

Popularnonaukowy opis badań naukowych planowanych przez wnioskodawcę podczas stażu podoktorskiego

Na przestrzeni ostatnich lat, możemy zaobserwować intensywny wzrost potrzeby otrzymywania oraz kontrolowania właściwości struktur o wymiarach nanometrycznych. Odgrywają one coraz większą rolę w biomedycynie, farmakologii, biotechnologii, inżynierii materiałowej, a także technologii konwersji i magazynowania energii. W przypadku tej ostatniej powszechnie stosuje się wiele rozwiązań: kondensatory, baterie, ogniwa biopaliwowe lub kondensatory elektrochemiczne, gdzie bierze się pod uwagę ich gęstości mocy i energii. Wciąż poszukuje się tańszych materiałów o wyższych wartościach tych parametrów. Wielkie nadzieje pokłada się w nanostrukturalnych materiałach węglowych, które ze względu na duży stosunek powierzchni do objętości, wysokie wartości przewodnictwa jak również stabilność termiczną i potencjałową można wykorzystać do konstrukcji superkondensatorów. Duży potencjał aplikacyjny wykazuje kombinacja tychże struktur z polimerami przewodzącymi. Takie połączenie prowadzi zarówno do wzmocnienia właściwości mechanicznych jak i elektrycznych, co jest wynikiem ich morfologicznej modyfikacji, a także oddziaływań pomiędzy dwoma komponentami. Nanokompozytowe materiały bazujące na strukturach węglowych są jednak multifunkcjonalne. Ze względu na zdolność selektywnej adsorpcji powierzchniowej sprawdzają się w przypadku chemicznej detekcji, a ich biokompatybilność znajduje zastosowanie w chemii biosensorów i ogniw biopaliwowych.

Badania wykonane w ciągu ostatniej dekady wykazują znaczny wzrost zainteresowania grafenem i nanorurkami węglowymi właśnie na płaszczyźnie biotechnologicznej jak i pod kątem możliwości kowalencyjnej funkcjonalizacji. W ich cieniu wciąż znajdują się mniej popularne, strukturą przypominające kilkuwarstwowe fulereny tzw. nanocebulki węglowe (CNOs). Stanowią one idealną, reaktywną, łatwo modyfikowalną platformę o dużej pojemności do wytwarzania nowych kompozytowych materiałów. W literaturze brakuje jednak wszelkich informacji na temat oddziaływań CNOs z przewodzącymi nanorurkami polimerowymi, a przecież spośród wielu materiałów pseudopojemnościowych to właśnie nanostrukturalna polianilina wyróżnia się wysoką wartością pojemności, wysokim przewodnictwem, biokompatybilnością, dużą stabilnością chemiczną, a także łatwością i niskim kosztem otrzymywania.

Celem niniejszego projektu jest stworzenie oraz zbadanie właściwości fizykochemicznych nanostrukturalnego materiału kompozytowego składającego się z nanocebulek węglowych i nanorurek polianiliny. Główna idea przedsięwzięcia skupia się na charakterystyce nanokompozytu, która obejmuje jego trzy najważniejsze funkcje: zdolność do magazynowania energii, zdolność do wykrywania biomolekuł oraz możliwość jego biofunkcjonalizacji. Kluczowym zatem jest zbadanie pojemności elektrycznej materiału oraz jego czułości na wybraną biomolekułę: daidzeinę - izoflawon, składnik diet stosowany w leczeniu chorób sercowo-naczyniowych czy zapobieganiu cukrzycy. Ponieważ założeniem jest wykorzystanie kompozytu na różnych płaszczyznach, powinien się on odznaczać ponadprzeciętnymi właściwościami mechanicznymi jak i elektrycznymi. Istotne będzie określenie jego morfologii, oszacowanie powierzchni właściwej, która realnie wpływa na wartość pojemności, oraz wyznaczenie przewodnictwa elektrycznego.

Nanokompozyt CNOs/nanoPANI otrzymywany będzie na kilka sposobów, wykorzystując procedury chemicznej modyfikacji nanostrukturami węglowymi na zewnątrz i wewnątrz nanorurek polimerowych, a także technikę Langmuira-Blodgett (LB). W przypadku metody LB celem jest otrzymanie uporządkowanych filmów molekularnych oraz sprawdzenie jak tego typu formacje wpływają na właściwości nanokompozytu. Ponadto efektywność działania wszystkich tworzonych układów sprawdzona zostanie na różnych podłożach: złocie, węglu szklistym i ich modyfikacjach.