

Zasadowość oraz obecność metalu stanowią kluczowe czynniki w wielu katalitycznych reakcjach przeróbki biomasy jak alkilacja, addycja, kondensacja, czy hydrogenacja [1]. Te procesy są zwykle przeprowadzane w fazie ciekłej przy użyciu katalizatora homogenicznego. Zastosowanie ciekłego zasadowego katalizatora generuje szereg wymagań takich jak: użycie reaktora odpornego na korozję, operowanie w przedziale niskich temperatur, neutralizacja medium poreakcyjnego oraz aplikacja nowej porcji katalizatora przy każdym kolejnym cyklu reakcji [2]. Katalizator heterogeniczny może wyeliminować te ograniczenia, jednak zaprojektowanie efektywnego materiału stanowi wyzwanie ze względu na częste wymywanie fazy aktywnej podczas reakcji i potrzebę regeneracji katalizatora przed kolejnym użyciem.

Glukoza, jako ogólnie dostępne źródło biomasy, stanowi prekursor biopaliwa [3]. Fermentacja glukozy za pośrednictwem bakterii prowadzi do otrzymania mieszaniny acetonu, butanolu i etanolu, tzw. ABE, która w wyniku dalszej chemicznej obróbki może zostać przetworzona do ketonów, stanowiących prekursorsy paliwa [4]. Celem tego projektu jest zaprojektowanie heterogenicznego katalizatora zawierającego zasadowe i metaliczne centra aktywne, efektywnego w reakcji alkilacji butanolu acetonem w fazie ciekłej jako modelowej reakcji procesu otrzymywania biopaliwa oraz jego szczegółowa charakterystyka.

Zaproponowane w tym projekcie katalityczne materiały to mezoporowate krzemionkowe nanostruktury typu rdzeń-powłoka, gdzie obie warstwy (wewnętrzna i zewnętrzna) mogą być selektywnie zmodyfikowane, przejawiając zróżnicowane cechy. W związku z tym przedmiotem projektu jest efektywne zlokalizowanie zasadowości w formie nanocząstek tlenku magnezu w rdzeniu, a metalu w zewnętrznej powłoce i zbadanie efektu separacji tych faz aktywnych. Izolacja ta zapewni pożądaną drogę dyfuzji reagentów, zgodną z teoretyczną kolejnością zachodzących przemian chemicznych. Ponadto umieszczenie centrów zasadowych w wewnętrznej warstwie powinno uchronić je od wymywania do fazy ciekłej. Dwa czynniki związane z syntezą katalizatora będą rozpatrywane: 1) odległość pomiędzy zasadą a metalem wynikająca ze struktury katalizatora, 2) rodzaj zastosowanego metalu: tańszy metal przejściowy jak miedź w porównaniu z droższym, efektywnym według literatury rutenem. Przewiduje się, że mezoporowaty charakter krzemionki zapewni ułatwiony przepływ reagentów i ich swobodny dostęp do centrów aktywnych. Wpływ każdego z opisanych czynników zostanie zbadany przez przeprowadzenie równoległych badań na materiałach referencyjnych.

Katalizatory zostaną szczegółowo scharakteryzowane za pomocą zaawansowanych technik analitycznych. Planuje się zbadanie parametrów teksturalnych, mocy centrów zasadowych i stopnia utlenienia wprowadzonych metali oraz znalezienie zależności pomiędzy tymi własnościami. Wszystkie wymienione czynniki będą miały potencjalny wpływ na aktywność katalityczną. Testy katalitycznej alkilacji umożliwią wyselekcjonowanie najlepszego katalizatora, a optymalizacja parametrów procesu (temperatury, czasu reakcji, ilości katalizatora itp.) przyczyni się do uzyskania jak najlepszych wyników.

Opisany projekt proponuje nowatorskie wprowadzanie zasadowych centrów aktywnych razem z metalicznymi do katalizatora. Ponadto zakłada kompleksową analizę właściwości otrzymanych materiałów i zbadanie ich efektywności w ważnej reakcji z punktu widzenia środowiska jaką jest produkcja biopaliw zastępujących paliwa wytwarzane z ropy naftowej.

Literatura:

- [1] L.B. Sun, X.Q. Liu, H.C. Zhou, Chem. Soc. Rev. 44 (2015) 5092–5147.
- [2] H. Hattori, Appl. Catal. A Gen. 504 (2015) 103–109.
- [3] D.M. Alonso, J.Q. Bond, J.A. Dumesic, Green Chem. 12 (2010) 1493–1513.
- [4] F. Xin, W. Dong, Y. Jiang, J. Ma, W. Zhang, H. Wu, M. Zhang, M. Jiang, Crit. Rev. Biotechnol. 38 (2018) 529–540.