon-encapsulated magnetic nanoparticles*. *Materials Letters*, 2009, 63, 1435-1438.

<sup>15</sup> M. Popławska, Z. Żukowska, S. Cudziło, M. Bystrzejewski. *Functionalization of carbon-encapsulated magnetic nanoparticles by cycloaddition of nitrile oxides*. *Carbon* 2010, 48, 1318-1320.

przy ok. dwa razy niższych stężeniach niż superparamagnetyczne tlenki żelaza. W celu opracowania celowanego kontrastu do obrazowania nowotworów nanokapsułki węglowe sfunkcjonalizowano powierzchniowo wprowadzając krótkie linkery alifatyczne. Linkery te następnie wykorzystano do docelowej immobilizacji monoklonalnego przeciwciała selektywnie rozpoznającego receptory integrynowe. Takie receptory są typowe dla kilku typów komórek nowotworowych (m.in. rak płuca Lewisa, czerniak, glejak). Projekt, oprócz badań dotyczących obrazowania obejmował także (i) określenie optymalnych warunków immobilizacji przeciwciał wraz z oceną ich aktywności immunochemicznej oraz (ii) systematyczne badania potencjału cytotoksycznego magnetycznych nanokapsułek węglowych w odniesieniu do kilku różnych linii komórkowych. W publikacji<sup>16</sup> zbadaliśmy wpływ struktury linkerów powierzchniowych na magnetycznych nanokapsułkach węglowych na wydajność immobilizacji gamma globulin i przeciwciała poliklonalnego. Wykazaliśmy, że dłuższe linkery powierzchniowe prowadzą do wyższych wydajności immobilizacji. W celu określenia ilości immobilizowanych biomolekuł zbudowałem odpowiedni model bazujący na analizie krzywych termogravimetrycznych i symulacjach termodynamicznych. Uzyskane przeze mnie wyniki były zgodne z wynikami z niezależnych analiz biochemicznych. Kolejne prace dotyczyły badań nad cytotoksycznością w odniesieniu do kilku linii komórek nowotworowych<sup>17,18,19</sup>. Pokazaliśmy, że odpowiedź cytotoksyczna jest ściśle skorelowana ze strukturą chemiczną powierzchni nanokapsułek i obecnym na nich ładunkiem elektrycznym. Udowodniliśmy ponadto, że potencjał cytotoksyczny jest wyższy w odniesieniu do komórek czerniaka w porównaniu do analogicznych badań na modelowych komórkach „zdrowych” (fibroblastach). W oparciu o analizę zmian potencjału zeta opracowałem model opisujący mechanizm internalizacji dokomórkowej magnetycznych nanokapsułek węglowych. Na podstawie analizy geometrycznej struktury nanokapsułek, statystycznego ujęcia dyspersji uziarnienia nanokapsułek oraz analizy zdjęć TEM oszacowałem zawartość Fe w komórkach raka płuca Lewisa internalizowanych nanokapsułkami węglowymi. Wyniki znakomicie korelowały z wynikami analizy niezależnej (ICP-MS). Obecnie przygotowujemy kolejne wspólne publikacje poświęcone m.in.

<sup>16</sup> M. Popławska, **M. Bystrzejewski**, I.P. Grudziński, M.A. Cywińska, J. Ostapko, A. Cieszanowski, *Immobilization of gamma globulins and polyclonal antibodies of class IgG onto carbon-encapsulated iron nanoparticles functionalized with various surface linkers*. *Carbon* 2014, 74, 180-194.

<sup>17</sup> I.P. Grudziński, **M. Bystrzejewski**, M.A. Cywińska, A. Kosmider, M. Popławska, A. Cieszanowski, A. Ostrowska, *Cytotoxicity Evaluation of Carbon-Encapsulated Iron Nanoparticles in Melanoma Cells and Dermal Fibroblasts*. *Journal of Nanoparticle Research* 2013, 15, 1835 (1-18).

<sup>18</sup> I. Grudziński, **M. Bystrzejewski**, M. Cywińska, A. Kosmider, M. Popławska, A. Cieszanowski, Z. Fijalek, A. Ostrowska, A. Parzonko, *Assessing carbon-encapsulated iron nanoparticles cytotoxicity in Lewis lung carcinoma*, *Journal of Applied Toxicology* 2014, 34, 380-394.

<sup>19</sup> I.P. Grudziński, **M. Bystrzejewski**, M.A. Cywińska, A. Kosmider, M. Popławska, A. Cieszanowski, Z. Fijalek, A. Ostrowska, *Comparative cytotoxicity studies of carbon-encapsulated iron nanoparticles tested at different stages of synthesis in murine glioma cells*, *Colloids and Surfaces B* 2014, 117, 135-143.

analizie efektywności kontrastowania w obrazowaniu metodą rezonansu jądrowego, obrazowaniu guzów *in vivo*, farmakokinetyce i metabolomice nanokapsułek po ich dożylnym podaniu.

Poza wskazaną powyżej aktywnością w dziedzinie magnetycznych hybrydowych nanomateriałów węglowych angażuję się także we współpracę z kilkoma krajowymi grupami badawczymi. W przedmiotowej współpracy wykorzystuję zdobyte doświadczenie w fizykochemii materiałów węglowych.

Od 2008 r. współpracuję z grupą prof. Andrzeja Świątkowskiego z Wydziału Chemii i Nowych Technologii Wojskowej Akademii Technicznej. Nasza aktywność skupiona jest na dwóch zagadnieniach: (i) syntezie spaleniowej materiałów węglowych, (ii) badaniach nad węglami aktywnymi. W pierwszym obszarze zajmowaliśmy się analizą układu azydek sodu – perchlorowane węglowodory w celu otrzymania materiałów węglowych zbliżonych morfologicznie i strukturalnie do sadz technicznych<sup>20</sup>. Przeprowadziliśmy także badania nad wysokotemperaturową obróbką granulowanych węgla aktywnych<sup>21</sup>. Wykazaliśmy, że taka obróbka cieplna prowadzi do znaczącego wzrostu stopnia grafityzacji i nieodwracalnej destrukcji struktury porowatej. Niedawne prace dotyczyły przeróbki odpadowego PET-u w aspekcie syntezy mikroporowatych węgla aktywnych dedykowanych m.in. do sorpcji wodoru<sup>22</sup>. Otrzymaliśmy węgle aktywne o powierzchni właściwej przekraczającej 1200 m<sup>2</sup>/g umożliwiające sorpcję wodoru do poziomu 1.8 % wag. Obecna współpraca skupiona jest na syntezie spaleniowej w układzie magnez – węglany i szczawiany metali alkalicznych. Reakcji towarzyszy wysokie ciepło spalania, w wyniku której powstają wysoko-zgrafityzowane materiały węglowe o wysokiej objętości mezoporów.

Współpracuję także z dr W. Kicińskim z tej samej jednostki badawczej. Nasza działalność naukowa jest skupiona na mikroporowatych materiałach węglowych o wysokim stopniu grafityzacji. Zaproponowane przez nas podejście polega na wytworzeniu xero- bądź aero-gelu węglowego domieszkowanego solami metali przejściowych. W trakcie procesu karbonizacji dochodzi do wytworzenia struktury porowatej z jednoczesną grafityzacją matrycy węglowej. Opublikowaliśmy do tej pory w tej tematyce dwie oryginalne prace<sup>23,24</sup>. Efektem współpracy z dr Kicińskim jest także

<sup>20</sup> S. Cudziło, A. Huczko, M. Pakuła, S. Biniak, A. Świątkowski, M. Szala, **M. Bystrzejewski**. *Physicochemical Properties of Carbon Materials Obtained via Combustion Synthesis of Perchlorinated Hydrocarbons*. Carbon Science and Technology, 2010, 3, 131-138.

<sup>21</sup> S. Biniak, M. Pakuła, A. Świątkowski, **M. Bystrzejewski**, S. Błazewicz. *Influence of high-temperature treatment of granular activated carbon on its structure and electrochemical behavior in aqueous electrolyte solution*. Journal of Materials Research 2010, 25, 1617-1626.

<sup>22</sup> W. Bratek, A. Świątkowski, M. Pakuła, S. Biniak, **M. Bystrzejewski**, R. Szmigielski. *Characteristics of activated carbon prepared from waste PET by carbon dioxide activation*. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis 2013, 100, 192-198.

<sup>23</sup> W. Kiciński, M. Norek, **M. Bystrzejewski**, *Monolithic porous graphitic carbons obtained through catalytic graphitization of carbon xerogels*, Journal of Physics and Chemistry of Solids 2013, 74, 101-109.

<sup>24</sup> W. Kiciński, M. Norek, M.H. Ruemmeli, T. Gemming, **M. Bystrzejewski**, *Synthesis of porous graphitic materials obtained from carbonization of xerogels doped with transition metal salts*, Bulletin of Materials Science, 2014, in press

niedawna publikacja przeglądowa w *Carbon* dotycząca porowatych materiałów węglowych domieszkowanych siarką<sup>25</sup>.

Od 2012 r. rozpocząłem, we współpracy z prof. Andrzejem Czerwińskim z Pracowni Elektrochemicznych Źródeł Energii (Wydział Chemii UW), realizację projektu badawczego finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Projekt dotyczy wysokoenergetycznego akumulatora kwasowo-ołowiowego z masą czynną osadzoną na usieciowanym węglu szklistym. Zastosowanie węgla szklistego jako matrycy umożliwia znaczące zredukowanie masy i zwiększenie energii właściwej akumulatora. Moja rola polega na opracowaniu technologii otrzymywania usieciowanego węgla szklistego z surowców pochodzenia krajowego. Do chwili obecnej określiłem optymalne metody karbonizacji prekursora, które cechują się niskim jednostkowym zużyciem energii. Dodatkowo ustaliłem optymalne warunki prowadzenia karbonizacji bez użycia zewnętrznego gazu ochronnego. Uzyskane wyniki są przedmiotem przygotowywanego zgłoszenia patentowego.

