

Streszczenie do rozprawy doktorskiej pt. „Wpływ efektów plazmonowych i magnetycznych na właściwości fotofizyczne luminoforów zawierających jony lantanowców”

Rozwijająca się gospodarka, a zwłaszcza zaawansowane technologie stawiają przed światem nauki kolejne wyzwania – stworzenie nowej generacji materiałów, które wykazywałyby nowatorskie właściwości lub stanowiłyby udoskonalenie materiałów już istniejących. Tak postawione wymagania można określić jeszcze zwięźle, jako *innowacyjność*. Obecnie jako innowacyjne, zarówno pod względem właściwości i zastosowań, można uznać większość otrzymywanych sztucznie *nanomateriałów*. Znajdują one zastosowanie nie tylko w najbardziej zaawansowanych technologiach, nie wychodzących poza laboratoria, ale również w życiu każdego z nas, czego często nie jesteśmy nawet świadomi. Im urządzenie bardziej jest zaawansowane pod względem technologicznym, tym bardziej jego działanie zależy od zastosowanych do jego wytworzenia nanomateriałów lub nanotechnologii, czego nadrzędnym przykładem jest elektronika użytkowa (np. telefony, telewizory, aparaty fotograficzne).

Nanomateriałami nazywa się struktury, których chociaż jeden z wymiarów przestrzennych jest rzędu nanometrów, tj. poniżej 100 nm. Tak rozumiana definicja nie ogranicza się wyłącznie do trójwymiarowych nanocząstek (np. nanoziarna, nanosześciany, nanopryzmaty), ale obejmuje również struktury dwuwymiarowe (np. nanowarstwy, nanodziury, nanorurki), jednowymiarowe (np. nanodruty) oraz zerowymiarowe (np. kropki kwantowe).

Nanomateriały zawdzięczają swoją popularność odmiennym, w porównaniu do ich odpowiedników w skali mikro i większej, właściwościom fizykochemicznym. Wynikają one ze zmniejszenia rozmiaru struktur do nanoskali, będącego konsekwencją zwiększenia stosunku liczby atomów na powierzchni do liczby atomów wewnątrz cząstki, oraz ze zwiększenia liczby defektów sieci krystalicznej. Rozmiary nanocząstek są mniejsze od długości fali padającego na nie promieniowania z zakresu widzialnego (400-700 nm), przez co zjawiska takie, jak np. rozpraszanie czy odbicie światła przebiegają z ich udziałem odmiennie w porównaniu do materiałów makroskopowych. Ze względu na dużą powierzchnię reaktywność nanomateriałów jest znacznie wyższa, a ich temperatura topnienia znacznie niższa (szczególnie w przypadku cząstek metalicznych) niż odpowiedników w skali mikro lub większej. Osobną kwestią jest sposób oddziaływania nanostruktur z żywymi organizmami, ponieważ w tym przypadku już nie tylko rodzaj materiału, ale także rozmiar, kształt i modyfikacja powierzchniowa wpływają na jego zachowanie w organizmie.

Celem naukowym rozprawy doktorskiej było otrzymanie nanomateriałów luminescencyjno-plazmonowych i luminescencyjno-magnetycznych oraz dokonanie charakterystyki ich właściwości

fizykochemicznych i zbadanie wpływu efektów magnetycznych oraz plazmonowych (zwanymi zamiennie efektami plazmowymi) na efektywność emisyjną luminoforów.

W pierwszym etapie prac badawczych przeprowadzono syntezę, z użyciem różnych metod, nanocząstek metalicznych, wykazujących właściwości plazmonowe, lub nanocząstek magnetycznych opartych o magnetyt. Jako komponenty plazmonowe użyto nanocząstki złota lub srebra, otrzymane poprzez redukcję soli tych metali. Złoto i srebro mają bardzo dobre właściwości plazmonowe, które można modyfikować poprzez zmianę rozmiaru i kształtu ich cząstek. Jako nanocząstki magnetyczne wykorzystano magnetyt (Fe_3O_4), otrzymany zmodyfikowaną metodą Massarta, która jest prosta i tania w syntezie. Nanocząstki magnetytu wykazują zjawisko superparamagnetyzmu, w wyniku którego ujawniają wzajemne przyciąganie magnetyczne tylko w obecności zewnętrznego pola magnetycznego. Dzięki temu istnieje możliwość utworzenia stabilnej zawiesiny ich cząstek oraz ich dalszej modyfikacji.

W drugim etapie badań nanocząstki zostały zmodyfikowane powłoką krzemionkową, która oprócz bardzo dobrych właściwości optycznych charakteryzuje się również bardzo niskim kosztem otrzymywania. Syntezę przeprowadzono z wykorzystaniem metody Stöbera, tj. alkalicznej hydrolizy pochodnych silanowych. TEOS został użyty jako podstawowa pochodna do otrzymywania powłoki krzemionkowej. Wykorzystując inne pochodne, tj. APTES czy MPTMS, można dodatkowo wzbogacić powłokę krzemionkową o powierzchniowe grupy funkcyjne, inne niż hydroksylowe, tzn. aminowe lub tiolowe.

W trzecim etapie prac eksperymentalnych otrzymano luminescencyjne nanomateriały oparte o jony lantanowców(III), które ze względu na unikalną budowę elektronową, wykazują interesujące właściwości fotofizyczne, takie jak: bardzo wąskie pasma emisji, wielobarwna emisja, długie emisyjne czasy życia (rzędu mikro i milisekund). Syntezę prowadzono z wykorzystaniem różnych metod, jednak dwiema najbardziej istotnymi były metoda współstrąceniowa (tania i bardzo prosta w przeprowadzeniu) oraz hydrotermalna (umożliwiająca otrzymanie lepiej wykrystalizowanych i efektywniej emitujących materiałów).

Otrzymywane materiały, na każdym z etapów syntezy, zostały szczegółowo scharakteryzowane pod kątem ich fizykochemicznych właściwości przy użyciu takich metod i technik badawczych jak: TEM, SEM, spektroskopia FT-IR oraz UV-VIS, spektrofotometria, zeta potencjał, PXRD.

Zbadanie interakcji pomiędzy różnymi fazami tworzącymi nanostrukturę umożliwi otrzymanie nowych klas materiałów oraz zastosowanie ich w innowacyjnych i wysoko wyspecjalizowanych aplikacjach, m.in. jako sensory, elementy optyczne i optoelektroniczne, środki biomedyczne w terapiach celowanych.