

Projektowanie, synteza i charakterystyka nowych fotokatalizatorów hybrydowych opartych na kowalencyjnych szkieletach organicznych

Kryzys energetyczny i zanieczyszczenie środowiska stanowią dwa główne problemy współczesnego świata. Fotokataliza heterogeniczna, jako zielona i zrównoważona technologia, która pozwala na wykorzystanie energii słonecznej do produkcji wodoru poprzez fotorozkład wody lub fotodegradacji toksycznych zanieczyszczeń obecnych w środowisku, jest uważana za obiecującą strategię umożliwiającą przezwyciężenie globalnych problemów. Od czasu pierwszego doniesienia o fotokatalitycznych właściwościach TiO_2 zbadano wiele nieorganicznych półprzewodników przeznaczonych do fotorozkładu wody i degradacji zanieczyszczeń zarówno w fazie wodnej, jak i gazowej. Jednak wydajność tych materiałów fotoaktywnych, szczególnie pod wpływem światła widzialnego, nie spełnia wymogów komercjalizacji. W związku z tym otrzymanie efektywnych, tanich, stabilnych, aktywowanych przez światło widzialne fotokatalizatorów nadal stanowi wyzwanie w dziedzinie fotokatalizy.

Ostatnio, materiały organiczne inspirowane naturalną fotosyntezą, takie jak kowalencyjne szkielety organiczne (COFs), stały się obiecującymi materiałami fotoaktywnymi ze względu na możliwość modulowania ich struktury, stabilność i dużą porowatość. Kowalencyjne szkielety organiczne przypominają molekularne „Lego”, a ogromna różnorodność strukturalna COFs umożliwia dostosowanie pożądanych właściwości fizykochemicznych do zastosowań fotokatalitycznych. Jednakże opracowanie nowej metody modyfikacji COF (obejmującej inżynierię porów i odpowiednią funkcjonalizację strukturalną) w celu uzyskania aktywnego układu fotokatalitycznego w świetle widzialnym wciąż stanowi wyzwanie. Ponadto homogeniczne pory COF można wykorzystać jako przestrzeń do wprowadzenia funkcjonalnych cząstek. W tym odniesieniu po raz pierwszy proponuje się wprowadzenie różnych typów kropek kwantowych do półprzewodnikowego szkieletu COF w celu rozszerzenia zakresu absorpcji światła oraz zwiększenia separacji nośników ładunków.

Główne cele tego projektu to: (1) opracowanie nowej klasy fotokatalizatorów opartych na kowalencyjnych szkieletach organicznych (COFs) modyfikowanych kropkami kwantowymi i wykazującymi zwiększoną aktywność fotokatalityczną w reakcji generowania wodoru i degradacji zanieczyszczeń; (2) zbadanie wpływu metody przyłączenia QDs do powierzchni materiałów opartych na COFs (COF, COF/półprzewodnik, COF/MOF) na właściwości optyczne, powierzchniowe i fotokatalityczne; oraz (3) wyjaśnienie mechanizmu wzbudzenia i reakcji fotokatalitycznych w obecności fotokatalizatorów opartych na kowalencyjnych szkieletach organicznych pod wpływem promieniowania UV i Vis.

Otrzymane fotokatalizatory zostaną kompleksowo scharakteryzowane w celu określenia: struktury krystalicznej, wielkości krystalitów i parametrów sieci za pomocą techniki XRD, składu powierzchni fotokatalizatorów z wykorzystaniem XPS, morfologii (mikroskopia SEM, EDX i TEM), właściwości optycznych (spektroskopia DRS UV-Vis i PL), powierzchni właściwej i porowatości (metoda BET). Ponadto lepsze zrozumienie mechanizmu fotokatalitycznego w obecności materiałów opartych na COFs, a także opracowanie ilościowego modelu zależności struktura-właściwości w celu skorelowania właściwości hybryd opartych na COFs z ich wydajnością fotokatalityczną może być istotnym punktem dla dalszego projektowania nowych wysoce aktywnych materiałów.