Staram się także aktywnie działać w macierzystej grupie badawczej kierowanej przez prof. Andrzeja Huczko. Angażowałem się w badania fizykochemiczne i strukturalne nanowłókien węgla krzemu<sup>26,27,28</sup>. Od wiosny 2013 r. realizujemy wspólny projekt badawczy (NCN) dotyczący nowego podejścia do procesu eksfoliacji grafitu, który jest czystym chemicznie prekursorem grafenu. Nasze oryginalne podejście eliminuje wszelkie reakcje z użyciem środków utleniających i stanowi alternatywę dla szeroko stosowanej metody Hummersa.

W listopadzie 2013 r. rozpocząłem realizację trzyletniego projektu badawczego (którego jestem kierownikiem) finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu LIDER. Projekt dotyczy opracowania metod otrzymywania mobilnych nanokompozytowych sorbentów o wysokiej stabilności korozyjnej dedykowanych do sorpcji związków organicznych i jonów metali ciężkich.

Równolegle prowadzę badania rozpoznawcze, które w przyszłości będą stanowić nowe kierunki moich badań. Do realizacji tej tematyki zaangażowani są studenci, którzy wykonują i

<sup>25</sup> W. Kiciński, M. Szala, **M. Bystrzejewski**, *Sulfur-doped Porous Carbons: Synthesis and Applications*, *Carbon* 2014, 68, 1-32

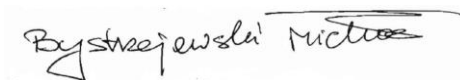
<sup>26</sup> A. Huczko, **M. Bystrzejewski**, H. Lange, A. Fabianowska, S. Cudziło, A. Panas, M. Szala. *Combustion synthesis as a novel method for production of 1-D SiC nanostructures*. *Journal of Physical Chemistry B* 2005, 109, 16244-16251.

<sup>27</sup> M. Soszyński, A. Dąbrowska, **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, *Combustion Synthesis of One-Dimensional Nanocrystalline Silicon Carbide*. *Crystal Research and Technology* 2010, 45, 1241-1244.

<sup>28</sup> A. Huczko, A. Dąbrowska, M. Soszyński, N. Maryan, **M. Bystrzejewski**, H. Lange, P. Baranowski, T. Gemming, A. Bachmatiuk, M. Rummeli. *Ultra-fast self-catalytic growth of silicon carbide nanowires*. *Journal of Materials Research* 2011, 26, 3065-3071.

wykonywali pod moim kierunkiem swoje projekty licencjackie i magisterskie. Badania te obejmują następujące zagadnienia:

- Kontrolowana modyfikacja powierzchni materiałów węglowych przy użyciu wyładowania jarzeniowego generowanego w szerokim zakresie modulacji częstotliwości (od prądu stałego, poprzez obszar częstotliwości akustycznych, aż do częstotliwości radiowych)
- Wodne zawiesiny magnetycznych nanokapsułek węglowych stabilizowane polimerami o niskim potencjale cytotoksycznym
- Kwasy humusowe pochodzenia naturalnego i syntetycznego – otrzymywanie i badania morfologiczno-strukturalne wraz ze wskazaniem istotnego podobieństwa do tlenku grafitu i tlenku grafenu
- Makroporowate przewodzące magnetyczne kompozytowe materiały węglowe – otrzymywanie i zastosowania w elektrochemii, magazynowaniu energii i sorpcji materiałów ropopochodnych







Krajowy Naukowy  
Ośrodek Wiodący



**Dr Michał Bystrzejewski**

Uniwersytet Warszawski

Wydział Chemii

Pracownia Fizykochemii Nanomateriałów

ul. Pasteura 1

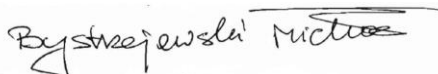
02-093 Warszawa

**Wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacja o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki**

**Warszawa, maj 2014 r.**

I. Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 16 ust. 2 ustawy

A) Tytuł osiągnięcia naukowego: **Synteza, właściwości fizykochemiczne i zastosowania wybranych magnetycznych hybrydowych nanomateriałów węglowych**



B) Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:

[H1] **M. Bystrzejewski**, O. Łabędź, W. Kaszuwara, A. Huczko, H. Lange, *Controlling the diameter and magnetic properties of carbon-encapsulated iron nanoparticles produced by carbon arc discharge.*

Powder Technology 2013, 246, 7-15. **IF(2012)=2.024**

Szacowany udział własny = 70%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 2

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, napisaniu manuskryptu (100%), wykonaniu eksperymentów (60%), opracowaniu i analizie wszystkich wyników, korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje.*

[H2] **M. Bystrzejewski**, O. Łabędź, H. Lange, *Diagnostics of carbon arc plasma under formation of carbon-encapsulated iron nanoparticles by emission and absorption spectroscopy.*

Journal of Physics D: Applied Physics 2013, 46, 355501 (1-10). **IF(2012)=2.528**

Szacowany udział własny = 75%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 0

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (60%), napisaniu manuskryptu (80%), opracowaniu wszystkich wyników, korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje.*

[H3] **M. Bystrzejewski**, Z. Karoly, J. Szepvolgyi, W. Kaszuwara, A. Huczko, H. Lange. *Continuous synthesis of carbon encapsulated magnetic nanoparticles with a minimum production of amorphous carbon.*

Carbon 2009, 47, 2040-2048. **IF(2009)=4.504**

Szacowany udział własny = 65%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 21

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (80%), napisaniu manuskryptu (95%), opracowaniu wszystkich wyników, korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy*

[H4] **M. Bystrzejewski**, Z. Karoly, J. Szepvolgyi, A. Huczko, H. Lange. *Continuous synthesis of controlled size carbon-encapsulated iron nanoparticles*. Materials Research Bulletin, 2011, 46, 2408-2417. **IF(2011)=2.105**

Szacowany udział własny = 70%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 3

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (70%) , napisaniu manuskryptu (95%), opracowaniu wyników (90%, za wyjątkiem krzywych dyspersji uziarnienia zamieszczonych w Supplementary Data) , korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje.*

[H5] **M. Bystrzejewski**, M. Szala, W. Kiciński, W. Kaszuwara, M.H. Rummeli, T. Gemming, A Huczko. *Self-sustaining high-temperature synthesis of carbon-encapsulated nanoparticles from organic and inorganic metal precursors*. New Carbon Materials 2010, 25, 81-88. **IF(2010)=0.888**

Szacowany udział własny = 45%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 1

*Mój wkład polegał na stworzeniu części koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (40%) , napisaniu manuskryptu (80%), opracowaniu wyników (60%), korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy.*

[H6] **M. Bystrzejewski**, H. Lange, A. Huczko, P. Baranowski , H.W. Hubers, T. Gemming, T. Picher, B. Buchner, M. H. Rummeli. *One-step catalyst-free generation of carbon nanospheres via laser-induced pyrolysis of anthracene*. Journal of Solid State Chemistry 2008, 181, 2796-2803. **IF(2008)=1.910**

Szacowany udział własny = 55%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 17

*Mój wkład polegał na stworzenie koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (80%) , napisaniu manuskryptu (80%), opracowaniu wszystkich wyników, korespondencja z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje.*

[H7] **M. Bystrzejewski**, H.W. Hubers, A. Huczko, T. Gemming, B. Buchner, M.H. Rummeli. *Bulk synthesis of carbon nanocapsules and nanotubes containing magnetic nanoparticles via low energy laser pyrolysis of ferrocene*. Materials Letters 2009, 63, 1767-1770. **IF(2009)=1.940**

Szacowany udział własny = 70%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 3

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (100%), napisaniu manuskryptu (90%), opracowaniu wszystkich wyników, korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje.*

[H8] **M. Bystrzejewski**, R. Klingeler, T. Gemming, B. Bucher, M.H. Rummeli. *Low temperature synthesis of carbon-encapsulated iron nanoparticles: a critical evaluation of yield and selectivity.* Nanotechnology 2011, 22, 315606. **IF(2011)=3.979**

Szacowany udział własny = 70%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 4

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (100%), napisaniu manuskryptu (90%), opracowaniu wszystkich wyników, korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje.*

[H9] **M. Bystrzejewski**. *Synthesis of carbon-encapsulated iron nanoparticles via solid state reduction of iron oxide nanoparticles.* Journal of Solid State Chemistry 2011, 184, 1492-1498. **IF(2011)=2.159**

Szacowany udział własny = 100%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 5

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów, napisaniu manuskryptu, opracowaniu wszystkich wyników, korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy.*

[H10] **M. Bystrzejewski**, A. Grabias, J. Borysiuk, A. Huczko, H. Lange. *Mössbauer spectroscopy of carbon-encapsulated magnetic nanoparticles obtained by different routes.* Journal of Applied Physics 2008, 104, 54307. **IF(2008)=2.201**

Szacowany udział własny = 40%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 6

*Mój wkład polegał na stworzenie koncepcji badań i postawienie problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (30%), napisaniu manuskryptu (50%), opracowaniu wyników (60%), korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje.*

[H11] **M. Bystrzejewski**, A. Grabias. *Tailoring phase composition in carbon-encapsulated iron nanoparticles.* Materials Characterization, 2011, 62, 152-156. **IF(2011)=1.572**

Szacowany udział własny = 60%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 2

*Mój wkład polegał na stworzenie koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonanie eksperymentów (50%), napisaniu manuskryptu (70%), opracowaniu wyników (50%), korespondencji*

