

Toruń, 22 października 2015

Dr hab. Wojciech KUJAWSKI, prof. UMK

email: kujawski@chem.umk.pl

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Beaty Tkacz-Szczęsnej, z tytułem
**"Transfer międzyfazowy nanocząstek złota pozwalający na ich implementację w
tuszach do wytwarzania hybrydowych organiczno/nieorganicznych układów
elektronicznych"**,

wykonanej pod kierunkiem dr. hab. Jarosława Grobelnego, prof. UŁ

Wybór tematyki pracy

Praca dotyczy bardzo aktualnego i szybko rozwijającego się obszaru badań z zakresu nanomateriałów – wykorzystania nanocząstek złota do tworzenia (drukowania) układów elektronicznych na elastycznych podłożach, np. do wytwarzania hybrydowych organiczno/nieorganicznych komórek pamięci. Materiały (tzw. tusze) wykorzystywane w wytwarzaniu takich hybrydowych układów muszą charakteryzować się odpowiednią stabilnością, a także umożliwiać tworzenie struktur przewodzących elektrycznie (zawierających np. nanocząstki złota). Z tego powodu, konieczne jest wytworzenie stabilnych, organicznych koloidów nanocząstek w rozpuszczalniku kompatybilnym z wybraną matrycą polimerową oraz z wybraną techniką depozycji. Spełnienie tych wszystkich uwarunkowań wymagało wielowątkowych, interdyscyplinarnych i nowatorskich badań.

Waga tematyki została doceniona przez panel ekspertów 7 Programu Ramowego, ponieważ praca doktorska jest częścią projektu HYMEC "Hybrydowe organiczno-nieorganiczne elementy pamięci wykorzystujące zintegrowane układy elektroniczne i fotoniczne".

Cel rozprawy

Cel, teza i zakres rozprawy zostały przedstawione w rozdziale 3.

Doktorantka stawia tezę, iż odpowiednio dobrane parametry transferu międzyfazowego umożliwiają otrzymanie monodispersyjnych nanocząstek złota o oczekiwanym rozmiarze, stabilnych w wybranych rozpuszczalnikach organicznych.

Wykazanie prawdziwości powyższej tezy wymagało określenia celu głównego pracy, czyli opracowania metody otrzymywania stabilnych, monodispersyjnych organicznych koloidów nanocząstek złota i wprowadzenia ich do wybranych matryc polimerowych, z zamiarem stworzenia tuszy stosowanych do wytwarzania hybrydowych układów elektronicznych. Wymienione zostały także cele szczegółowe, będące pochodną celu głównego.

Zakres pracy dotyczył sposobu realizacji postawionych celów i obejmował m.in. optymalizację warunków transferu międzyfazowego nanocząstek złota, charakterystykę otrzymanych nanocząstek z wykorzystaniem szeregu technik instrumentalnych, metody wprowadzania nanocząstek do wybranych polimerów oraz charakterystykę przestrzennej dystrybucji nanocząstek w matrycy (z wykorzystaniem tomografii elektronowej).

Strona edytorska rozprawy

Rozprawa została napisana w klasycznym układzie i zawiera 145 ponumerowanych stron. Tekst został podzielony na 7 rozdziałów, zawiera ponadto wykaz skrótów, wstęp, wykaz dorobku naukowego oraz zestawienie literatury. Zestawienie literatury obejmuje listę 281 prac, w większości są to publikacje z czasopism naukowych. Szkoda jednak, że w tym zestawieniu brakuje tytułów. Zaskakuje również sposób numeracji rysunków i tabel – w każdym rozdziale numeracja zaczyna się od liczby 1, poprzedzonej numerem rozdziału. Zdecydowanie wygodniejszym sposobem, z punktu widzenia recenzenta, byłaby narastająca numeracja (osobno) dla tabel i rysunków w całym tekście rozprawy.

Przegląd literaturowy dotyczy zagadnień związanych z nanocząstkami w rozpuszczalnikach organicznych (rozdział 1) i w matrycach polimerowych (rozdział 2). W rozdziale 3 Autorka przedstawiła cel, tezę i zakres pracy. Rozdział 4 opisuje materiały i metody pomiarowe. W rozdziale 5 i 6 Doktorantka prezentuje omówienie uzyskanych wyników, związanych z transferem międzyfazowym nanocząstek złota z fazy wodnej do organicznej (rozdział 5) oraz kompozycją tuszy na bazie wybranych polimerów i nanocząstek złota wykorzystywanych następnie w budowie hybrydowych układów elektronicznych.

Praca napisana jest starannie, na szczególne podkreślenie zasługują bardzo pogłądowe rysunki. Jednak w obszarze edycji, Autorka chyba zbyt mocno uwierzyła w trafność autokorekty edytora tekstu, i pewnie dlatego, przez kilkadziesiąt stron tekstu przewija się tajemnicza "sterczyna" (np. tytuł rozdziału 1.8.2, strony 25, 29, 31, 33, 39...). Ponadto, Doktorantka w sposób nagminny używa wyrażen typu "jak wspomniano wcześniej" (np. strony 14, 25, 54) czy "analiza literatury przedmiotu wskazuje" (np. strony 19, 20, 21, 27, 32, 33, 34, 36, 49, 52, 85...). W wielu miejscach skróty myślowe czy kolokwializmy utrudniają czytanie rozprawy (np. str. 15 – "jednym z nowy, specyficznych i **prężnie** rozwijających się zastosowań nanocząstek złota w elektronice", str. 27 – "**jednym z przykładów jego zastosowania jest praca** Martin'a

i współautorów [80]", str. 33 – "prowadzić to może do aglomeracji lub agregacji NPs na skutek **zwiększonego udziału sił przyciągających nad odpychającymi, zapewniającymi stabilność układu**, co schematycznie przedstawiono na rysunku 1.9").

