

Mgr Anastasiia Kobyliukh

Praca doktorska „Iron oxide/graphene hybrid materials as fillers of polymer composites with their random and ordered distribution”

Streszczenie

Kompozyty polimerowe z napełniaczami opartymi na materiałach grafenowych o różnej strukturze dekorowanych nanocząstkami tlenku żelaza stanowią ważną klasę zaawansowanych materiałów funkcjonalnych o synergicznie ulepszonych właściwościach elektrycznych, termicznych i zwiększonej zdolności absorpcji promieniowania elektromagnetycznego (EM). Zaproponowane w pracy połączenie materiałów grafenowych i tlenków żelaza wykorzystuje bardzo dobre przewodnictwo elektryczne i charakter powierzchni grafenowej oraz właściwości magnetyczne tlenków żelaza, takich jak maghemit (Fe_2O_3) i magnetyt (Fe_3O_4). Dobór struktury grafenowej, prekursorów tlenków żelaza i warunków syntezy pozwala na kontrolę i optymalizację struktury i składu materiałów hybrydowych proponowanych jako aktywne napełniacze kompozytów. W połączeniu z nieskomplikowanym przetwórstwem i właściwościami polietylenu i żywicy epoksydowej stosowanych w pracy jako faza polimerowa, opracowane kompozyty polimerowo-węglowe cechują się znacznym potencjałem aplikacyjnym. Kluczowym wyzwaniem podczas wytwarzania kompozytów z nanomateriałami jest zapobieganie ich aglomeracji w polimerze aby uniknąć pogorszenia właściwości funkcjonalnych kompozytów. Nanocząstki tlenku żelaza osadzone na powierzchniach grafenowych działając jako „elementy dystansujące” zapobiegają niekorzystnemu zjawisku aglomeracji. Obecność tlenku żelaza wpływa także na poprawę oddziaływań i adhezji pomiędzy fazą polimerową a nanocząstkami napełniacza hybrydowego. W przypadku badanych napełniaczy istotne są również ich właściwości magnetyczne. Napełniacze te pozwalają na etapie otrzymywania kompozytów na indukowanie uporządkowanej dystrybucji napełniacza w fazie polimerowej pod wpływem zewnętrznego pola magnetycznego, co wpływa zarówno na morfologię jak i poprawę właściwości finalnych materiałów kompozytowych.

Opracowane w pracy kompozyty polietylenowe i epoksydowe z nanonapełniaczami hybrydowymi są idealnymi kandydatami do kluczowych zastosowań, przede wszystkim w roli materiałów o zwiększonej zdolności absorpcji promieniowania gamma oraz sensorów pirorezystywnych i biomedycznych. W materiałach do ekranowania promieniowania EM, składnik grafenowy i tlenek żelaza oferują różne, ale uzupełniające się właściwości elektromagnetyczne. Podczas gdy materiał grafenowy zapewnia doskonałe przewodnictwo elektryczne odpowiednią stratność dielektryczną i odbicie fal EM, cząstki tlenku żelaza są

odpowiedzialne za stratność magnetyczną i absorpcję fal elektromagnetycznych. W badaniach kompozytów optymalizowanych pod kątem ich przydatności w sensorach temperaturowych, oddziaływania między płaszczyznami grafenowymi a nanocząstkami tlenków żelaza przyczyniają się do efektywniejszego transferu ładunku.

Główne cele badań zostały osiągnięte poprzez realizację następujących celów szczegółowych:

- Synteza hybrydowych materiałów na bazie struktur grafenowych dekorowanych nanocząstkami tlenku żelaza przy użyciu trzech różnych procedur, tj. współstrącania, homogenicznego strącania oraz szczepienia nanocząstek superparamagnetycznego tlenku żelaza na powierzchniach grafenowych przy użyciu związków silanowych.
- Szczegółowa charakterystyka hybrydowych materiałów grafenowych dekorowanych tlenkami żelaza przy użyciu wybranych technik mikroskopowych (SEM, TEM), spektroskopowych (Raman, XPS), dyfrakcji rentgenowskiej i metod analizy termicznej.
- Opracowanie i wytworzenie kompozytów na bazie polietylenu niskiej gęstości z napełniaczem hybrydowym – wielościennymi nanorurkami węglowymi dekorowanymi nanocząstkami maghemitu, zarówno o losowej dystrybucji w kompozycie oraz o uporządkowaniu w kierunku zastosowanego zewnętrznego pola magnetycznego.
- Analiza wpływu zawartości napełniacza i pola magnetycznego na morfologię, parametry krystalizacji i topnienia oraz stabilność termiczną polietylenu, przewodność elektryczną oraz charakterystykę pirorzystywną kompozytów polietylenowych,
- Opracowanie i wytworzenie kompozytów epoksydowych z nanopłatkami grafenowymi dekorowanymi odpowiednio nanocząstkami maghemitu i magnetytu, o dystrybucji losowej i porządkowanej w polu magnetycznym.
- Analiza wpływu struktury i zawartości nanopłatków grafenowych dekorowanych Fe_2O_3 i Fe_3O_4 na morfologię, przewodnictwo elektryczne, właściwości termiczne i zdolność absorpcji promieniowania gamma losowych kompozytów epoksydowych.

Badania zaproponowane w niniejszej pracy stanowią próbę wskazania kierunku optymalizacji składu i struktury aktywnych napełniaczy na bazie materiałów grafenowych z tlenkami żelaza do wytwarzania zaawansowanych kompozytów polimerowych. Uzyskane wyniki badań mogą stanowić ekonomicznie opłacalną strategię rozwoju wielofunkcyjnych przewodzących kompozytów polimerowych wykazując przewagę nad obecnie stosowanymi systemami opartymi na materiałach grafenowych pod względem zdolności absorpcji promieniowania EM i parametrów czujników, a także trwałości w porównywalnych warunkach.