*z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy.*

[H12] **M. Bystrzejewski**, K. Pyrzyńska, A. Huczko, H. Lange. *Carbon-encapsulated magnetic nanoparticles as separable and mobile sorbents of heavy metal ions from aqueous solutions.* Carbon 2009, 47, 1201-1204. **IF(2009)=4.504**

Szacowany udział własny = 50%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 40

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (50%), napisaniu manuskryptu (60%), opracowanie wyników (70%), korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy.*

[H13] K. Pyrzyńska, **M. Bystrzejewski**. *Comparative studies of heavy metal ions adsorption onto activated carbon, carbon nanotubes and carbon-encapsulated magnetic nanoparticles.* Colloids&Surfaces A 2010, 362, 102-109. **IF(2010)=2.130**

Szacowany udział własny = 50%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 56

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (40%), napisaniu manuskryptu (70%), opracowaniu wyników(65%), korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy.*

[H14] **M. Bystrzejewski**, K. Pyrzyńska. *Kinetics of copper ions sorption onto activated carbon, carbon nanotubes and carbon-encapsulated magnetic nanoparticles.* Colloids & Surfaces A 2011, 377, 402-408. **IF(2011)=2.236**

Szacowany udział własny = 60%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 11

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (40%), napisaniu manuskryptu (80%), opracowaniu wyników (90%), korespondencji z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy.*

[H15] **M. Bystrzejewski**, K. Pyrzyńska. *Enhancing the efficiency of Au adsorption onto activated carbon and carbon nanomaterials.* Material Chemistry and Physics 2013, 141, 454-460. **IF(2012)=2.072**

Szacowany udział własny = 70%, autor korespondencyjny; ilość cytowań: 0

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (40%), napisaniu manuskryptu (90%), opracowaniu wyników (70%), korespondencja z redakcją, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy.*

[H16] A.M. Nowicka, A. Kowalczyk, **M. Bystrzejewski**, M. Donten, Z. Stojek *Carbon-encapsulated iron nanoparticles used to generate magnetic field and to enhance substrate transport at electrode surface*. *Electrochemistry Communications* 2012, 20, 4-6. **IF(2012)=4.425**

Szacowany udział własny = 20%; ilość cytowań: 1

*Mój wkład polegał na syntezie materiału do badań, wykonaniu eksperymentów (10%) – pomiarze rozkładu pola magnetycznego, napisaniu części manuskryptu (20%), opracowaniu części wyników (20%).*

[H17] **M. Bystrzejewski**. *Magnetic composites of carbon materials: synthesis, structure and applications*. *Przemysł Chemiczny* 2011, 90, 399-405. **IF(2011)=0.414**

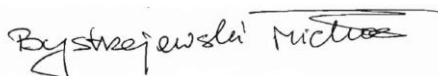
Szacowany udział własny = 100%; autor korespondencyjny; ilość cytowań: 1

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji oraz układu pracy, przeszukaniu baz danych oraz wyszukaniu cytowanej literatury, korespondencji z redakcją oraz kierowaniu projektem badawczym obejmującym badania przedstawione w pracy.*

[H18] A. Huczko, **M. Bystrzejewski**, H. Lange, P. Baranowski, "Formation and Characterization of Carbon and Ceramic Nanostructures" in: *Physical Properties of Ceramic and Carbon Nanoscale Structures*. Ed. S. Bellucci, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2011 (1-44).

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji oraz układu pracy, przeszukaniu baz danych oraz wyszukaniu cytowanej literatury.*

**Sumaryczny impact factor jednotematycznego cyklu publikacji wchodzącego w skład rozprawy habilitacyjnej według listy Journal Citation Reports, zgodnie z rokiem opublikowania: 41.591**



II. Wykaz innych (nie wchodzących w skład osiągnięcia wymienionego w pkt I)  
opublikowanych prac naukowych oraz wskaźniki dokonań naukowych

A) Publikacje znajdujące się w bazie JRC

Prace opublikowane przed obroną pracy doktorskiej:

1. M. **Bystrzejewski**, A. Huczko, H. Lange, P. Baranowski, J. Kozubowski, M. Woźniak, M. Leonowicz, W. Kaszuwara, Arc Plasma Synthesis of (Fe-Nd-B)-Containing Carbon Encapsulates. Solid State Phenomena 2004, 99-100, 273-278. IF(2004)=0.461

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na syntezie produktów oraz ich charakteryzacji fizykochemicznej, napisaniu części manuskryptu. Mój wkład szacuję na 50%*

2. M. **Bystrzejewski**, A. Huczko. Heterogeneous carbon nanoclusters - preparation, characteristics, and prospective applications. Przemysł Chemiczny 2005, 84, 92-96. IF(2005)=0.104

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu części koncepcji pracy, wyszukaniu cytowanych artykułów i napisaniu części manuskryptu (80%). Mój wkład szacuję na 75%*

3. A. Huczko, H. Lange, M. Bystrzejewski, S. Cudziło. Studies on spontaneous formation of 1D nanocrystals of silicon carbide. Crystal Research and Technology 2005, 40, 334-339. IF=0.833

*Mój wkład polegał na wykonaniu i analizie zdjęć SEM. Mój wkład szacuję na 8%.*

4. A. Huczko, H. Lange, M. **Bystrzejewski**, P. Baranowski, H. Grubek-Jaworska, P. Nejman, T. Przybyłowski, K. Czumińska, J. Glapiński, D.R.M. Walton, H.W. Kroto. Pulmonary toxicity of 1D nanocarbon materials. Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures 2005, 13, 141-145. IF(2005)=0.776

*Mój wkład polegał na wykonaniu i analizie zdjęć SEM. Mój wkład szacuję na 8%.*

5. S. Cudziło, M. **Bystrzejewski**, H. Lange, A. Huczko. Spontaneous Formation of Carbon-based Nanostructures by Thermolysis-induced Carbonization of Halocarbons. Carbon 2005, 43, 1778-1782. IF=3.419

*Mój wkład polegał na wykonaniu i analizie zdjęć SEM. Mój wkład szacuję na 8%.*

6. M. **Bystrzejewski**, H. Lange, A. Huczko. Arc Plasma Synthesis of Carbon Encapsulates Containing Fe-Nd-B. Journal of High Temperature Material Processes 2005, 9, 237-243. IF(2005)=0.262

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu części koncepcji i układu pracy (60%), syntezie produktów oraz ich charakteryzacji fizykochemicznej, napisaniu części manuskryptu. Mój wkład szacuję na 70%*

7. J. Yi Zheng, G. Chao, H. Wen Kuang, A. Huczko, **M. Bystrzejewski**, M. Roe, C.Y. Lee, S. Acquah, H.W. Kroto, D.R.M. Walton. A systematic study of the large-scale synthesis and characterization of carbon spheres prepared by direct pyrolysis of hydrocarbons. Carbon 2005, 43, 1944-1953. IF(2005)=3.419

*Mój wkład polegał na syntezie sfer węglowych metodą CVD oraz wykonaniu zdjęć SEM. Mój wkład szacuję na 8%*

8. **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, H. Lange. Arc plasma route to magnetic carbon-encapsulated nanoparticles for biomedical applications. Sensors&Actuators B 2005, 109, 81-85. IF(2005)=2.646

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji i układu pracy, syntezie produktów oraz ich charakteryzacji fizykochemicznej, napisaniu części manuskryptu (75%). Mój wkład szacuję na 80%.*

9. **M. Bystrzejewski**, H. Lange, A. Huczko, Z. Karoly, L. Gal. RF plasma synthesis of carbon encapsulates. Polish Journal of Applied Chemistry 2005, 49, 23-31. IF(2005)=0

*Autor korespondencyjny. Mój wkład syntezie produktów oraz ich charakteryzacji fizykochemicznej, napisaniu części manuskryptu (75%). Mój wkład szacuję na 40%.*

10. A. Huczko, **M. Bystrzejewski**, H. Lange, A. Fabianowska, S. Cudziło, A. Panas, M. Szala. Combustion synthesis as a novel method for production of 1-D SiC nanostructures. Journal of Physical Chemistry B 2005, 109, 16244-16251. IF(2005)=4.033

*Mój wkład polegał na wykonaniu i analizie zdjęć SEM i TEM, rejestracji i analizie widm Ramana. Mój wkład szacuję na 15%.*

11. H. Grubek-Jaworska, P. Nejman, K. Czumińska, T. Przybyłowski, A. Huczko, H. Lange, **M. Bystrzejewski**, P. Baranowski, R. Chazan. Preliminary results on the pathogenic effects of intratracheal exposure to one-dimensional nanocarbons. Carbon 2006, 44, 1057-1063. IF(2006)=3.884

*Mój wkład polegał na wykonaniu i analizie zdjęć SEM i TEM oraz oznaczaniu zawartości żelaza w materiałach węglowych. Mój wkład szacuję na 10%.*

12. A. Huczko, H. Lange, **M. Bystrzejewski**, P. Baranowski, Y. Ando, X. Zhao, S. Inoue. Formation of SWCNTs in Arc Plasma: Effect of Graphitization of Fe-doped Anode and Optical Emission Studies. Journal of Nanoscience and Nanotechnology 2006, 6, 1319-1324. IF(2006)=2.194



*Mój wkład syntezie produktów oraz ich charakteryzacji fizykochemicznej, napisaniu części manuskryptu (15%). Mój wkład szacuję na 15%.*

13. H. Lange, M. **Bystrzejewski**, A. Huczko. Influence of carbon nanostructure on carbon nanotube and carbon arc plasma. Diamond and Related Materials 2006, 15, 1113-1116. IF(2006)=1.935

*Mój wkład syntezie produktów oraz ich charakteryzacji fizykochemicznej, napisaniu części manuskryptu (35%). Mój wkład szacuję na 40%.*

14. **M. Bystrzejewski**, H. Lange, A. Huczko, M. Ruemelli, T. Gemming, T. Pichler. Synthesis of heterogenous multi-walled carbon nanotubes in a carbon arc in water. Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures 2006, 14, 207-213. IF(2006)=0.462

