

Minerały warstwowe stanowią bardzo atrakcyjny materiał wyjściowy do syntezy nowoczesnych katalizatorów lub nośników katalitycznych. Wynika to z możliwości zastosowania różnorodnych metod modyfikacji tych stosunkowo tanich minerałów prowadzących do wysokopowierzchniowych materiałów o jednorodnej, stabilnej termicznie strukturze porowatej wykazującej obecność centów kwasowych oraz własności jonowymiennych. Interkalacja warstwowych minerałów ilastych podpórkami tlenkowym została opracowana już w latach 70-tych poprzedniego stulecia. Dodatkowo, w 1992 roku zaproponowano alternatywną metodę interkalacji minerałów warstwowych podpórkami SiO_2 z zastosowaniem surfaktantów alkiloamoniowych, jako templatów formujących strukturę porowatą w przestrzeniach międzywarstwowych. Materiały tego typu wykazują wiele zalet (bardzo duża powierzchnia właściwa i jednorodna struktura porowata, powierzchniowe własności kwasowe, własności jonowymiennie, stosunkowo duża stabilność termiczna i hydrotermiczna), dzięki którym są uważane za niezwykle atrakcyjne dla potencjalnych zastosowań w katalizie.

W ostatniej dekadzie badania związane z interkalacją minerałów ilastych zostały rozszerzone o podpórkowanie dwuwymiarowych warstwowych zeolitów (tzw. zeolity 2D). W tym przypadku uzyskiwano materiały o hierarchicznej strukturze porowatej, na którą składały się szczelinowe mezopory międzywarstwowe oraz sferyczne mikropory będące elementem strukturalnym warstw zeolitowych. Materiały takie charakteryzują się ułatwioną dyfuzją wewnętrzną reagentów. W szczególności jest to efekt pożądany dla konwersji dużych molekuł. Pomimo, że początkowe prace dotyczące podpórkowania zeolitów i minerałów warstwowych opierały się na tej samej strategii to dalszy rozwój metod modyfikacji obu tych grup materiałów w dużej mierze odbywał się osobno, a wyniki badań zwykle nie przenikały z jednej grupy materiałów do drugiej. Dlatego, w ramach wnioskowanego projektu zaproponowano podjęcie prób adaptacji metod i strategii opracowanych już dla modyfikacji zeolitów warstwowych dla krzemianów warstwowych i vice versa. Podjęcie takich badań powinno doprowadzić do rozwoju metod podpórkowania, delaminacji oraz depozycji aktywnych katalitycznych składników dla obu grup materiałów warstwowych.

W ramach wnioskowanego projektu zostaną przeprowadzone modyfikacje warstwowych zeolitów i minerałów ilastych prowadzące do uzyskania materiałów podpórkowanych, delaminowanych oraz zawierających składniki aktywne katalitycznie w określonej formie i lokalizacji. Prace badawcze będą obejmowały syntezę serii zeolitów warstwowych o różnych strukturach i różnym module krzemowym. Materiały te będą poddawane interkalacji podpórkami jednoskładnikowymi (np. SiO_2 , TiO_2 , ZrO_2 , Al_2O_3) oraz podpórkami wieloskładnikowymi (np. SiO_2 , $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$, $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$). W celu kontroli rozmiarów mezoporów oraz gęstości podpórek ulokowanych w przestrzeniach międzywarstwowych zostaną przeprowadzone syntezy z użyciem surfaktantów o różnej strukturze, przy zmiennym stosunku surfaktant/źródło krzemionki (lub innego składnika), zróżnicowanych wartościach pH i temperatury podczas procesu „pęcznienia” zeolitu, różnych metod usuwania surfaktantów z systemu porów. Optymalizacji poddany zostanie również proces delaminacji zeolitów (różne surfaktanty i ich stężenie, czas trwania działania ultradźwiękowego, metody usuwania surfaktantów). Podobne badania zostaną podjęte dla krzemianów warstwowych. Będą one obejmowały: zastosowanie różnych wyjściowych minerałów ilastych, interkalację z zastawianiem surfaktantów o różnej strukturze, syntezę przy zmiennych wartościach stosunku surfaktant/źródło krzemionki (lub innego składnika), metody usuwania surfaktantów. Zostaną również podjęte badania nad delaminacją wybranych krzemianów warstwowych. W tym przypadku zostanie zaadoptowana metoda już opracowana dla warstwowych zeolitów. Zmodyfikowane zeolity oraz minerały warstwowe zostaną ponadto przebadane w roli katalizatorów w trzech reakcjach testowych: synteza eterów z wybranych alkoholi, konwersja etanolu do etylenu oraz proces selektywnej katalitycznej redukcji NO_x amoniakiem.

Projekt będzie realizowany przez grupę badawczą z Wydziału Chemii UJ z wsparciem naukowców z Wydziału Energi i Paliw AGH, która już od wielu lat specjalizuje się w funkcjonalizacji warstwowych minerałów, a w szczególności ich interkalacji, dla potrzeb katalizy i adsorpcji. Ponadto, w realizacji projektu badawczego będzie uczestniczyła grupa badawcza z Instituto de Tecnología Química (ITQ) w Walencji, która jest światowym liderem w obszarze badań z zakresu syntezy i modyfikacji warstwowych zeolitów. Współpraca tych zespołów gwarantuje prowadzenie badań na najwyższym światowym poziomie.