

Poznań, 9.08.2019 r.

## RECENZJA

### rozprawy doktorskiej zatytułowanej

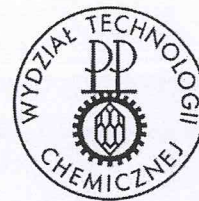
### „Nowe porowate materiały oparte na grafenie – synteza i zastosowanie”

realizowanej przez Panią mgr Samantę Witomską pod kierunkiem naukowym promotora Pana dr. hab. Piotra Pawlucia, prof. UAM oraz kopromotora Pana prof. Paolo Samori

*Podstawą wydania opinii o wymienionej rozprawie jest pismo Pana prof. zw. dr. hab. Marcina Hoffmanna, Prodziekana ds. naukowych Wydziału Chemii UAM z dnia 28 czerwca 2019 roku (WCH/318/JT/2019).*

Przedstawiona do recenzji dysertacja doktorska „Nowe porowate materiały oparte na grafenie – synteza i zastosowanie” stanowi spójny tematycznie cykl 3 artykułów opublikowanych w recenzowanych czasopismach naukowych indeksowanych w bazie JCR. Należy podkreślić ich wysoki współczynnik oddziaływania, sumaryczny współczynnik IF publikacji ujętych w rozprawie wynosi aż 49,634. Jedną z prezentowanych prac to praca o charakterze przeglądowym. Warty podkreślenia jest fakt, że Doktorantka jest także współautorką 6 innych prac opublikowanych w bardzo dobrych czasopismach o cyrkulacji międzynarodowej, których IF wynosi łącznie 28,753. Godne zauważenia jest, że większość publikacji wchodzących w skład dorobku naukowego Pani mgr Samanty Witomskiej powstała we współpracy międzynarodowej. Dane bibliometryczne Doktorantki również są dobre: indeks Hirscha  $h=4$  i ponad 50 cytowań. Doktorantka jest także wykonawcą projektu finansowanego z Narodowego Centrum Nauki OPUS 12, kierowanego przez Pana promotora dr. hab. Piotra Pawlucia, prof. UAM. Również kierowanie projektem PRELUDIUM 12 dobrze rokuje Jej przyszłemu rozwojowi oraz samodzielności naukowej. Doktorantka odbyła 3 staże naukowe (6 i dwa 3 miesięczne) w Institute de Science et d’Ingénierie Supramoléculaires w Strasbourg, Francja. Pani mgr Sandra Witomska zaprezentowała wyniki swoich badań na 10 konferencjach, w tym 9 międzynarodowych, zarówno w formie prezentacji ustnych, jak i posterów.

Do zbioru artykułów stanowiących rozprawę doktorską, Autorka dołączyła 66 stronicowy „przewodnik po publikacjach”, napisany w języku angielskim. W jego skład wchodzi następujące



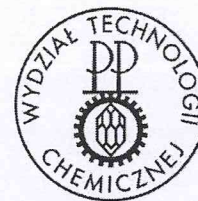
części: *Spis skrótów i symboli, Streszczenie, Streszczenie w języku polskim, Spis publikacji wchodzących w skład rozprawy, Dorobek naukowy, Opis publikacji wchodzących w skład rozprawy oraz Wkład Autora*. W tej ostatniej części znajdują się też oświadczenia współautorów o ich udziale w przeprowadzonych badaniach i wkładzie w powstawanie publikacji.

W załączonym oświadczeniu Doktorantka określa swój wkład, jaki włożyła w pracę eksperymentalną związaną z syntezą materiałów grafenowych, ich charakterystyką, opisem i interpretacją wyników analiz IR, XRD, Ramana, SEM/EDX czy XPS. Pani mgr Sandra Witomska brała również czynny udział w powstawaniu manuskryptów. Na tej podstawie można przypuszczać, że Doktorantka dobrze opanowała szeroki warsztat badawczy. Niemniej jednak brak konkretnych udziałów procentowych Autorki w powstaniu poszczególnych prac znacznie utrudnia oszacowanie Jej umiejętności samodzielnego prowadzenia działalności naukowej. Tym bardziej, że z oświadczeń niektórych współautorów publikacji wynika, że planowanie badań, a także pisanie ww. artykułów znajdowało się również w ich gestii. Przykładowo podczas prac nad publikacją autorstwa Chang-Bo Huang, Samanta Witomska, Alessandro Alpirandi, Marc-Antoine Stoeckel, Massimo Bonini, Artur Ciesielski, Paolo Samori, zatytułowaną *Molecule-Graphene Hybrid Materials with Tunable Mechanoresponse: Highly Sensitive Pressure Sensors for Health Monitoring* (Advanced Materials, 2019, 31, 1804600) w planowaniu badań, oprócz Doktorantki, uczestniczyły jeszcze 4 osoby (Chang-Bo Huang, Alessandro Alpirandi, Artur Ciesielski i Paolo Samori).