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji pracy i postawieniu problemu naukowego, napisaniu części manuskryptu (70%), wykonaniu i analizie zdjęć SEM. Mój wkład szacuję na 60%.*

15. **M. Bystrzejewski**, S. Cudziło, A. Huczko, H. Lange. Thermal stability of carbon-encapsulated Fe-Nd-B nanoparticles. Journal of Alloys and Compounds 2006, 423, 74-76. IF(2006)=1.250

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji pracy i postawieniu problemu naukowego, napisaniu części manuskryptu (85%), opracowaniu wyników (75%). Mój wkład szacuję na 60%.*

16. M. Wozniak, P. Wozniak, **M. Bystrzejewski**, S. Cudzilo, A. Huczko, P. Jelen, W. Kaszuwara, J.A. Kozubowski, H. Lange, M. Leonowicz, M. Lewandowska-Szumiel. Magnetic nanoparticles of Fe and Nd-Fe-B alloy encapsulated in carbon shells for drug delivery systems: study of the structure and interaction with the living cells. Journal of Alloys and Compounds 2006, 423, 87-91. IF(2006)=1.250

*Mój wkład polegał na syntezie i oczyszczaniu próbek do badań. Mój wkład szacuję na 10%.*

17. E. Kowalska, P. Kowalczyk, J. Radomska, E. Czerwosz, **M. Bystrzejewski**. The influence of high vacuum annealing on some properties of carbon nanotubes. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 2006, 86, 115-119. IF(2006)=1.438

*Mój wkład polegał na dyskusji analizy zmian właściwości termicznych nanorurek węglowych. Mój wkład szacuję na 5%.*

18. A. Huczko, H. Lange, **M. Bystrzejewski**, A. Fabianowska, S. Cudziło, M. Szala, A.T.S. Wee, K.C. Chin. One-dimensional ceramic nanostructures spontaneously formed by combustion synthesis. *Physica Status Solidi B* 2006, 243, 3297-3300. IF(2006)=0.967

*Mój wkład polegał na wykonaniu i analizie zdjęć SEM i TEM, rejestracji i analizie widm Ramana. Mój wkład szacuję na 15%.*

19. **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, H. Lange, S. Cudziło, W. Kiciński. Combustion synthesis route to carbon-encapsulated iron nanoparticles. *Diamond and Related Materials* 2007, 16, 225-228. IF(2007)=1.788

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji pracy i postawieniu problemu naukowego, napisaniu części manuskryptu (60%), opracowaniu wyników (75%). Mój wkład szacuję na 50%.*

20. **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, H. Lange, P. Baranowski, Gervais Soucy, German Cota-Sanchez, J. Szczytko, A. Twardowski. Large Scale Synthesis of Carbon Encapsulated Magnetic Nanoparticles. *Nanotechnology* 2007, 18, 145608. IF(2007)=3.310

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji pracy i postawieniu problemu naukowego, syntezie materiałów do badań (40%), oczyszczaniu i charakteryzacji produktów, napisaniu części manuskryptu (60%), opracowaniu wyników (75%). Mój wkład szacuję na 50%.*

21. **M. Bystrzejewski**, H. Lange, A. Huczko. Carbon Encapsulation of Magnetic Nanomaterials. *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures* 2007, 15, 167-180. IF(2007)=0.497

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji pracy i postawieniu problemu naukowego, syntezie materiałów do badań, oczyszczaniu i charakteryzacji produktów, napisaniu części manuskryptu (60%), opracowaniu wyników (75%). Mój wkład szacuję na 75%.*

22. S. Cudziło, M. Szala, A. Huczko, **M. Bystrzejewski**. Combustion Reactions of Poly(Carbon Monofluoride), (CF)<sub>n</sub>, with Different Reductants and Characterization of the Products. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics* 2007, 32, 149-154. IF(2007)=1.222

*Mój wkład polegał na dyskusji zdjęć mikroskopowych produktów. Mój wkład szacuję na 5%.*

23. **M. Bystrzejewski**, M.H. Rummeli. Novel Nanomaterials for Prospective Biomedical Applications: Synthesis, Structure and Toxicity. *Polish Journal of Chemistry* 2007, 81, 1219-1255. IF(2007)=0.483

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji i układu pracy, wyszukaniu cytowanych artykułów i napisaniu części manuskryptu (90%). Mój wkład szacuję na 85%*

24. M.H. Rummeli, C. Kramberger, M. Loffler, O. Jost, A. Gruneis, **M. Bystrzejewski**, T. Gemming, W. Pompe, B. Buchner, T. Pichler. Catalyst volume to surface area constraints for nucleating single wall carbon nanotubes in laser evaporation synthesis. Journal of Physical Chemistry B 2007, 111, 8234-8241. IF(2007)=4.086

*Mój wkład polegał na dyskusji analizy zdjęć mikroskopowych. Mój wkład szacuję na 5%.*

25. **M. Bystrzejewski**, H. Lange, A. Huczko, H.I. Elim, W. Ji. Study of the optical limiting properties of carbon-encapsulated magnetic nanoparticles. Chemical Physics Letters 2007, 444, 113-117. IF(2007)=2.207

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji pracy i postawieniu problemu naukowego, syntezie materiałów do badań, oczyszczaniu i charakteryzacji produktów, napisaniu części manuskryptu (40%), opracowaniu wyników (50%). Mój wkład szacuję na 40%.*

26. A. Huczko, M. Osica, A. Rutkowska, **M. Bystrzejewski**, H. Lange, S. Cudziło. A self-assembly SHS approach to form silicon carbide nanofibres. Journal of Physics Condensed Matter 2007, 19, 395022. IF(2007)=1.886

*Mój wkład polegał na analizie dyfraktogramów proszkowych produktów i ustalaniu składu fazowego. Mój wkład szacuję na 10%.*

27. A. Huczko, M. Osica, **M. Bystrzejewski**, H. Lange, S. Cudziło, J. Leis, M. Arulepp. Characterization of 1-D NanoSiC-Derived Nanoporous Carbon. Physica Status Solidi B 2007, 244, 3969-3972. IF(2007)=1.071

*Mój wkład polegał na analizie dyfraktogramów proszkowych produktów i ustalaniu składu fazowego. Mój wkład szacuję na 10%.*

28. **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, H. Lange, J. Drabik, E. Pawelec. Oxidation Resistance of Fullerene-Containing Vegetable Oils. Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures 2007, 15, 427-438. IF(2007)=0.497

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu części koncepcji i układu pracy (30%), napisaniu manuskryptu (90%), analizie krzywych analizy termicznej. Mój wkład szacuję na 50%.*

29. J. Szczytko, P. Osewski, **M. Bystrzejewski**, J. Borysiuk, A. Grabias, A. Huczko, H. Lange, A. Majhofer, A. Twardowski. Carbon-encapsulated magnetic nanoparticles based on Fe, Mn and Cr for spintronics applications. *Acta Physica Polonica A* 2007, 112, 305-310. IF(2007)=0.340

*Mój wkład polegał na syntezie i oczyszczaniu próbek do badań. Mój wkład szacuję na 10%.*

30. **M. Bystrzejewski**, S. Cudziło, A. Huczko, H. Lange, G. Soucy, G. Cota-Sanchez, W. Kaszuwara. Carbon encapsulated magnetic nanoparticles for biomedical applications: thermal stability studies. *Biomolecular Engineering* 2007, 24, 555-558. IF(2007)=4.246

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji pracy i postawieniu problemu naukowego, syntezie materiałów do badań, oczyszczaniu i charakteryzacji produktów, napisaniu części manuskryptu (80%), opracowaniu wyników (75%). Mój wkład szacuję na 60%.*

31. **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, H. Lange, W.W. Płotczyk, R. Stankiewicz, M.H. Rummeli, T. Pichler, T. Gemming. Synthesis of carbon nanotubes by DC thermal plasma jet. *Applied Physics A* 2008, 91, 223-228. IF(2008)=1.884

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na syntezie i oczyszczaniu materiałów do badań, napisaniu manuskryptu (50%), analizie wyników (40%). Mój wkład szacuję na 30%.*

32 J. Borysiuk, A. Grabias, J. Szczytko, **M. Bystrzejewski**, A. Twardowski, H. Lange. *Structure and magnetic properties of carbon encapsulated Fe nanoparticles obtained by arc plasma and combustion synthesis. Carbon* 2008, 46, 1693-1701. **IF(2008)=4.373**

Szacowany udział własny = 20%; liczba cytowań:32

*Mój wkład polegał na syntezie materiału do badań, wykonanie eksperymentów (20%) , napisaniu manuskryptu (20%) – fragmenty rozdziału 3.3 i 4, opracowanie wyników(10%)*

33. **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, H. Lange. *Sedimentation of nanocarbon materials in organic solvents. Materials Chemistry and Physics* 2008, 107, 322-327. **IF=1.799**

Szacowany udział własny = 85%; ilość cytowań: 2

*Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, syntezie materiału do badań, napisaniu manuskryptu (100%), opracowaniu wyników (90%), przygotowaniu odpowiedzi na recenzje.*

Prace opublikowane po obronie pracy doktorskiej:

34. **M. Bystrzejewski**, R. Schonfelder, G. Cuniberti, H. Lange, A. Huczko, T. Gemming, T. Pichler, B. Buchner, M.H. Rummeli. Exposing multiple roles of H<sub>2</sub>O in high temperature enhanced carbon nanotubes synthesis. *Chemistry of Materials* 2008, 20, 6566-6568. IF(2008)=5.046

*Mój wkład polegał na syntezie produktów, charakteryzacji fizykochemicznej, napisaniu części manuskryptu (60%), analizie uzyskanych wyników (50%). Mój wkład szacuję na 30%.*

