



Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie



KATEDRA FIZYKOCHEMII NANOMATERIAŁÓW

Szczecin, 20.04.2021

Prof. dr hab. Ewa Mijowska

Katedra Fizykochemii Nanomateriałów

Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny

w Szczecinie

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr Iwony Janicy pt.:

„Rozwarstwianie, charakterystyka oraz właściwości fizykochemiczne grafenu oraz innych materiałów dwuwymiarowych ”

wykonanej pod kierunkiem Pana dr. hab. Artura Ciesielskiego, prof. UAM (promotor)
na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

Zagadnienia związane z wydajnymi procesami eksfoliacji materiałów dwuwymiarowych oraz fizykochemiczna charakterystyka otrzymanych materiałów bez wątpienia nadal należą do najbardziej aktualnych oraz intensywnie rozwijanych obszarów nanotechnologii, inżynierii materiałowej i chemii materiałowej. Dzieje się tak również z uwagi na stale powiększającą się rodzinę materiałów warstwowych, które po odpowiednim traktowaniu można zaliczyć do układów dwuwymiarowych. Stawia to przed badaczami wyzwania zmierzenia się z ich odmienną chemiczną naturą, a zatem wymaga nowych metod/technik wykorzystywanych do rozwarstwiania w celu poznania ich podstawowych fizykochemicznych własności. Takie podejście pozwala również na wskazywanie obszarów zastosowania nowych materiałów. W ten niezwykle interesujący i aktualny obszar badań



www.wtiich.zut.edu.pl

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej
KATEDRA FIZYKOCHEMII NANOMATERIAŁÓW
al. Piastów 45, 70-311 Szczecin
tel.: 091 449 42 69, e-mail: nanotech@zut.edu.pl



Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie



KATEDRA FIZYKOCHEMII NANOMATERIAŁÓW

wpisuje się również praca Pani mgr Iwony Janicy. Należy podkreślić, że Doktorantka podjęła się ważnego i aktualnego problemu opracowania metod rozwarstwiania grafenu jako najbardziej znanego przedstawiciela rodziny materiałów 2D, ale również pracowała nad disiarczkiem molibdenu oraz wermikulitem.

Przedmiotem przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej są zagadnienia zebrane w cyklu czterech publikacji związanych z rozwarstwieniem różnych materiałów dwuwymiarowych z wykorzystaniem metod *top-down*. Zestaw mikroskopowych, spektroskopowych i spektrofotometrycznych technik został wykorzystany w celu opisu własności fizykochemicznych otrzymanych materiałów. Bardzo interesującym wkładem do badań była ocena elektronicznych i termicznych właściwości otrzymanych materiałów 2D.

Opisane zagadnienia Doktorantka umieściła w 4 publikacjach stanowiących rozprawę doktorską pod wspólnym tytułem „**Rozwarstwianie, charakterystyka oraz właściwości fizykochemiczne grafenu oraz innych materiałów dwuwymiarowych**”. Uważam, że zaproponowany tytuł jest nie do końca adekwatny do udziału Pani mgr Iwony Janicy w pracach zbiorowych przedstawionych do oceny. Wyeksponowanie grafenu w tytule wynikało z dużym prawdopodobieństwem z pobudek historycznych nad pracami nad materiałami 2D, a nie z dominującego wkładu/udziału w dwóch publikacjach dotyczących tego materiału.

Na pracę doktorską składa się autoreferat oraz kopie czterech publikacji stanowiących podstawę rozprawy oraz oświadczenia autorów prac w zakresie udziału w ich powstaniu. Publikacje dotyczą spójnej tematyki nad rozwarstwianiem i charakterystyką materiałów 2D. Brakuje udziału procentowego, który nie jest obowiązkowy, ale mógłby mieć charakter pomocniczy w ocenie recenzenta rozprawy, szczególnie w przypadku publikacji P1 i P2. Z przedstawionych opisów bowiem wynika, że Pani mgr Iwona Janica miała dominujący udział w dwóch pracach P3 i P4, gdzie uczestniczyła min. w wykonaniu badań nad eksfoliacją, pisaniu, edytowaniu i odpowiadaniu na otrzymane recenzje. Na uwagę zasługuje jakość czasopism wskazana przez współczynnik oddziaływania IF odpowiednio 7,3 (Nanoscale) i 5,8 (Chem. Comm.). W pracach P1 i P2 zabrakło udziału procentowego w kluczowych czynnościach Autorki prowadzących do opublikowania wyników. Prace eksperymentalne nad eksfoliacją również wykonywane były przez kilku



www.wtiich.zut.edu.pl

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej
KATEDRA FIZYKOCHEMII NANOMATERIAŁÓW
al. Piastów 45, 70-311 Szczecin
tel.: 091 449 42 69, e-mail: nanotech@zut.edu.pl



Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie



KATEDRA FIZYKOCHEMII NANOMATERIAŁÓW

współautorów. Brak jest również oświadczenia o udziale w publikacji pierwszego autora publikacji P2. A zatem w pracach P3 i P4 zakres opisanych przez Autorkę prac i oświadczenia współautorów nie budzą zastrzeżeń, że przedłożona do recenzji rozprawa jest w dużej mierze samodzielnym dorobkiem Pani mgr Iwony Janicy i od strony formalnej może być oceniona jako jej doktorat. Natomiast opis prac P1 i P2 oraz oświadczenia współautorów nie dają już takiej pewności. Zdecydowanie systematyczny opis wykonanych prac w formie klasycznej pracy doktorskiej mógłby rozwiązać wszelkie wątpliwości. W mojej skromnej ocenie udział oceniany przez pryzmat treści oświadczeń jest niski i budzi wątpliwości, czy prace te powinny zostać ujęte w cyklu publikacji stanowiących doktorat.