Ogólnie, ilość błędów typograficznych, interpunkcyjnych i stylistycznych mieści się w akceptowalnych (jeszcze) granicach.

Ocena merytoryczna rozprawy

W rozdziale 1 części literaturowej Doktorantka przybliżyła zagadnienia związane z otrzymywaniem i stabilnością nanocząstek w rozpuszczalnikach organicznych. Omówione zostały metody bezpośredniego wytwarzania nanocząstek w rozpuszczalnikach organicznych, a następnie różne metody transferu międzyfazowego nanocząstek z fazy wodnej do organicznej. Przedyskutowane zostały także czynniki wpływające na efektywność transferu międzyfazowego oraz stabilność koloidów organicznych i metody ich stabilizacji.

Rozdział drugi, to przegląd "nanocząstek w matrycach polimerowych", omawiający wytwarzanie nanokompozytów polimer-nanocząstki, czynniki determinujące rozkład nanocząstek w matrycach polimerowych, zastosowanie nanocząstek złota do wytwarzania hybrydowych komórek pamięci, a także metody wytwarzania hybrydowych układów elektronicznych.

Uwagi i pytania do tej części pracy.

- proszę podać przykłady dwóch pozostałych metod wykorzystywanych do transferu międzyfazowego;
- proszę omówić fizykochemię procesu transferu międzyfazowego. Co jest bodźcem w tych reakcjach? Jaki może być wpływ czynnika entalpowego (ΔH), a jaki entropowego (ΔS) na wypadkową zmianę entalpii swobodnej tej reakcji?
- ponieważ zagadnienia związane ze stabilizacją steryczną, szczególnie efekt mieszania, zostały opisane w sposób dość zawiły a przez to mało zrozumiały, proszę Doktorantkę o mówienie tego zagadnienia podczas obrony (strona 40-42 rozprawy, rysunek 1.16).
- co Autorka rozumie przez "błądzenie przypadkowe segmentu" (strona 48)?

W rozdziale 4 bardzo szczegółowo opisana została metodyka wytwarzania nanocząsteczek złota różnymi metodami, a także metody wykorzystywane w charakterystyce uzyskanych materiałów.

Najważniejsza część rozprawy została zawarta w rozdziałach 5 (Transfer międzyfazowy nanocząstek złota zsyntezowanych w wodzie do wybranych rozpuszczalników organicznych) oraz 6 (Kompozycja tuszy na bazie polimerów i nanocząstek złota wykorzystywanych w budowie hybrydowych organiczno/nieorganicznych układów elektronicznych). Szczegółowo opisane wyniki kolejnych kroków eksperymentalnych są bardzo dobrze zilustrowane dużą ilością rysunków i tabel. Wskazuje to na ogrom pracy, włożonej przez doktorantkę w realizację rozprawy doktorskiej. Na podkreślenie zasługuje fakt, że doktorantka opisuje nie tylko sukcesy,

ale także te eksperymenty, które nie przyniosły oczekiwanego rezultatu (strona 101). Jako efekt prowadzonych badań, Autorka zaproponowała procedury wytwarzania tuszy bazujących na dwóch rozpuszczalnikach: toluenie i anizolu. Przedstawione przykładowe wyniki charakterystyki prądowo-napięciowej komórek pamięci potwierdzają efektywność otrzymanych w ramach pracy układów hybrydowych.

Rozprawa kończy się rozdziałem podsumowującym, w którym Doktorantka streściła najważniejsze osiągnięcia naukowe swojej rozprawy.

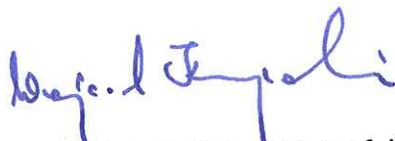
Dorobek naukowy Doktorantki jest bardzo dobry, opublikowała 6 prac w czasopismach naukowych, dwie następne były w przygotowaniu w momencie pisania rozprawy. Udział w projekcie 7PR, stypendia naukowe dla najlepszych doktorantów, projakościowe, regionalne wskazują, że Doktorantka jest osobą bardzo pracowitą i efektywną. Również interesujące jest przedstawienie wyników badań podczas aż 26 konferencji, chociaż zabrakło informacji o ilości posterów i komunikatów ustnych przedstawianych samodzielnie.

Podsumowanie

Podsumowując, recenzowana rozprawa stanowi przykład bardzo dobrze i szeroko zaplanowanych badań, obejmujących poprawne przygotowanie eksperymentów, ich przeprowadzenie, jak również wieloaspektową interpretację wyników.

Stwierdzam, iż rozprawa doktorska mgr Beaty Tkacz-Szczęsnej "Transfer międzyfazowy nanocząstek złota pozwalający na ich implementację w tuszach do wytwarzania hybrydowych organiczno/nieorganicznych układów elektronicznych", spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim, określone w artykule 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595, z późniejszymi zmianami) i wnioskuję o dopuszczenie mgr Beaty Tkacz-Szczęsnej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ponadto, biorąc pod uwagę zakres prac w ramach doktoratu oraz wysoko oceniając uzyskane wyniki, wnioskuję do Rady Wydziału Chemii Uniwersytetu Łódzkiego o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr Beaty Tkacz-Szczęsnej.



dr hab. Wojciech Kujawski, prof. UMK