35. **M. Bystrzejewski**, M. H. Rummeli, H. Lange, A. Huczko, P. Baranowski, T. Gemming, T. Pichler. Single-walled carbon nanotubes synthesis: a direct comparison of laser ablation and carbon arc routes. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology* 2008, 8, 6178-6186. IF(2008)=1.929

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji pracy i postawieniu problemu naukowego, syntezie materiałów do badań, oczyszczeniu i charakteryzacji produktów, napisaniu części manuskryptu (60%), opracowaniu wyników (70%). Mój wkład szacuję na 50%.*

36. **M. Bystrzejewski**, M.H. Rummeli, T. Gemming, T. Pichler, A. Huczko, H. Lange, Functionalizing single-wall carbon nanotubes in hollow cathode glow discharges. *Plasma Chemistry and Plasma Processing* 2009, 29, 79-90. IF(2009)=2.039

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji pracy i postawieniu problemu naukowego, syntezie materiałów do badań, charakteryzacji produktów, napisaniu części manuskryptu (85%), opracowaniu wyników (90%). Mój wkład szacuję na 60%.*

37. **M. Bystrzejewski**, M.H. Rummeli, T. Gemming, H. Lange, A. Huczko. *Catalyst-free synthesis of onion-like carbon nanoparticles*. *New Carbon Materials* 2010, 25, 1-8. **IF(2010)=0.888**

Szacowany udział własny = 80%, autor korespondencyjny; liczba cytowań:9

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (80%) , napisaniu manuskryptu (95%), opracowaniu wszystkich wyników, korespondencji z redakcją, odpowiedzi na recenzje.*

38. **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, M. Soszyński, S. Cudziło, W. Kaszuwara, M.H. Rummeli, T. Gemming, H. Lange. *An easy one-step route to carbon-encapsulated magnetic nanoparticles*. *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures* 2009, 17, 600-615. **IF(2009)=0.710**

Szacowany udział własny = 55%, autor korespondencyjny; liczba cytowań:3

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (80%) , napisaniu manuskryptu (95%), opracowaniu wszystkich wyników, korespondencji z redakcją, odpowiedzi na recenzje.*

39 **M. Bystrzejewski**, M. Arulepp, J. Leis, A. Huczko, H. Lange. *Electrochemical characterization of core-shell carbon-encapsulated magnetic nanoparticles.* Materials Letters, 2009, 63, 1435-1438. **IF(2009)=1.940**

Szacowany udział własny = 60%, autor korespondencyjny; liczba cytowań:2

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów (60%) , napisaniu manuskryptu (70%), opracowaniu wyników (60%), korespondencji z redakcją, odpowiedzi na recenzje.*

40. **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, P. Byszewski, M. Domańska, M.H. Rummeli, T. Gemming, H. Lange. *Systematic Studies on Carbon Nanotubes Synthesis from Aliphatic Alcohols by CVD Floating Catalyst Method. Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures* 2009, 17, 298-307. IF(2009)=0.710

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu części koncepcji pracy(40%) i postawieniu problemu naukowego, syntezie materiałów do badań (30%), charakteryzacji produktów, napisaniu części manuskryptu (80%),opracowaniu wyników (70%). Mój wkład szacuję na 40%.*

41. O. Łabędź, H. Lange, A. Huczko, J. Borysiuk, M. Szybowicz, **M. Bystrzejewski**. *Influence of carbon structure of the anode on the synthesis of single-walled carbon nanotubes in a carbon arc plasma.* *Carbon* 2009, 47, 2847-2854. IF(2009)=4.504

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na napisaniu części manuskryptu (20%), dyskusji i analizie wyników. Mój wkład szacuję na 15%.*

42. **M. Bystrzejewski**, A. Bachmatiuk, J. Thomas, P. Ayala, J. Serwatowski, H.W. Hubers, T. Gemming, E. Borowiak-Palen, T. Pichler, R.J. Kalenczuk, B. Buchner, M.H. Rummeli. *Boron Doped Carbon Nanotubes via Ceramic Nanowires.* *Physica Status Solidi - Rapid Research Letters* 2009, 3, 193-195. IF(2009)=2.560

*Mój wkład polegał na stworzeniu części koncepcji pracy (70%) i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów, i analizie fizykochemicznej produktów (40%). Mój wkład szacuję na 30%.*

43. A. Bachmatiuk, **M. Bystrzejewski**, F. Schaffel, P. Ayala, U. Wolf, C. Mickel, T. Gemming, T. Pichler, E. Borowiak-Palen, R. Klingeler, H.W. Hubers, M. Ulbrich, D. Haberer, B. Buchner, M.H. Rummeli.

Carbon nanotube synthesis via ceramic catalysts. *Physica Status Solidi B* 2009, 11-12, 2486-2489.  
IF(2010)=1.150

*Mój wkład polegał na syntezie części materiałów do badań (30%). Mój wkład szacuję na 5%.*

44. **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, P. Kowalczyk, M. Rogala, M. Szybowski, M.H. Rummeli, T. Gemming, H. Lange. Ultra highly selective synthesis of double-wall carbon nanotubes. *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures* 2010, 18, 137-147. IF(2010)=0.631

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu części koncepcji pracy (70%) i postawieniu problemu naukowego, wykonaniu eksperymentów, i analizie fizykochemicznej produktów (20%). Mój wkład szacuję na 20%.*

45. S. Biniak, M. Pakuła, A. Świątkowski, **M. Bystrzejewski**, S. Błażewicz. Influence of high-temperature treatment of granular activated carbon on its structure and electrochemical behavior in aqueous electrolyte solution. *Journal of Materials Research* 2010, 25, 1617-1626. IF(2010)=1.402

*Mój wkład polegał na analizie struktury materiałów węglowych przy użyciu dyfrakcji rentgenowskiej i spektroskopii Ramana oraz napisaniu części manuskryptu (20%). Mój wkład szacuję na 15%.*

46. S. Cudziło, A. Huczko, M. Pakuła, S. Biniak, A. Świątkowski, M. Szala, **M. Bystrzejewski**. Physicochemical Properties of Carbon Materials Obtained via Combustion Synthesis of Perchlorinated Hydrocarbons. *Carbon Science and Technology*, 2010, 3, 131-138. IF(2010)=0.300

*Mój wkład polegał na analizie struktury materiałów węglowych przy użyciu dyfrakcji rentgenowskiej i spektroskopii Ramana oraz napisaniu części manuskryptu (15%). Mój wkład szacuję na 10%.*

47. M. Soszyński, A. Dąbrowska, **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, Combustion Synthesis of One-Dimensional Nanocrystalline Silicon Carbide. *Crystal Research and Technology* 2010, 45, 1241-1244. IF(2010)=0.948

*Mój wkład polegał na rejestracji i analizie widm Ramana. Mój wkład szacuję na 8%.*

48. M. Popławska, Z. Żukowska, S. Cudziło, **M. Bystrzejewski**. *Functionalization of carbon-encapsulated magnetic nanoparticles by cycloaddition of nitrile oxides*. *Carbon* 2010, 48, 1318-1320. IF(2010)=4.896

Szacowany udział własny = 35%; liczba cytowań:5

*Mój wkład polegał na syntezie materiału do badań, napisaniu manuskryptu (40%) - , opracowaniu wyników (30%), odpowiedzi na recenzje (30%)*

49. M.A. Cywińska, I.P. Grudziński, A. Cieszanowski, **M. Bystrzejewski**, M. Popławska. Nanoplatforms for magnetic resonance imaging of cancer. Polish Journal of Radiology 2011, 76, 28-36.

**IF(2011)=0.234**

Udział własny 10%; ilość cytowań:0

*Mój wkład polegał na dyskusji opisu właściwości fizykochemicznych nanocząstek magnetycznych opartych na tlenkach żelaza oraz przygotowaniu rysunku 2.*

50. A. Huczko, A. Dąbrowska, M. Soszyński, N. Maryan, **M. Bystrzejewski**, H. Lange, P. Baranowski, T. Gemming, A. Bachmatiuk, M. Rummeli. Ultra-fast self-catalytic growth of silicon carbide nanowires. Journal of Materials Research 2011, 26, 3065-3071. IF=1.434

*Mój wkład polegał na rejestracji i analizie widm Ramana. Mój wkład szacuję na 5%.*

51. W. Kiciński, M. Norek, **M. Bystrzejewski**, Monolithic porous graphitic carbons obtained through catalytic graphitization of carbon xerogels, Journal of Physics and Chemistry of Solids 2013, 74, 101-109. IF(2012)=1.527

*Mój wkład polegał na rejestracji i analizie widm Ramana oraz analizie składu fazowego metodą dyfrakcji rentgenowskiej. Mój wkład szacuję na 10%.*

52. W. Bratek, A. Świątkowski, M. Pakuła, S. Biniak, **M. Bystrzejewski**, R. Szmigielski. Characteristics of activated carbon prepared from waste PET by carbon dioxide activation. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis 2013, 100, 192-198. IF(2012)=2.560

*Mój wkład polegał na analizie strukturalnej węgla aktywnego. Mój wkład szacuje na 15%.*

53. W. Kiciński, M. Norek, M.H. Ruemmeli, T. Gemming, **M. Bystrzejewski**, Synthesis of porous graphitic materials obtained from carbonization of xerogels doped with transition metal salts, Bulletin of Materials Science, 2014 in press. IF(2012)=0.584

*Mój wkład polegał na rejestracji widm Ramana oraz ich interpretacji. Mój wkład szacuję na 10%.*

54. A. Huczko, M. Kurcz, P. Baranowski, **M. Bystrzejewski**, A. Bhattarai, S. Dyjak, R. Bhatta, B. Pokhrel, B.P. Kafle, Fast combustion synthesis and characterization of YAG:Ce<sup>3+</sup> garnet nanopowders, Physica Status Solidi B, 2013, 250, 2702-2708. IF(2012)=1.489

