

Ostatnie lata charakteryzuje niezwykle dynamiczny rozwój nanotechnologii. Urządzenia elektroniczne są coraz mniejsze i lepszej jakości, co powoduje szybsze przetwarzanie i zapisywanie danych. Postęp w rozwoju nanoelektroniki oraz nanotechnologii umożliwia teoretyczne rozważania dotyczące właściwości nowych modelowych układów nanomateriałowych. Potencjalne korzyści, które mogą wynikać z zastosowania materiałów węglowych w tych dziedzinach, są powodem zainteresowania przemysłu energetycznego i elektronicznego rozwojem i optymalizacją nowych technologii. Jednak postęp w tej dziedzinie jest uzależniony od poznania natury zjawisk fizyko-chemicznych warunkujących uzyskanie w przyszłości w/w korzyści. Niniejszy projekt jest wkładem do badań podstawowych niezbędnych dla określenia warunków otrzymania i podstawowych właściwości nowej grupy materiałów hybrydowych o zaawansowanych właściwościach optycznych. Oligomery i polimery bogate w siarkę przyciągają coraz większe zainteresowanie ze względu na ich pożądane cechy takie jak: właściwości elektroniczne, optyczne i magnetyczne przydatne do wytwarzania urządzeń elektronicznych i optycznych. Wyświetlacze typu OLED bazujące na oligotiofenach mają wiele zalet np. emitują więcej światła, mają krótszy czas odpowiedzi oraz zużywają mniej energii niż inne barwniki organiczne. Polimery przewodzące, a w szczególności politiofeny, mogą być przydatne do konstrukcji nowych diod elektroluminescencyjnych (fotodiody), tranzystorów polowych, czujników optycznych, odwracalnych ogniw galwanicznych (baterii litowo-polimerowych), wyświetlaczy OLED oraz w foliach pochłaniających promieniowanie podczerwone. Jakkolwiek postęp w wymienionych zastosowaniach wymaga dużego nakładu pracy i czasu dla poznania podstawowych zjawisk prowadzących do otrzymania w/w materiałów. Oligomery i polimery bogate w siarkę są bardzo atrakcyjne ze względu na syntezę gwarantującą powtarzalność właściwości oraz sterowalność wybranych właściwości. Jednak mimo to w literaturze przedmiotu poza pojedynczymi pracami, brak systematycznych doniesień w tym zakresie. Wyniki projektu mają się przyczynić do rozwoju wiedzy w tym zakresie i wypełnienia tzw. pustych przestrzeni.

Celem projektu jest zatem zaprojektowanie i eksperymentalna weryfikacja oraz otrzymanie innowacyjnych materiałów hybrydowych na bazie trójwymiarowo strukturyzowanego grafenu o pożądanych właściwościach optoelektronicznych, a następnie ich szczegółowa charakterystyka, również w zakresie budowy teoretycznego modelu tych materiałów. Istotą syntezy jest wykorzystanie różnych materiałów węglowych jako nośników (węgle aktywne zawierające azot, 3D strukturyzowany grafen) do osadzania cienkich warstw oligotiofenów. Szczególnie istotny jest optymalny wybór materiałów węglowych ze względu na ich strukturę oraz chemiczny charakter powierzchni (heteroatomowe grupy funkcyjne). Odpowiednie ścieżki syntezy materiałów hybrydowych umożliwiają zachowanie i/lub udoskonalenie właściwości optycznych oligotiofenów dzięki synergetycznemu oddziaływaniu z nośnikami grafenowymi. Poprzez szeroko rozumiane modyfikacje nośników grafenowych możliwe będzie otrzymanie struktur o pożądanej morfologii, właściwościach adsorpcyjnych i stabilności. Prowadzone badania mają na celu poznanie wpływu właściwości strukturalnych i chemicznych różnych materiałów węglowych takich jak grafen i nanorurki szczepione na grafenie na właściwości materiałów hybrydowych, otrzymanych w wyniku połączenia tych dwóch różnych faz. Połączenia nanomateriał grafenowy - związek heterocykliczny mogą tworzyć nowej klasy materiał, który połączy zalety obu układów i wyeliminuje ich wady. Spodziewamy się, że otrzymane materiały hybrydowe będą również ciekawe z punktu widzenia innych obszarów badań naukowych. W pierwszej kolejności uwaga będzie skupiona na syntezie materiałów grafenowych z najczęściej wykorzystywanego substratu, czyli grafitu. Stosując autorskie metody eksfoliacji produktów przejściowych, otrzymamy trójwymiarowe struktury grafenowe uzyskane zaprojektowaną w naszym zespole metodą. Obok pozyskanych w w/w sposób materiałów czysto grafenowych badane będą nanorurki węglowe komercyjne i szczepione na płytkach grafenowych wg. oryginalnej metody opracowanej w zespole naukowym aplikującego. W przypadku nanorurek będzie przeprowadzona funkcjonalizacja poprzez ciekłe utlenianie używając  $\text{KMnO}_4$  w celu uzyskania reaktywnych grup na ich powierzchni i ich otwarcia dla środków kapsułkujących. Największe wyzwanie badawcze to oprócz syntezy i modyfikacji nanomateriałów grafenowych to budowa unikatowych ogniw typu DSSC, w których zarówno anoda jak katoda będą wykonane na bazie 3D strukturyzowanego grafenu. Badanie elektrodowych materiałów grafenowych prowadzone będzie z wykorzystaniem analizatora porowatości i powierzchni właściwej (ASAP 2010, Micromeritics Instrument Corp.) oraz analizatora Gemini VI (Micromeritics). Natomiast za pomocą technik: SEM, SEM/EDX, TEM, XRD i XPS przeanalizowane zostaną morfologia, struktura i skład pierwiastkowy badanych układów. **Jednym z kluczowych zadań projektu będzie budowa i testowanie ogniw DSSC zawierających elektrodowe materiały węglowe modyfikowane barwnikami.**

Projekt ma stanowić próbę połączenia nanotechnologii z optoelektroniką i wykorzystaniem metod chemii obliczeniowej, co w rezultacie może doprowadzić do znaczącego rozwoju optoelektroniki. Pozyskanie takich hybrydowych nanomateriałów pozwoliłoby w przyszłości opracować alternatywną metodę produkcji ogniw fotowoltaicznych trzeciej generacji oraz przyczynić się do obniżenia kosztów produkcji materiałów elektronicznych.