W autoreferacie (w opisie publikacji włączonych do dysertacji) najpierw przedstawiono wstęp i motywację do podjęcia badań, cel badawczy i zakres badań, scharakteryzowano krótko wyniki oraz przedstawiono syntetyczną dyskusję nad uzyskanymi wynikami. Autorka przedstawiła metody wytwarzania eksfoliowanych nanomateriałów 2D, metody ich charakterystyki, a na końcu wskazała na ich możliwości aplikacyjne w tranzystorach polowych z bramkowaniem wstecznym (FET) (grafenu i ultracienkiego MoS_2) oraz wykazała ciekawe własności termiczne eksfoliowanego wermikulitu. Tę część rozprawy kończą wnioski i spis literatury. W kolejnej części Autorka zawarła oświadczenia współautorów publikacji oraz kopie artykułów wchodzących w skład rozprawy doktorskiej. Autoreferat napisany jest bardzo czytelnie i starannie (brak oczywistych błędów edytorskich/językowych).

Rola recenzenta w przypadku pracy doktorskiej opartej na cyklu publikacji w dobrych czasopiśmie jest trudna, gdyż oryginalność tematyki oraz wyniki badań zostały już wcześniej ocenione przez recenzentów. Mimo to, lektura omówienia wyników oraz publikacji skłania do wyjaśnienia kilku istotnych zagadnień i do zadania kilku pytań. Są to uwagi mające na celu podjęcie dyskusji naukowej. Bardzo proszę zatem o:

- wskazanie i zaakcentowanie elementów nowości Pani pracy na tle obecnego stanu wiedzy z dyscypliny chemii,



www.wtiich.zut.edu.pl

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej
KATEDRA FIZYKOCHEMII NANOMATERIAŁÓW
al. Piastów 45, 70-311 Szczecin
tel.: 091 449 42 69, e-mail: nanotech@zut.edu.pl



Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie



KATEDRA FIZYKOCHEMII NANOMATERIAŁÓW

- opisanie metody badania przewodnictwa cieplnego opisanego w pracy oraz podanie jakie są inne metody badania tej cechy materiału,
- wskazanie potencjalnych obszarów aplikacyjnych eksfoliowanego wermikulitu,
- omówienie metodyki wytwarzania tranzystorów polowych z bramkowaniem wstecznym (FET),
- krótkie scharakteryzowanie wielkości powierzchni właściwej badanych materiałów i rozkładu wielkości porów,
- wyjaśnienie dlaczego n-butylitol w heksanie stanowił skuteczny roztwór rozwarstwiania MoS₂ i czy badane były inne roztwory w drodze optymalizacji procesu,
- wskazanie, jakie parametry w procesie elektrochemicznej eksfoliacji materiałów płatkowych okazały się kluczowe i w jakim zakresie były przebadane,
- podsumowanie jakie są znane metody rozwarstwiania wermikulitu – inne niż badane przez Doktorantkę.

Powyższe uwagi nie wpływają na wysoką ocenę udziału i jakości prac P3 i P4. O jakości prac zdecydowanie świadczy również wysoka ranga czasopism, w których wyniki zostały opublikowane. Należy zaznaczyć, że zaprezentowane w publikacjach wyniki badań oraz ich opisy są przedstawione w sposób czytelny i systematyczny, zaś poszczególne części łączy się ze sobą w sposób logiczny. Chciałabym podkreślić też kompletność i komplementarność badań pod względem doboru metod charakterystyki otrzymanych materiałów oraz oceny ich właściwości. Opis udziału Doktorantki w pracach P1 i P2 uznaję za jedynie dostateczny w odniesieniu do ustawy z dnia 14 marca 2003 roku (Dz. U. Nr. 65, poz. 595 z późn. zm.), która wskazuje, że rozprawę doktorską może stanowić „...wyodrębniona część pracy zbiorowej, jeżeli wykazuje ona indywidualny wkład kandydata przy opracowywaniu koncepcji, wykonywaniu części eksperymentalnej, opracowaniu i interpretacji wyników tej pracy...”



www.wtiich.zut.edu.pl

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej
KATEDRA FIZYKOCHEMII NANOMATERIAŁÓW
al. Piastów 45, 70-311 Szczecin
tel.: 091 449 42 69, e-mail: nanotech@zut.edu.pl



Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie



KATEDRA FIZYKOCHEMII NANOMATERIAŁÓW

Wnioski końcowe

Przedstawiona przez Panią mgr Iwonę Janicę rozprawa doktorska pod tytułem „**Rozwarstwianie, charakterystyka oraz właściwości fizykochemiczne grafenu oraz innych materiałów dwuwymiarowych**” stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i spełnia w stopniu wystarczającym wymogi stawiane rozprawom doktorskim w art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. Nr. 65, poz. 595 z późn. zm.) o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Uzyskano szereg cennych wyników, które zostały przedstawione w wysoko punktowanych czasopismach naukowych. Przedstawiony do recenzji autoreferat oraz publikacje P3 i P4 nie pozostawiają wątpliwości o wysokich umiejętnościach i samodzielności doktorantki w realizacji prac naukowych na bardzo wysokim poziomie oraz redagowaniu publikacji naukowych. Prace te uważam za bardzo cenne zaś zamieszczone w recenzji uwagi i komentarze mają na celu pobudzenie dyskusji naukowej. Istnieje pewien niedosyt w udziale Doktorantki w pracach P1 i P2, które mimo uwag oceniam na dostateczny.

W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie Pani mgr Iwony Janicy do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ewa Janowska



www.wtiich.zut.edu.pl

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej
KATEDRA FIZYKOCHEMII NANOMATERIAŁÓW
al. Piastów 45, 70-311 Szczecin
tel.: 091 449 42 69, e-mail: nanotech@zut.edu.pl