*Mój wkład polegał na analizie składu fazowego produktów metodą dyfrakcji proszkowej. Mój wkład szacuję na 10%.*



55. I.P. Grudziński, **M. Bystrzejewski**, M.A. Cywińska, A. Kosmider, M. Popławska, A. Cieszanowski, A. Ostrowska, Cytotoxicity Evaluation of Carbon-Encapsulated Iron Nanoparticles in Melanoma Cells and Dermal Fibroblasts. Journal of Nanoparticle Research 2013, 15, 1835 (1-18). **IF(2012)=2.175**

Szacowany udział własny = 15%,; liczba cytowań:0

*Mój wkład polegał na syntezie materiału do badań i jego pełnej charakterystyce fizykochemicznej, napisaniu manuskryptu (10%), opracowanie części wyników (10%), odpowiedzi na recenzje*

56. I. Grudzinski , **M. Bystrzejewski**, M. Cywinska, A. Kosmider, M. Popławska, A. Cieszanowski, Z. Fijalek, A. Ostrowska, A. Parzonko, Assessing carbon-encapsulated iron nanoparticles cytotoxicity in Lewis lung carcinoma, Journal of Applied Toxicology 2014, 34, 380-394. IF(2012)=2.597

*Mój wkład polegał na syntezie materiałów do badań, ich charakteryzacji fizykochemicznej i strukturalnej, napisaniu fragmentów manuskryptu oraz zbudowaniu modelu internalizacji dkomórkowej na podstawie badania zmian potencjału zeta. Mój wkład szacuję na 20%.*

57. I.P. Grudzinski, **M. Bystrzejewski**, M.A. Cywinska, A. Kosmider, M. Popławska, A.Cieszanowski, Z. Fijalek, A. Ostrowska, Comparative cytotoxicity studies of carbon-encapsulated iron nanoparticles tested at different stages of synthesis in murine glioma cells, Colloids and Surfaces B 2014, 117, 135-143. IF(2012)=3.554

*Mój wkład polegał na syntezie materiałów do badań, ich charakteryzacji fizykochemicznej i strukturalnej oraz napisaniu fragmentów manuskryptu. Mój wkład szacuję na 15%.*

58. W. Kiciński, M. Szala, **M. Bystrzejewski**, Sulfur-doped Porous Carbons: Synthesis and Applications, Carbon 2014, 68, 1-32. IF(2012)=5.868

*Mój wkład polegał na napisaniu fragmentów manuskryptu, korekcie językowej oraz dyskusji metod otrzymywania węgla porowatych domieszkowanych siarką. Mój wkład szacuję na 10%.*

59. A.M. Nowicka, A. Kowalczyk, M. Donten, M.L. Donten, **M. Bystrzejewski**, Z. Stojek. Carbon-encapsulated iron nanoparticles as ferromagnetic matrix for oxygen reduction in absence and presence of immobilized laccase. Electrochimica Acta, 2014, 126, 115-121. IF(2012)=3.777

*Mój wkład polegał na syntezie i oczyszczaniu materiałów do badań oraz stworzeniu stanowiska do pomiarów indukcji pola magnetycznego. Mój wkład szacuję na 10%.*

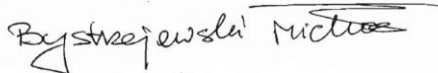
60. M. Popławska, **M. Bystrzejewski**, I.P. Grudzinski, M.A. Cywinska, J. Ostapko, A.Cieszanowski, Immobilization of gamma globulins and polyclonal antibodies of class IgG onto carbon-encapsulated iron nanoparticles functionalized with various surface linkers. Carbon 2014, 74, 180-194. IF(2012)=5.868

*Mój wkład polegał na syntezie materiałów do badań, ich charakteryzacji fizykochemicznej i strukturalnej, zbudowaniu modelu do szacowania zawartości immobilizowanych biomolekuł w oparciu o analizę krzywych termogravimetrycznych oraz napisaniu fragmentów manuskryptu. Mój wkład szacuję na 15%.*

61. O. Łabędź, A. Grabias, W. Kaszuwara, **M. Bystrzejewski**, Influence of Al on synthesis and properties of carbon-encapsulated iron nanoparticles. Journal of Alloys and Compounds 2014, 603, 230-238. IF(2012)=2.390

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i postawieniu problemu naukowego, napisaniu manuskryptu (75%), analizie otrzymanych wyników badań, postawieniu konkluzji, korespondencji z redakcją i odpowiedziami na recenzje. Mój wkład szacuję na 70%.*

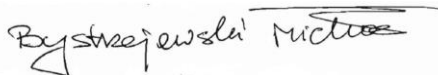
**Sumaryczny impact factor powyższych publikacji według listy Journal Citation Reports, zgodnie z rokiem opublikowania: 122.732**



B) Wynalazki oraz wzory użytkowe i przemysłowe, które uzyskały ochronę i zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach

1. H. Krawczyk, M. Popławska, **M. Bystrzejewski**, Sposób otrzymywania 5-hydroksykreatyniny i N-metyloguanidyny, Patent PL nr 214495 z dnia 30 sierpnia 2013 r.

*Mój udział polegał na syntezie nanorurek węglowych używanych w procesie syntezy związków będących przedmiotem wynalazku. Mój wkład oceniam na 10%.*



c) Monografie, publikacje naukowe w czasopismach naukowych międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazie, o której mowa pkt I B:

1. A. Huczko, **M. Bystrzejewski**, „Świat Nanotechnologii: Fulereny 20 lat później”, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2007, ISBN 9788323503620

*Mój wkład polegał na zebraniu i opisanii literatury, oraz napisaniu rozdziałów: 2, 5, 6 i 10. Mój wkład oceniam na 40%.*

2. **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, H. Lange, P. Baranowski, J. Kozubowski, M. Woźniak, M. Leonowicz, W. Kaszuwara. *New Carbon Nanostructures: Onions, Giant-Fullerenes, Encapsulates, Peapods*. Wiadomości Chemiczne 2004, 58, 163-202.

*Autor korespondencyjny. Mój wkład polegał na napisaniu manuskryptu (90%), wyszukaniu i zebraniu literatury (70%). Mój wkład oceniam na 60%.*

3. A. Huczko, A. Sadowska, **M. Bystrzejewski**, H. Lange, J. Golimowski, B. Krasnodębska – Ostręga, G. Soucy, G. Cota – Sanchez, *Plasmachemical processing of postincineration solid wastes. Efficiency of plasma melting of wastes*. Chemia i Inżynieria Ekologiczna 2004, 11, 189-198.

*Mój wkład obejmował część eksperymentalną - plazmowe przetwarzanie odpadów. Mój wkład oceniam na 5%.*

4. A. Huczko, A. Sadowska, **M. Bystrzejewski**, H. Lange, J. Golimowski, B. Krasnodębska – Ostręga, G. Soucy, G. Cota – Sanchez. *Plasmachemical processing of postincineration solid wastes. Physical and chemical transformations of wastes*. Chemia i Inżynieria Ekologiczna 2005, 12, 7-16.

*Mój wkład obejmował analizę zdjęć mikroskopowych. Mój wkład oceniam na 5%.*

5. **M. Bystrzejewski**, A. Huczko. *Carbon Nanotubes Purification Processes*. Wiadomości Chemiczne 2005, 59, 537-555.

*Autor korespondencyjny. Mój wkład obejmował stworzenie koncepcji i układu pracy, wyszukaniu literatury oraz napisaniu manuskryptu (100%). Mój wkład oceniam na 95%.*

6. A. Huczko, S. Cudziło, **M. Bystrzejewski**, H. Lange, M. Szala. *Fabrication of nanostructural materials in a combustion synthesis route*. Biuletyn WAT 2005, 54, 57-71.

*Mój wkład obejmował analizę zdjęć mikroskopowych. Mój wkład oceniam na 5%.*

7. E. Kowalska, P. Kowalczyk, J. Radomska, E. Czerwosz, H. Wronka, **M. Bystrzejewski**. *Wpływ procesu wygrzewania na niektóre właściwości nanorurek węglowych*, Prace Naukowe P.W., Elektronika z.153, str. 187-191, Technika Próżni i Technologie Próżniowe, Oficyna Wydawnicza PW 2005.

*Mój wkład polegał na analizie krzywych analizy termicznej. Mój wkład oceniam na 5%.*

8. **M. Bystrzejewski**, T. Pichler, M. Rummeli. *Chemical functionalization of carbon nanotubes*. Wiadomości Chemiczne 2006, 60, 569-608.

