

Physiochemical properties of nanocomposites based on $M_xFe_{3-x}O_4$ magnetic nanoparticles and polythiophene

Celem niniejszej rozprawy jest przedstawienie procedury projektowania i wytwarzania nowych kompozytów przewodzących na bazie nanocząstek magnetycznych i polimerów skoniugowanych.

W początkowej fazie badań skupiono się na syntezie nanocząstek tlenku żelaza i ferrytów cynku o różnej zawartości domieszek. Zastosowanie takich technik badawczych jak magnetometria z wibrującą sondą, spektroskopia fotoelektronów z zakresu promieniowania X, transmisyjna mikroskopia elektronowa oraz inne, pozwoliło na określenie wpływu zawartości domieszek na rozmiar, kształt i własności magnetyczne otrzymanych nanocząstek. Ponadto zaobserwowano obecność otoczki zbudowanej z zastosowanych podczas syntezy środków powierzchniowo czynnych, która dodaje dodatkową warstwę na granicy pomiędzy nanocząstką a polimerem, co powinno być wzięte pod uwagę w trakcie projektowania nanokompozytu. Obecność powłoki była tematem kolejnego etapu pracy.

Kolejnym krokiem było opracowanie procedury pomiarowej nanocząstek, która pozawalałaby na pomiar składu nie tylko powierzchni, ale również rdzenia materiału. Zaproponowano, aby za pomocą spektroskopii fotoelektronów w zakresie promieniowania X w połączeniu z rozpylaniem jonowym działem klastrowym możliwe było nie tylko badanie składu chemicznego powierzchni nanocząstek, ale także głębszych warstw próbek. Dodatkowo udowodniono, że zastosowana metoda rozpylania powierzchniowego pozwala na badanie głębszych warstw powierzchni nanocząstek bez zmiany stanu chemicznego próbki, co jest częstym problemem w podobnych układach.

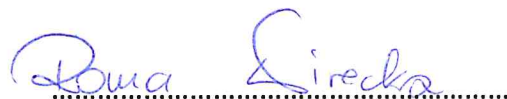
W celu rozwiązania problemu dodatkowej warstwy pokrywającej nanocząstkę, opracowano zmodyfikowaną syntezę, w której polimer był obecny podczas całego procesu formowania nanocząstek. W rezultacie kontrola nad morfologią była mniejsza, jednakże powłoka została zmodyfikowana, a nanocząstki wykazały zdolność przewodzenia prądu elektrycznego. Stworzono również, dwa odrębne nanokompozyty, oparte na dwóch różnych typach nanocząstek (otrzymanymi w obecności i bez obecności polimeru podczas syntezy), oraz pokazano ulepszone właściwości elektryczne nowo opracowanych materiałów.

Końcowym etapem badań było zbadanie odpowiedzi elektrycznej sześciu różnych nanokompozytów opartych na nanocząstkach magnetycznych i polimerze skoniugowanym. Nanocząstki magnetytu, ferrytu kobaltu i ferrytu niklu, otrzymane zgodnie z pierwszą i nowo opracowaną syntezą, zmieszano z poli(3-heksylotiofeno-2,5-dyilem) i zbadano ich odpowiedź elektryczną w zewnętrznym polu magnetycznym, osiagającym wartość do 1500 mT. W efekcie uzyskano ponad 5% zmianę rezystywności nanokompozytu na bazie nanocząstek tlenku żelaza syntetyzowanego w obecności

skoniugowanego polimeru. Warto nadmienić, że podobny nanokompozyt, ale z nanocząstkami pokrytymi środkami powierzchniowymi, wykazywał tylko 1% zmianę odpowiedzi elektrycznej.

Podsumowując, podczas moich studiów doktoranckich zmodyfikowałam i opracowałam syntezę nanocząstek magnetycznych z dwoma różnymi powłokami. Pozwoliło mi to na stworzenie nanokompozytów i zbadanie ich przewodnictwa w zewnętrznym polu magnetycznym w szerokim zakresie temperatur. W zależności od rdzenia i powłoki użytych nanocząstek, nanokompozyty różniły się zmianą oporu w zewnętrznym polu magnetycznym. Dodatkowo udowodniłam, że podczas projektowania nanokompozytów do zastosowania w elektronice należy pamiętać o wpływie interfejsu między związkami nieorganicznymi i organicznymi. Wszystko to, może znacząco wpłynąć na odpowiedź elektromagnetyczną materiałów otrzymywanych w przyszłości.

Kraków, 12.05.2023 r., Roma Wirecka


.....