

Imię/Nazwisko: Swaraj Rashmi Pradhan

Title: Nanoengineering of thin layers of semiconductor photocatalysts in a microreactor environment for lignin-based model compounds valorization

promotor: Prof. Juan Carlos Colmenares

Abstrakt

28 July 2023

Celem pracy jest synteza, wspomagana technikami ultradźwiękowymi, nowych cienkich warstw materiałów wspomaganych technikami ultradźwiękowymi o właściwościach optokatalitycznych na wewnętrznej ścianie reaktora mikrorurowego z fluoropolimeru w celu selektywnego utleniania związków modelowych na bazie ligniny. Materiały te były następnie modyfikowane metalami takimi jak Fe, Cu i Co w celu przeprowadzenia zaawansowanych badań. Spodziewano się, że będą cechować się dużą powierzchnią właściwą i reaktywnością. Krytycznym etapem było osadzenie zsyntezowanych metodą zol-żel półprzewodnikowych tlenków metali (TiO_2 , ZnO) na wewnętrznej ścianie polimerowej (kopolimery tetrafluoroetyleny i perfluoroeterów - perfluoroalkoxy alkane) mikrorurki PFA metodą wspomaganą ultradźwiękami. Reakcje utleniania prowadzone w mikro przestrzeniach mogą ułatwić precyzyjną kontrolę parametrów takich jak czas reakcji, temperatura, mieszanie, powtarzalność i bezpieczeństwo. Reakcje w ciągłym przepływie mogą również zapobiegać lub ograniczać reakcje uboczne i rozkład spowodowany nadmiernym napromieniowaniem świetlnym, które może być łatwo kontrolowane w systemie pompowym. Oczekuje się, że powyższe poczynania zwiększą selektywność, konwersję i wydajność.

Plan badań obejmuje syntezę nanocząstek modyfikowanych metalami metodą zol-żel. Różne metody charakteryzacji, takie jak fizysoadsorpcja N_2 , analiza dyfrakcji rentgenowskiej,

spektroskopia rozproszonego odbicia UV-Vis, itp. są częścią wstępnego etapu. Domieszkowanie tytanu metalami w heterogenicznej fotokatalizie poprawia czułość TiO_2 na światło widzialne. Zsyntetyzowane katalizatory osadzono na ściance mikroreaktora, a charakterystykę mikrorurek przeprowadzono za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego oraz mikroskopu optycznego, w celu uwidocznienia unieruchomionej warstwy katalizatora. Badania fotokatalitycznego utleniania w mikroreaktorze dowiodły, że materiał Fe-TiO_2 wykazuje najwyższą konwersję fotokatalityczną (28 %) alkoholu benzyłowego w porównaniu z innymi próbkami TiO_2 pod wpływem promieniowania światła widzialnego. Kolejnym celem było zbadanie wydajności fotokatalitycznej wszystkich zsyntetyzowanych nanocząstek dla selektywnego utleniania różnych związków modelowych opartych na ligninie, takich jak alkohol benzyłowy, alkohol koniferyłowy, alkohol cynamylowy i alkohol wanilinowy w fazie ciekłej pod różnymi źródłami światła (UV i widzialne). Alkohole zawierające grupy hydroksylowe i metoksyłowe (alkohol koniferyłowy i wanilinowy) wykazywały wysoką konwersję (odpowiednio 93 % i 52 %) z 8 % i 17 % selektywnością w kierunku odpowiednich aldehydów, z tworzeniem innych produktów ubocznych. Wyniki dają wgląd w tworzenie kompleksu z przeniesieniem ładunku z ligandu na metal (LMCT), który okazał się być główną przyczyną aktywności zsyntetyzowanych katalizatorów w świetle widzialnym.