Za cel pracy doktorskiej Pani mgr Samanta Witomska postawiła sobie wytworzenie nowej klasy nanomateriałów, na drodze chemicznej funkcjonalizacji tlenku grafenu (GO), ponadto przeprowadzenie charakterystyk oraz zbadanie możliwości ich potencjalnego wykorzystania jako sensorów czy też w procesach magazynowania i przetwarzania energii. Po zapoznaniu się z przedstawioną mi do oceny rozprawą stwierdzam, że jej Autorka w pełni zrealizowała cele, które sobie założyła planując pracę doktorską.

Forma rozprawy doktorskiej, jaką jest cykl publikacji w recenzowanych czasopismach powoduje, że moja rola jako recenzenta sprowadza się do syntetycznej oceny badań opisanych w przedstawionych pracach, gdyż wcześniej redakcja, a także recenzenci przyczynili się do tego, że uwag krytycznych jest niewiele.

W *Opisie publikacji wchodzących w skład rozprawy*, Doktorantka omówiła dotychczasowy stan wiedzy dotyczący materiałów dwuwymiarowych (2D), w tym otrzymywania i zastosowania

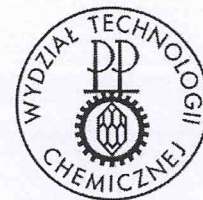


materiałów grafenowych. Stało się to także przedmiotem artykułu przeglądowego, wchodzącego w skład ocenianego dorobku Doktorantki (*Production and Patterning of Liquid Phase-Exfoliated 2D Sheets for Application in Optoelectronics*, Samanta Witomska, Tim Leydecker, Artur Ciesielski, Paolo Samori, *Advanced Functional Materials*, 2019, 29, 1901126). Uzasadnia także, że poprzez funkcjonalizację tych materiałów np. heteroatomami można uzyskać materiały trójwymiarowe (3D) o polepszonej funkcjonalności i wydajności w wybranych procesach realizowanych w aspekcie aplikacyjnym, wyjaśniając w ten sposób sens postawionego celu badań.

W dalszej części pracy Doktorantka zaproponowała metodę otrzymywania materiałów grafenowych na drodze kowalencyjnej funkcjonalizacji GO, wykorzystując do tego celu aminy o różnej giętkości łańcucha węglowego. Dokonując charakterystyki otrzymanych materiałów Autorka przygotowała się do realizacji aspektu praktycznego swoich badań, a mianowicie podjęcia próby wykorzystania tego materiału do wytworzenia bardzo czułych sensorów, mogących znaleźć zastosowanie jako piezorezystancyjne czujniki ciśnienia. Wyniki prac zostały opublikowane w artykule *Molecule-Graphene Hybrid Materials with Tunable Mechanoresponse: Highly Sensitive Pressure Sensors for Health Monitoring* autorstwa Chang-Bo Huang, Samanta Witomska, Alessandro Alpirandi, Marc-Antoine Stoeckel, Massimo Bonini, Artur Ciesielski, Paolo Samori zamieszczonym w *Advanced Materials* 2019, 31, 1804600. Wysoka czułość, krótki czas reakcji, niski poziom detekcji oraz trwałość i elastyczność uzyskanych czujników wskazują na realną możliwość ich potencjalnego wykorzystania np. w urządzeniach do monitorowania stanu zdrowia ludzkiego. Przy tej okazji proszę o informację, czy Doktorantka ma wiedzę dotyczącą metody wytwarzania i czystości GO stosowanego przez nią w badaniach.

Kolejną płaszczyzną badań realizowanych w ramach zagadnień związanych z tlenkami grafenu, jaką zaproponowała i przeprowadziła Doktorantka, była ich modyfikacja z wykorzystaniem polimeru tiomocznikowego. Dzięki czemu, zdaniem Autorki, możliwe było wytworzenie z otrzymanego materiału elektrod o dużej pojemności właściwej i dobrej stabilności cyklicznej.

Jednak po lekturze załączonej publikacji *Graphene Oxide Hybrid with Sulfur-Nitrogen Polymer for High Performance Pseudocapacitors*, Samanta Witomska, Zhaoyang Liu, Włodzimierz Czopa, Alessandro Alpirandi, Dawid Pakulski, Piotr Pawluć, Artur Ciesielski, Paolo Samori (*JACS*, 2019, 141, 482) nasuwają się pewne wątpliwości i pytania.