*Autor korespondencyjny. Mój wkład obejmował stworzenie koncepcji i układu pracy, wyszukaniu literatury oraz napisaniu manuskryptu (100%). Mój wkład oceniam na 90%. Publikacja wyróżniona nagrodą Znatowicza Polskiego Towarzystwa Chemicznego.*

*Bystrzejewski Michał*

- D) Opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów, dokumentacja prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych

BRAK

- E) Sumaryczny Impact Factor według listy JCR zgodnie z rokiem opublikowania:  
164.323

- F) Liczba cytowań wg bazy Web of Science (WoS): 670 (bez autocytowań); 858 (z autocytowaniami)

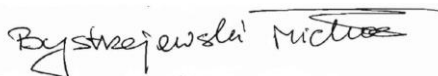
- G) Indeks Hirscha wg bazy Web of Science (WoS): 15; 13 (bez autocytowań)

*Bystrzejewski Michał*

- H) Kierowanie międzynarodowymi i krajowymi projektami badawczymi oraz udział w takich projektach:

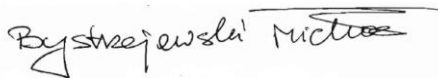
- 1) Projekt badawczy MNiSW N204 096 31/2160 (2006-2009). Nanorurki węglowe: nowe procesy otrzymywania i ich optymalizacja oraz badanie mechanizmu powstawania. **Główny Wykonawca**.
- 2) Grant promotorski MNiSW N204 118 32 (2006-2008) Synteza nanorurek węglowych z materiałów węglowych o różnym stopniu grafityzacji. **Główny Wykonawca**.
- 3) Projekt badawczy MNiSW N204 132137 (2009-2011). Otrzymywanie i badania nanokrystalicznych mobilnych sorbentów metali ciężkich. **Kierownik**

- 4) Projekt badawczy MNiSW N N518 381737 (2009-2012). Nowe nanostrukturalne superparamagnetyki w molekularnym obrazowaniu nowotworów metodą rezonansu magnetycznego. **Główny Wykonawca**
- 5) Projekt badawczy finansowany z Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (2009-2012). Opracowanie Technologii nowej generacji czujników wodoru i jego związków do zastosowania w warunkach ponadnormatywnych. **Główny Wykonawca**
- 6) Projekt badawczy MNiSW N N204 248140 (2011- 2014). Magnetyczne hybrydowe nanomateriały węglowe – mobilne sorbenty do usuwania związków organicznych. **Główny Wykonawca**
- 7) Projekt badawczy IUVENTPLUS PLUS IP2011 006071 (2012 - 2014). Badania i modyfikacja magnetycznych hybrydowych materiałów węglowych w kierunku poprawy odporności korozyjnej. **Kierownik**
- 8) Projekt badawczy NCN (2013-2016) Nowe metody otrzymywania eksfoliowanego grafitu i jego transformacja w grafen. **Główny Wykonawca.**
- 9) Projekt INNOTECH NCBiR (2012-2014). Nowy wysokoenergetyczny akumulator kwasowo-olowiowy z masą czynną osadzoną na porowatym węglu szklistym. **Główny wykonawca**
- 10) Projekt LIDER NCBiR 527/L-4/2012 (2013-2016). Nowe mobilne nanokompozyty o wysokiej stabilności korozyjnej do usuwania związków organicznych i jonów metali ciężkich. **Kierownik**



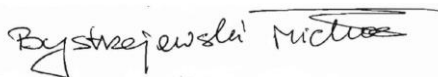
- I) Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową albo artystyczną:
  - 1) 2007 Laureat Nagrody im. Znatowicza Polskiego Towarzystwa Chemicznego za najlepszy artykuł opublikowany w Wiadomościach Chemicznych w 2006 r.
  - 2) 2007, 2008 Dwukrotny laureat stypendium START przyznawanego przez Fundację na Rzecz Nauki Polskiej.
  - 3) 2010 Wyróżnienie w konkursie „Cudze chwalicie swego nie znacie – promocja osiągnięć nauki polskiej” ([www.topnauka.pl](http://www.topnauka.pl))
  - 4) 2010 Nagroda im. A. Grabowskiego (Wydział Chemii UW) za cykl prac poświęconych syntezie i zastosowaniom hybrydowym magnetycznym nanomateriałom węglowym
  - 5) 2011 Nagroda redakcji czasopisma New Carbon Materials (wydawanego przez Elsevier) za najlepszy artykuł opublikowany w 2010 r. na łamach periodyku przez naukowca poniżej 35 r. życia (pozycja [H7])
  - 6) 2011 Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla wybitnych młodych naukowców

- 7) 2011 List Uznania od American Chemical Society za wysoki poziom recenzowanych publikacji naukowych



J) Wygłoszenie referatów na międzynarodowych i krajowych konferencjach tematycznych

1. E. Kowalska, J. Radomska, E. Czerwosz, P. Kowalczyk, H. Wronka, **M. Bystrzejewski**, „Properties of carbon nanotubes synthesized by ferrocene-xylene mixture cvd method”, 9th Conference on Thermal Analysis and Calorimetry. Zakopane 2003.
2. **M. Bystrzejewski**, H. Lange, A. Huczko, Z. Karoly, L. Gal, „RF plasma synthesis of carbon encapsulates”, VIII Ogólnopolskie Sympozjum Chemii Plazmy, Słok k. Bełchatowa, 2004.
3. J. Drabik, E. Pawelec, A. Huczko, H. Lange, **M. Bystrzejewski**, “Oxidation Resistance of Fullerene-containing Vegetable Oils”, Carbon Materials. Theoretical and Experimental Aspects. International Symposium. Budapest, 2005.
4. **M. Bystrzejewski**, „Carbon Encapsulation of Magnetic Nanoparticles: Synthesis, Characterization and Applications”, ESF Exploratory Workshop: Carbon Based Nanostructured Composite Films, Gdańsk, 2006.
5. **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, H. Lange, W. Kaszuwara, S. Cudziło, “Carbon-encapsulated magnetic nanoparticles spontaneously formed by thermolysis route”, 8th Biennial International Workshop Fullerenes and Atomic Clusters, St. Petersburg, Russia, 2007.
6. **M. Bystrzejewski**, “Carbon-encapsulated magnetic nanoparticles: advanced nanomaterials for biomedical applications”, Biopowders Conference, Advances in the Powder Technology, Budapest, Hungary, 2007.
7. **M. Bystrzejewski**, “Hybrydowe magnetyczne nanokompozyty węglowe: synteza i zastosowanie”, V Konferencja Naukowo-Techniczna: Materiały Węglowe i Kompozyty Polimerowe, Ustroń, 2010.
8. **M. Bystrzejewski**, „Core-shell magnetic carbon nanoparticles: mobile platforms for sorption of heavy metals and aromatic compounds”, Workshop on Nanomaterials in Chemical and Biomedical Applications, Warszawa, 2012. Wystąpienie na zaproszenie organizatorów.
9. **M. Bystrzejewski**, “Recent advances in synthesis and applications of carbon-encapsulated magnetic nanoparticles”, VI Krajowa Konferencja Nanotechnologii, Szczecin, 2013. Wykład na zaproszenie organizatorów.



III. Dorobek dydaktyczny i popularyzatorski oraz informacja o współpracy międzynarodowej habilitanta

A) Uczestnictwo w programach europejskich oraz innych programach międzynarodowych i krajowych

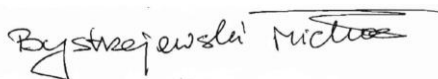
BRAK

B) Aktywny udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych

Poza referatami wymienionymi w pkt. II J uczestniczyłem w następujących konferencjach naukowych prezentując wyniki badań w formie posteru:

1. **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, H. Lange, „Arc plasma route to magnetic carbon-encapsulated nanoparticles for biomedical applications”, EMRS Fall Meeting, Warszawa, 2004.
2. J. Yi-Zheng, **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, C. Gao, W.K. Hsu, C.Y. Lee, Y.Q. Zhu, M.J. Roe, G. Walker, H.W. Kroto, D.R.M. Walton, “Synthesis and characterization of carbon spheres from direct pyrolysis of hydrocarbons”, Nanotec 2004, Batz sur Mer, Francja, 2004.
3. **M. Bystrzejewski**, H. Lange, A. Huczko, M. Ruemelli, T. Gemming, “B-doped MWCNT production by arc discharge in water”, 7th Biennial International Workshop Fullerenes and Atomic Clusters, St. Petersburg, Russia, 2007.
4. **M. Bystrzejewski**, H. Lange, A. Huczko, M. Ruemelli, T. Gemming, “Production of B-doped multiwalled carbon nanotubes by arc discharge in water” 17<sup>th</sup> International Conference on Plasma Chemistry, SPC 17, Toronto, Canada, 2005.
5. **M. Bystrzejewski**, S. Cudziło, A. Huczko, H. Lange, „Thermal stability of carbon-encapsulated Fe-Nd-B nanoparticles”, EMRS 2005 Fall Meeting, Warszawa, 2005.
6. **M. Bystrzejewski**, M. H. Rummeli, H. Lange, A. Huczko, T. Pichler „Single-walled carbon nanotube synthesis: a comparison of laser ablation and carbon arc routes”, Nasa/Rice Nucleation and Growth Workshop III, USA, Texas, Canyon of the Eagles, 2007.
7. **M. Bystrzejewski**, M. Strawski, A. Huczko, H. Lange, „Morphology and structure of collapsed carbon nanoparticles”, EMRS Fall Meeting, Warszawa, 2007.
8. **M. Bystrzejewski**, H. Lange, A. Huczko, Z. Karoly, J. Szepvolgyi, „Continuous Synthesis of Carbon-Encapsulated Magnetic Nanoparticles by RF Thermal Plasma”, 23rd Symposium on Plasma Physics and Technology Prague, Czech Republic, 2008.
9. **M. Bystrzejewski**, A. Huczko, P. Byszewski, M.H. Rummeli, T. Gemming, H. Lange, “Systematic studies on SWCNTs synthesis from aliphatic alcohols by CVD floating catalyst method”, Diamond Conference, 2008, Sitges, Spain, 2008.

10. **M. Bystrzejewski**, T. Gemming, B. Buchner, A. Huczko, H. Lange, M.H. Rummeli, "Dispersing and separation of multi-wall carbon nanotubes using various surfactants". 4th International Conference on Carbon Based Nanocomposites, Hamburg, Germany, 2009.
11. **M. Bystrzejewski**, K. Pyrzyńska, Z. Karoly, J. Szepvolgyi, „Synthesis and environmental applications of iron nanoparticles tightly encapsulated in carbon shells via RF thermal plasma”, 24th Symposium on Plasma Physics and Technology, Prauge, Czech Republic, 2010.
12. **M. Bystrzejewski**, O. Łabędź, W. Kaszuwara, J. Borysiuk, A. Huczko, H. Lange „Synthesis of core-shell carbon-encapsulated iron nanoparticles with controlled size and magnetic properties”, International Conference of Superconductivity and Magnetism, Istanbul, Turkey, 2012.
13. **M. Bystrzejewski**, Z. Karoly, J. Szepvolgyi, W. Kaszuwara, O. Łabędź, A. Huczko, H. Lange, „Continuous thermal plasma synthesis of carbon-encapsulated iron nanoparticles with ferrite stabilizing elements. 5th Central European Symposium on Plasma Chemistry, Balatonalmadi, Hungary, 2013.

