

Mgr inż. Artur Herman

Streszczenie rozprawy doktorskiej

FUNKCJONALIZOWANE NANORURKI WĘGLOWE JAKO KLUCZOWE KOMPONENTY W MAKROSKOPOWYCH UKŁADACH PRZEWODZĄCYCH: SYNTEZA I WŁAŚCIWOŚCI

Promotor: dr hab. inż. Sławomir Boncel, prof. Pol. Śl.

Celem pracy było opracowanie metod kowalencyjnej funkcjonalizacji nanorurek węglowych (CNTs – ang. *carbon nanotubes*) oraz zbadanie wpływu modyfikacji chemicznych na właściwości elektryczne – przede wszystkim przewodność – układów makroskopowych, w których fazą przewodzącą były CNTs. Szczególną uwagę poświęcono kompozytom (o matrycach polimerowych) oraz uporządkowanym systemom typu tzw. nanokabli (CNWs – ang. *carbon nanotube wires*)

W ramach pracy zsyntezowano i scharakteryzowano (SEM, TEM, TGA, spektroskopia FT-IR/Ramana) materiał wyjściowy, tj. CNTs i CNWs o różnych parametrach. Następnie opracowano metodę oczyszczania materiału z węgla amorficznego poprzez zastosowanie 30% wodnego roztworu nadtlenku wodoru. Metoda ta, w zaostrzonym reżimie, umożliwiała wprowadzenie ugrupowań tlenowych (głównie karboksylowych i fenolowych) na powierzchnię CNTs. W kolejnym etapie badań przeprowadzono funkcjonalizację CNTs na drodze: 1) utleniania przy użyciu mieszaniny nitrującej i odczynnika Fentona; 2) halogenowania monochlorkiem jodu; 3) aminowania na drodze przegrupowania Curtiusa; 4) cykloaddycji 1,3-dipolarnej *N*-tlenków nitryli. Wreszcie funkcjonalizowane CNTs (*f*-CNTs) posłużyły jako wypełnienia w kompozytach. Wykorzystano tutaj dwa typy matryc: polarną (PVP) i niepolarną (PVC), aby zweryfikować często stawianą hipotezę, jakoby obecność odpowiednich grup funkcyjnych na powierzchni *f*-CNTs przez zwiększone powinowactwo do matrycy mogła przekładać się na poprawę przewodności elektrycznej. Utlenione CNTs (*O*-CNTs) wykorzystano również jako fazę przewodzącą w szczególnym typie kompozytów, jakimi są atramenty przewodzące (bazę stanowiła zawieszina żywicy akrylowej w wodzie). Te ostatnie posłużyły do przygotowania cienkich filmów przewodzących na podłożach tekstylnych (PET) do potencjalnego wykorzystania w tekstronice.

Chociaż funkcjonalizacja nieuporządkowanych CNTs pozwoliła na wyraźne zwiększenie dyspergowalności materiału w mediach o różnym charakterze chemicznym, to jednak ze względu na deteriorację układu  $\pi$ -elektronowego, nie wpłynęło to pozytywnie na przewodnictwo elektryczne kompozytu w zakresie niskich napięć. Na uwagę zasługuje efekt *p*-domieszkowania dający się wyraźnie zaobserwować w przypadku halogenowanych monochlorkiem jodu CNWs (przewodność *f*-CNWs była tu na tyle zadowalająca, że skonstruowano przy ich użyciu kabel USB o parametrach niemal identycznych jak kabel Cu-Au). Istotną obserwacją jest, że bez względu na metodę funkcjonalizacji większą reaktywnością wykazały się CNTs o mniejszych średnicach i większej defektywności. Eksperymenty z atramentami przewodzącymi pokazały także, że *f*-CNTs mają dużo większy potencjał jako swego rodzaju nanowęglowe surfaktanty dla CNTs niefunkcjonalizowanych aniżeli jako samodzielne wypełnienia kompozytów.