

Bez katalizatorów nie można sobie wyobrazić współczesnego przemysłu chemicznego. Ponad 80 % związków chemicznych jest syntezowane w wyniku procesów katalitycznych. Współczesne katalizatory to niezwykle złożone ciała stałe, o powierzchni właściwej rzędu wieluset metrów kwadratowych na gram i złożonej morfologii. W tej przestrzeni rozproszone są centra aktywne – miejsca, na których zachodzi właściwa reakcja katalityczna. Ich rodzaj, ilość, moc oraz położenie decydują, do jakiego celu dany katalizator może zostać zastosowany. Jednymi z najszerzej stosowanych katalizatorów są zeolity, materiały przez które "przepływa" każda kropla benzyny.

Zeolity, których pochodząca z greki nazwa oznacza "wrzące kamienie" to krystaliczne mikroporowate glinokrzemiany. Dzięki mikroporom, czyli wąskim (< 1 nanometra) kanałom lub komorom obecnym w trójwymiarowej strukturze zeolity są znane jako sita molekularne, ponieważ wykazują zdolność do selektywnej sorpcji niewielkich cząsteczek, dopasowanych kształtem i wielkością do rozmiarów tych kanałów. Zawartość Al pociąga za sobą ujemny ładunek szkieletu zeolitu, czego konsekwencją jest obecność kationów pozasieciowych w mikroporach. Wodorowe formy zeolitów są mocnymi stałymi kwasami, zdolnymi do katalizowania wielu reakcji, zwłaszcza związków organicznych. Kwasowe katalizatory zeolitowe są wykorzystywane w licznych procesach technologicznych, jak wspomniana powyżej produkcja benzyny czy paliw Diesla.

Z obecności mikroporów wynikają zarówno zalety, jak i ograniczenia zeolitów jako katalizatorów. Lokalizacja centrów aktywnych w kanałach lub komorach o ściśle określonym kształcie i wielkości zapewnia ich kształtoselektywność. Z drugiej strony, sam rozmiar mikroporów zeolitowych nie tylko ogranicza dostęp dużych cząsteczek do centrów aktywnych, ale również spowalnia transport mniejszych cząsteczek do i od centrów aktywnych. W efekcie duże cząsteczki mogą ulegać reakcjom katalitycznym tylko na centrach aktywnych znajdujących się na powierzchni zewnętrznej, a mniejsze cząsteczki mają efektywny dostęp jedynie do małego ułamka spośród wszystkich centrów ze względu na długą drogę dyfuzji w mikroporach.

Jedną z możliwości zwiększania dostępu do centrów katalitycznych znajdujących się we wnętrzu kryształów zeolitów jest tworzenie struktur hierarchicznych, w których szerokie mezo- lub nawet makropory, niczym obwodnice w dużych miastach, prowadzą do aktywnych katalitycznie centrów zlokalizowanych w mikroporach, przy czym droga reagentów poprzez makropory jest maksymalnie skrócona.

Obecny projekt skupia się na maksymalnym wykorzystaniu zewnętrznej powierzchni zeolitów, co jest realizowane dzięki wykorzystaniu zeolitów dwuwymiarowych, których cienkie warstwy (o grubości rzędu kilku nanometrów) zawierające centra aktywne mogą zostać zaaranżowane w rozmaitych układach przestrzennych, ułatwiających kontakt z cząsteczkami reagentów. Zeolity dwuwymiarowe (warstwowe) otwierają nowe perspektywy rozwoju katalizy, gdyż łączą wysoką aktywność struktur szkieletowych z możliwościami konstruowania nowych struktur, szczególnie bardziej otwartych i o zwiększonej dostępności centrów aktywnych. Do tej pory liczba zeolitów dwuwymiarowych nie przekracza 10 % wszystkich zeolitów, niemniej jednak każda z nich może zostać zmodyfikowana na wiele różnych sposobów, co prowadzi do uzyskania nawet kilkunastu form pochodnych.

Projekt składa się z trzech połączonych ze sobą części – syntezy, charakterystyki fizykochemicznej oraz testów aktywności katalitycznej. Wyselekcjonowane zeolity dwuwymiarowe zostaną w pierwszym etapie, po wstępnym zbadaniu struktury i całkowitej kwasowości, przebadane pod względem aktywności katalitycznej w reakcji testowej alkilacji związków aromatycznych. Kolejny etap obejmie konstrukcję katalizatorów trójwymiarowych, które zostaną "zbudowane", niczym z klocków lego, z aktywnych warstw zeolitów dwuwymiarowych. Pomimo znacznych osiągnięć w dziedzinie manipulacji warstwami, możliwości innowacyjne są wciąż ogromne, np. w zakresie syntezy z dużą efektywnością materiałów z aktywnymi podpórkami, zbudowanych niczym domek z kart z rozdzielonych warstw lub z aktywnymi podpórkami.

Synteza katalizatorów trójwymiarowych w oparciu o aktywne katalitycznie zeolity warstwowe będzie prowadzić do uzyskania aktywnych i stabilnych katalizatorów zeolitowych o unikatowej strukturze i morfologii, specyficznie przeznaczonych do danego typu reakcji katalitycznej. Takie materiały mogą posiadać właściwości, które przyczynią się do usprawnienia istniejących, ale mniej efektywnych technologii a także, w przyszłości, do zastosowania w nowego typu procesach, których wprowadzenie staje się niezbędne ze względu na rosnące wymagania legislacyjne związane z ochroną środowiska naturalnego oraz poprawy jakości życia.