

Nowe nanostruktury 3D typu REVO₄ do jednoetapowego fotokatalitycznego rozkładu wody pod wpływem promieniowania z zakresu widzialnego

Cel naukowy badań/Hipoteza

Celem projektu jest opracowanie nowych nanostruktur 3D (nanodruty, nanosfery, nanooktaedry) typu REVO₄ (RE: Sm, Gd, Eu) z wykorzystaniem metody hydrotermalnej, wykazujących nowe właściwości optyczne, luminescencyjne, a w szczególności charakteryzujących się podwyższoną zdolnością do rozkładu wody do cząsteczkowego tlenu i wodoru w procesie jednoetapowego fotowzbudzenia pod wpływem promieniowania z zakresu widzialnego. Wbudowywanie pierwiastków ziem rzadkich (z uwagi na ich niewielki promień jonowy i przejścia 4f elektronów) w strukturę ortowanadanów może spowodować zwiększenie wydajności fotogenerowania wodoru pod wpływem promieniowania z zakresu widzialnego. Otrzymane nanostruktury 3D będą modyfikowane powierzchniowo nanoklastrami metali przejściowych (Rh, Ru, Cu) za pomocą metody radiolizy. Obecność nanoklastrow kokatalizatora na powierzchni fotokatalizatora powinna znacząco poprawić szybkość rozkładu wody. Uzyskane wyniki mogą przyczynić się do opracowania nowych strategii prowadzenia procesu fotokatalitycznego rozkładu wody.

Metodyka badawcza

W projekcie przewiduje się wytworzenie ortowanadanów typu REVO₄ w postaci hierarchicznych nanostruktur 3D (takich jak nanosfery, nanodruty, nanooktaedry) przy wykorzystaniu różnego typu prekursorów wanadu i metali ziem rzadkich (takich jak NH₄VO₄, Na₃VO₄, V₂O₅, RECl₃, RE(NO)₃, RE₂O₃). W kolejnym etapie zostanie zbadany wpływ rodzaju rozpuszczalnika, czasu i temperatury reakcji hydrotermalnej na morfologię otrzymanych nanostruktur. Aktywność fotokatalityczna otrzymanych nanostruktur 3D zostanie zbadana w procesie fotorozkładu wody przy jednoczesnym oznaczaniu wodoru i tlenu (żeby potwierdzić, że wodór pochodzi faktycznie z rozkładu wody), w reaktorze połączonym z chromatografem gazowym wyposażonym w detektor termokonduktometryczny (GC-TCD). W następnym etapie projektu nanostruktury 3D wykazujące najwyższą aktywność fotokatalityczną w procesie rozkładu wody zostaną zmodyfikowane powierzchniowo nanoklastrami metali przejściowych za pomocą metody radiolizy. Na tym etapie zostanie zbadany wpływ rodzaju prekursora metalu, ilości osadzonego metalu i czasu ekspozycji na promieniowanie gamma na aktywność fotokatalityczną otrzymanych próbek w procesie fotorozkładu wody. Wszystkie otrzymane próbki zostaną scharakteryzowane pod kątem struktury krystalicznej, wielkości krystalitów i naprężeń sieciowych (XRD), defektów powierzchniowych i charakteru chemicznego pierwiastków w warstwie powierzchniowej (XPS), morfologii powierzchni (SEM, TEM, AFM), struktury pasmowej (potencjał pasma płaskiego metodą fotoelektrochemiczną), właściwości luminescencyjnych, właściwości optycznych (spektroskopia UV-Vis). Badanie kinetyki wzrostu wybranych nanostruktur 3D będzie prowadzone poprzez obserwację mikroskopową produktów reakcji hydrotermalnej po różnym czasie jej prowadzenia (t= 5, 10,..., 20 h).

Wpływ rezultatów

Fotokataliza heterogeniczna w obecności nanocząstek półprzewodników i promieniowania słonecznego jest przykładem technologii przyjaznej środowisku, dzięki której można **produkować wodór poprzez rozkład wody**, przekształcać energię słoneczną w energię elektryczną, degradować zanieczyszczenia organiczne i zmniejszać emisję CO₂ poprzez jego konwersję do paliw organicznych. Biorąc pod uwagę zrównoważony rozwój, obecną sytuację gospodarczą i stan środowiska naturalnego powszechnie uważa się, że wodór (traktowany jako czysty nośnik energii) będzie odgrywał ważną rolę w procesach wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych. Obecnie H₂ wytwarzany jest głównie z paliw kopalnych (m.in. CH₄) w procesie reformingu parowego. Perspektywa wyczerpania zasobów paliw kopalnych jak również poważne problemy środowiskowe związane z emisją CO₂ do atmosfery zainspirowały do poszukiwania alternatywnych rozwiązań wytwarzania wodoru. Fotokataliza heterogeniczna ma ogromny potencjał rozwiązania wyżej wymienionych problemów.