Na krzywych woltamperometrycznych zamieszczonych w omawianej pracy widoczne są przede wszystkim procesy pseudopojemnościowe, związane z reakcjami redox pochodzącymi od grup sulfonowych, a ponieważ nie zauważyłam, żeby w pracy podany był sposób obliczania pojemności otrzymanych pseudokondensatorów, to chętnie poznam szczegóły dotyczące tego zagadnienia podczas obrony.

Kwestią dyskusyjną jest również określanie, jako „doskonała” dotyczące stabilności, a wyartykułowane jedynie na podstawie wyników badań cyklicznej woltamperometrii. Wydaje się, że właściwe byłoby rozszerzenie badań elektrochemicznych o metodę chronopotencjometryczną, która jest stosowana właśnie do przeprowadzenia kompletnej charakterystyki procesów ładowania/rozładowania kondensatorów/superkondensatorów elektrochemicznych.

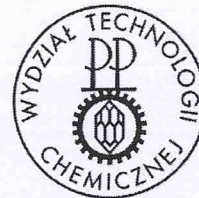
Proszę także o wyjaśnienie niejasności, związanych ze stabilnością materiału elektrodowego, notowaną podczas badań woltamperometrycznych. W publikacji *Graphene Oxide Hybrid with Sulfur-Nitrogen Polymer for High Performance Pseudocapacitors*, podawane jest w jednym miejscu, że dla skanowania realizowanego z szybkością 100 mV/s spadek pojemności wyniósł 28%, podczas gdy 8 wierszy dalej oraz na Rys 3g, dla tej samej szybkości skanowania potencjałowego, stabilność elektrody po 5000 cyklach skanowania, zdaniem Autorów, wynosiła 100%. Proszę wyjaśnić tę nieścisłość podczas obrony. Proszę też o informację, czy stabilność badano tylko dla szybkości skanowania 100 mV/s, czy także dla innych szybkości, jeżeli tak, jakie uzyskano wyniki.

Na podstawie lektury przedstawionej do oceny dysertacji doktorskiej należy podkreślić, że każdy z obszarów poszukiwań potencjalnego zastosowania wytworzonych związków wymagał od Doktorantki różnicowanych umiejętności i zdobycia szerokiej wiedzy. Moim zdaniem wywiązała się z tego bardzo dobrze, a efektem jest rozwinięcie i poszerzenie Jej warsztatu pracy.

Doktorantka nie ustrzegła się pewnych błędów i niezgrabności językowych. Odnosi się to w szczególności do części zatytułowanej *Streszczenie w języku polskim*. Pierwsze moje zastrzeżenie dotyczy zdania „użycie ich (otrzymanych materiałów) jako potencjalnych kompozytów mających zastosowanie jako: sensory oraz urządzenia magazynujące energię”, moim zdaniem powinno ono raczej brzmieć: „użycie ich jako kompozytów mających potencjalne zastosowanie jako: sensory oraz urządzenia magazynujące energię”. Kolejne zdania budzące wątpliwości to: „Dzięki temu otrzymane materiały mogły zostać wykorzystane do budowy bardzo czułych sensorów, dla których pod wpływem nacisku została określona czułość” czy „...a także pozyskiwania informacji przestrzennych



## POLITECHNIKA POZNAŃSKA



WYDZIAŁ TECHNOLOGII CHEMICZNEJ  
Instytut Chemii i Elektrochemii Technicznej  
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań  
dr hab. Małgorzata Osińska

obiekty umieszczonego bezpośrednio na powierzchni nośnika”. Zwracam również uwagę na błędnie użyte tłumaczenie pojęcia „scan rate”, jako „częstotliwości skanowania”, powinno być szybkość skanowania.

Wymienione uwagi krytyczne nie umniejszają bardzo wysokiej oceny, jaką stawiam rozprawie doktorskiej Pani mgr Samanty Witomskiej. Praca stanowi znaczący potencjał naukowy i charakteryzuje się dużą wartością aplikacyjną.

W świetle powyższych argumentów stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji dysertacja Pani mgr Samanty Witomskiej spełnia wszystkie wymagania stawiane pracom doktorskim (zgodnie z Ustawą „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach w zakresie sztuki” z dn. 14 marca 2003 r, Dz. U. Nr 65. Poz. 595 z późniejszymi zmianami) i stawiam wniosek do Rady Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu o dopuszczenie Pani mgr Samanty Witomskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie podkreślam, że oceniana przeze mnie praca z racji wartości naukowej zasługuje na wyróżnienie, dlatego zwracam się do Wysokiej Rady o rozważenie wniosku o wyróżnienie pracy doktorskiej Pani mgr Samanty Witomskiej.

*OBNISLEP*