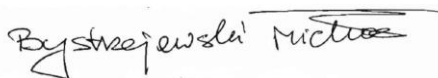


C) Udział w komitetach organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych

BRAK

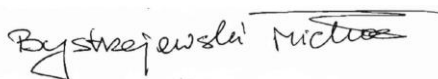
D) Otrzymane nagrody i wyróżnienia inne niż wymienione w pkt II-H

- 1) 2008 Nagroda naukowa II stopnia (Wydział Chemii UW) za monografię książkową „Fulereny 20 lat później”
- 2) 2009 Stypendium Naukowe w ramach programu „Nowoczesny Uniwersytet”
- 3) 2011 Nagroda dydaktyczna II stopnia (Wydział Chemii UW) za organizację i kierowanie zajęciami „Chemia Fizyczna: Laboratorium” dla studentów Inżynierii Nanostruktur



E) Udział w konsorcjach i sieciach badawczych

1. Centrum Badań Przedklinicznych i Technologii (wspólny projekt m.in Uniwersytetu Warszawskiego, Politechniki Warszawskiej i Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego);  
Opiekun Laboratorium Badań Strukturalnych i Fizykochemicznych





F) Kierowanie projektami zrealizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych oraz we współpracy z przedsiębiorcami, innymi niż wymienione w pkt II H

BRAK

G) Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism

BRAK

H) Członkostwo w międzynarodowych i krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych

BRAK

I) Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki lub sztuki

***Lista prowadzonych zajęć:***

- Ćwiczenia rachunkowe z chemii fizycznej (II rok studiów I stopnia na kierunkach: Chemia, Inżynieria Nanostruktur, Energetyka i Chemia Jądrowa)
- Pracownia Chemii Fizycznej (II rok studiów I stopnia na kierunku Chemia)
- Chemia Fizyczna: Laboratorium (II rok studiów I stopnia na kierunkach: Inżynieria Nanostruktur, Energetyka i Chemia Jądrowa)
- Pracownia Analizy Instrumentalnej i Spektroskopii Molekularnej (I rok studiów II stopnia na kierunku Inżynieria Nanostruktur)
- Pracownia Specjalizacyjna dla studentów II roku studiów II stopnia na kierunku Chemia
- Wykład „Nanomateriały Węglowe” dla III roku I stopnia na kierunku Inżynieria Nanostruktur

***Nowe programy zajęć, skrypty, etc:***

- W latach 2009 i 2010 r. brałem udział w pracach grupy roboczej opracowującej program studiów dla nowego kierunku Inżynieria Nanostruktur. Opracowałem konspekt programowy przedmiotu Chemia Fizyczna: Laboratorium. Pierwsza rekrutacja na w/w kierunek odbyła się w roku akademickim 2010/2011
- Opracowałem skrypt do nowego ćwiczenia „Analiza termiczna nanomateriałów węglowych i ceramicznych” w ramach Pracowni Analizy Instrumentalnej i Spektroskopii (I rok studiów II stopnia na kierunku Inżynieria Nanostruktur)

J) Opieka naukowa nad studentami i lekarzami w toku specjalizacji

***Kierownictwo prac licencjackich:***

- 1) M. Fronczak, „Badanie stabilności korozyjnej magnetycznych nanokapsułek węglowych”, Wydział Chemii UW, W-wa 2012
- 2) P. Strachowski, „Adsorpcja fenoli i pochodnych na węglu aktywnym, nanorurkach węglowych i magnetycznych nanokapsułkach węglowych”, Wydział Chemii UW, W-wa 2012
- 3) M. Kowalik „Utlenianie powierzchniowe węgla aktywnego w wyładowaniu jarzeniowym prądu przemiennego”, Wydział Chemii UW, W-wa 2014 (obrona w czerwcu 2014)
- 4) M. Kowalczyk „Otrzymywanie i badanie wodnych zawiesin magnetycznych nanokapsułek węglowych”, Wydział Chemii UW, W-wa 2014 (obrona w czerwcu 2014)
- 5) M. Krawczyk „Optymalizacja rozpuszczalności wielkocząsteczkowego poli(tereftalanu etylenu) w układzie fenol-tetrachloroetylen”, Wydział Chemii UW, W-wa 2014 (obrona w czerwcu 2014)
- 6) E. Olechno „Otrzymywania i badania zawiesin sadzy technicznej w wodzie”, Wydział Chemii UW, W-wa 2014 (obrona w czerwcu 2014)

***Kierownictwo prac magisterskich:***

- 1) M. Soszyński, „Optymalizacja syntezy wybranych heterogennych nanomateriałów węglowych w plazmie termicznej”, Wydział Chemii UW, W-wa 2009
- 2) K. Barszcz, „Otrzymywanie magnetycznych nanokapsułek węglowych w strumieniu plazmy termicznej”, Wydział Chemii UW, W-wa 2010
- 3) M. Fronczak „Badania nad poprawą odporności korozyjnej magnetycznych nanokapsułek węglowych”, Wydział Chemii UW, W-wa 2014 (obrona w czerwcu 2014)
- 4) P. Strachowski „Badanie adsorpcji równowagowej i kinetyki sorpcji fenolu i pochodnych na węglach aktywnych, nanorurkach węglowych i magnetycznych nanokapsułkach węglowych”, Wydział Chemii UW, W-wa 2014 (obrona w czerwcu 2014)

***Recenzje prac licencjackich i magisterskich:***

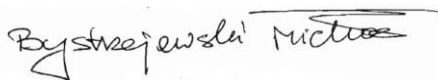
*Prace licencjackie – 1 (2012 r.)*

*Prace magisterskie – 1 (2013 r.)*

***Popularyzacja nauki:***

1. Wykład w ramach XI Festiwalu Nauki „Świat Nanotechnologii: Fulereny, Nanocebunki, Nanokapsułki Węglowe – pomiędzy cząsteczkami a monokryształami” – wrzesień 2007 r.
2. Wykład w ramach warsztatów Krajowego Funduszu na Rzecz Dzieci „Czy węgiel może być magnetyczny? Od fulerenów i nanorurek do nanokapsułek węglowych” – 13 luty 2008 r.

3. Wykład z serii „Ciekawa chemia” dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych „Fizykochemia węgla 1985-2009: wielkie odkrycia, nowe perspektywy”, 31 marca 2010 r.



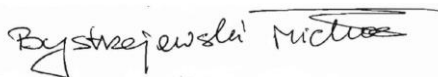
K) Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego

BRAK

L) Staże w zagranicznych i krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich

1) Leibniz Institute for Solid State Research (prof. dr Mark Rummeli), Dresden, Niemcy, łącznie 18 miesięcy, pobyty 2-3 miesięczne w latach 2006-2010. Cel: realizacja fragmentów pracy doktorskiej. Wspólna realizacja projektów badawczych. Wzmocnienie potencjału naukowego (praca z piecami wysokotemperaturowymi, układami próżniowymi, laserami gazowymi i impulsowymi, spektroskopia ciała stałego). Rezultat współpracy: 14 publikacji naukowych. Współpraca kontynuowana do chwili obecnej.

2) Centrum Badań Chemicznych (prof. dr. Janos Szepvolgyi), Węgierska Akademia Nauk, Budapeszt, Węgry. Pobyty 1-2 tygodnie w latach 2003-2012 (łącznie 5 pobytów). Cel: realizacja wspólnych projektów badawczych. Rezultat współpracy: 3 publikacje naukowe. Współpraca kontynuowana do chwili obecnej.



M) Wykonane ekspertyzy lub inne opracowania na zamówienie

BRAK

N) Udział w zespołach eksperckich i konkursowych

BRAK

O) Recenzowanie projektów międzynarodowych i krajowych

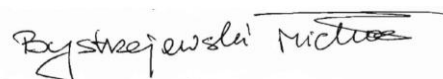
BRAK

P) Recenzowanie publikacji w czasopiśmie międzynarodowych i krajowych

W latach 2006-2013 zrecenzowałem 95 oryginalnych prac dotyczących głównie chemii materiałowej, chemii plazmy, w mniejszym stopniu fizyki ciała stałego. Recenzowałem prace przesłane do redakcji

czasopism wydawanych przez większość znaczących konsorcjów wydawniczych, tj. American Chemical Society, Elsevier, Willey, Springer. Poniższa tabela zawiera zestawienie ilości wykonanych recenzji dla wybranych czasopism.

Czasopismo	IF (2012 r.)	Ilość recenzji
ACS Nano	12.062	3
Carbon	5.868	9
Langmuir	4.187	2
Nanotechnology	3.842	6
New Journal of Chemistry	2.966	2
Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures	0.764	5
Journal of Hazardous Materials	3.925	4
Journal of Alloys and Compounds	2.390	5
Materials Letters	2.224	8
Journal of Physics D: Applied Physics	2.528	2



#### Q) Inne osiągnięcia

##### **Działalność organizacyjna na rzecz Uniwersytetu Warszawskiego:**

- Kierownik zajęć „Chemia Fizyczna: Laboratorium” (II rok studiów I stopnia dla kierunków Inżynieria Nanostruktur, Energetyka i Chemia Jądrowa)
- Członek Komisji ds. Zasobów Bibliotecznych i Informatyzacji
- Członek Komisji ds. Rekrutacji na Studia Doktoranckie

