

Zrozumienie Interfejsu Między Polidopaminą a Nanocząstkami Metali i Tlenków Metali w Kierunku Zastosowań Fotokatalitycznych

Daniel Aguilar Ferrer

Polidopamina (PDA) to niedawno odkryty polimer biomimetyczny, znakomity do zastosowania w inżynierii powierzchni, biomedycynie i remediacji środowiska. Udowodniono, że PDA tworzy heterozłącza z różnymi półprzewodnikami nieorganicznymi, poprawiając ich właściwości fotokatalityczne poprzez zwiększenie separacji nośników ładunków i zmniejszenie szybkości ich rekombinacji. W niniejszej pracy, PDA połączono z tetrapodami ZnO, tworząc stabilny nanokompozyt (ZnOT/PDA), którego interfejs został poddany badaniom charakteryzującym wydajność fotodegradacji Rh6G. W porównaniu do czystego ZnOT, wykazał on poprawioną aktywność fotokatalityczną dla różnych stężeń barwników organicznych oraz bardzo niewielki spadek wydajności w trakcie 3 kolejnych cykli fotodegradacji. Ponadto, tę aktywność fotokatalityczną połączono z działaniem ultradźwięków, dążąc do wywołania piezoelektryczności ZnO, aby wzmocnić separację ładunków fotogenerowanych nośników ładunku i tym samym jeszcze bardziej poprawić wydajność fotodegradacji. Efekt ten wystąpił jednak tylko w przypadku ZnOT. Złożony mechanizm na interfejsie, gdzie warstwa PDA blokuje ten efekt- przy użycie częstotliwości i mocy sonikacji- odkrywa nowy obszar badań, wymagający dalszych eksperymentów.

Oprócz półprzewodników, PDA była również łączona z materiałami plazmonicznymi w celu poprawy ich właściwości fotokatalitycznych. Mechanizm odpowiadający za niniejszy efekt nie został jednak dogłębnie zbadany i opisany w literaturze. W związku z tym, tutaj również zsyntezowano kilka nanokompozytów, składających się z nanopłata złota (AuNR) pokrytego powłokami PDA o różnych grubościach. Po wyznaczeniu nanokompozytów z optymalną grubością warstwy PDA (AuNRs/PDA6) przeprowadzono pełne badanie właściwości ich interfejsów. Mianowicie, przeanalizowano ich wydajność i stabilność w reakcji fotodegradacji Rh6G podczas naświetlania lampą UV-VIS i laserem NIR przy różnych gęstościach mocy. Dodatkowo zbadano wzrost temperatury próbek i porównano wszystkie dane eksperymentalne z wynikami teoretycznymi uzyskanymi w programie COMSOL Multiphysics. Ponadto, zachowanie gorących elektronów zbadano za pomocą femtosekundowej spektroskopii absorpcji przejściowej, a produkcję reaktywnych form tlenu analizowano przy użyciu zmiataczy (z ang. scavengers). Ostatecznie nasze wyniki wykazały, że komplementarne połączenie plazmonicznego złota z PDA skutkuje wystąpieniem silnego efektu fototermicznego, w którym PDA zapewnia powolną termalizację, zwiększając wydajność transferu nośników ładunku i redukując szybkość ich rekombinacji.