

POPULARNO NAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Potrzeba ochrony środowiska i ciągłe wyczerpywanie się surowców kopalnych spowodowały intensywne poszukiwania zasobów odnawialnych do produkcji wielu cennych chemikaliów oraz projektowania procesów, które zapobiegałyby wytwarzaniu odpadów. W odpowiedzi na powyższe potrzeby zainteresowania naukowców ukierunkowały się na wykorzystanie węglowodanów jako surowca dla wytwarzania wysokogatunkowych chemikaliów. Projekt dotyczy planowania i budowy heterogenicznych katalizatorów, które byłyby skuteczne w produkcji kwasu glukonowego z glukozy, kwasu akrylowego z glicerolu i bezwodnika maleinowego z bioetanolu. Wybór kwasów karboksylowych planowanych do utworzenia na nowych katalizatorach jest podyktowany z jednej strony ich znaczeniem (np. kwas D-glukonowy (produkcja 100000 ton rocznie) jest szeroko stosowany w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym, papierniczym i betonowym; kwas akrylowy stosowany jest głównie w produkcji polimerów do wytwarzania np. farb, klejów, tworzyw sztucznych, gumy; bezwodnik maleinowy stosowany jest w prawie każdej dziedzinie chemii przemysłowej, zwłaszcza w produkcji polimerów), natomiast z drugiej strony zasobami odnawialnymi, z których można je uzyskać katalitycznie (glukoza - otrzymana ze skrobi lub przez hydrolizę celulozy; gliceryna - produkt uboczny w produkcji biodiesla; bioetanol - powstały w wyniku biochemicznego przekształcania surowca lignocelulozowego w etanol). Ponadto naszym celem jest stosowanie heterogenicznych katalizatorów (nie homogenicznych), które mogą pracować zarówno w fazie ciekłej, jak i gazowej oraz w reakcjach prowadzonych bez użycia roztworów alkalicznych, które są źródłami odpadów. Zastąpienie katalizatorów homogenicznych heterogenicznymi zapewnia takie korzyści, jak uproszczenie procesu, zmniejszenie kosztów poprzez zminimalizowanie liczby wymaganych operacji i łatwiejsze dostosowanie do procesów ciągłych w reaktorach z nieruchomym złożem. Inną ważną zaletą jest szybkie i łatwe oddzielenie heterogenicznego katalizatora od mieszaniny reakcyjnej bez użycia środka neutralizującego. Dlatego wiele wysiłku włożono w projektowanie heterogenicznych katalizatorów zdolnych do katalizowania reakcji tandemowych, które są przyjazne dla środowiska i mogą być równie skuteczne, jak homogeniczne i mogłyby zastąpić jednorodne układy. Wszystkie te kwestie, tj. wykorzystanie zasobów odnawialnych do produkcji cennych kwasów karboksylowych oraz projektowanie heterogenicznych katalizatorów zdolnych do zastąpienia homogenicznych, a także skuteczność katalityczna w wieloetapowych reakcjach tandemowych oznaczają, że przedłożony projekt wpisuje się w światowe trendy w badaniach biorących pod uwagę ochronę środowiska.

Celem projektu jest synteza, kompleksowa charakterystyka i testowanie działania nowych heterogenicznych katalizatorów wytworzonych na bazie uporządkowanych mezoporowatych materiałów typu SBA-15, mezoporowatych pianek komórkowych MCF, mezoporowatych mieszanych tlenków metali i warstwowych zeolitów MWW, w których centra redoks będą generowane przez modyfikację złotem, miedzią, wanadem i niobem, zasadowy tlen pochodzić będzie z wapnia lub ceru, a słabe / średniej mocy centra kwasowe będą uzyskiwane przez zakotwiczenie organosilanów zawierających grupy COOH, PO₃H lub SH. Ideą jest uzyskanie heterogenicznych katalizatorów skutecznych w dwóch grupach reakcji: i) utleniania aldehydu do kwasu karboksylowego (glukozy do kwasu glukonowego) oraz ii) oksydehydratacji alkoholi (glicerolu do kwasu akrylowego, bioetanolu do bezwodnika maleinowego). Chodzi o to, aby heterogeniczne katalizatory były skuteczne i stabilne w wytwarzaniu kwasów i bezwodników wspomnianych powyżej, jak również aby uzyskać wgląd w drogi reakcji na tych katalizatorach. Szczególne znaczenie ma projektowanie wielofunkcyjnych katalizatorów przeznaczonych do tlenkowego uwadniania glicerolu i etanolu.

Wybór mezoporowatych nośników dla katalizatorów, których wytwarzanie jest planowane w ramach tego projektu był podyktowany zdolnością łatwiejszego transportu reagentów i produktów, w ten sposób promując aktywność katalityczną i chroniąc przed aglomeracją koks w porach. Ponadto takie nośniki powinny zapewniać odpowiednią odległość między centrami kwasowymi i utleniającymi, niezbędnymi do reakcji tandemowej. Dlatego też celem projektu jest wykorzystanie otwartej struktury mikro-mezoporów zeolitów MWW oraz MCM-36 (utworzonych przez podpórkowanie MCM-22). Ich kwasowość będzie pochodzić nie tylko z mostkowych grup hydroksylowych, ale także z zakotwiczonych organosilanów zawierających grupy COOH lub PO₃H lub SH. Aktywność utleniająca zostanie wzmocniona przez dodatkowe modyfikatory (poza wanadem), takie jak niob, miedź i złoto. Podobne wieloskładnikowe fazy aktywne będą osadzone na mezoporowatych krzemionkach typu SBA-15 i MCF. Proponowane systemy katalityczne nie były jeszcze badane w kontekście oksydehydratacji glicerolu do kwasu akrylowego lub przeróbki etanolu do bezwodnika maleinowego. Sądzymy, że są one bardzo obiecujące ze względu na właściwości planowanych komponentów, które spełniają warunki wymagane dla dobrych katalizatorów tych procesów.