

Funkcjonalne nanomateriały tlenkowe – synteza infiltracyjna z wykorzystaniem kopolimerów blokowych i metaloorganicznych związków metali przejściowych

Krojąc pomidora na białej polietylenowej desce nieuchronnie brudzimy ją jego pozostałościami. Następnie myjemy ją albo w zmywarce, albo ręcznie z użyciem płynu do mycia naczyń. Zarówno jeden jak i drugi sposób, mimo ich powtarzania, nie powodują zmiany rezultatu – na desce pozostaje czerwony odcień (ten barwnik to likopen) w miejscu zabrudzenia resztkami pomidora.

Powyższy przykład z życia codziennego doskonale ilustruje fakt istnienia objętości swobodnej w porowatej strukturze polimerów. W przypadku pomidora, cząsteczki barwnika zostały fizycznie uwięzione wewnątrz struktury i ich uwolnienie nie jest możliwe bez jej zniszczenia. W swoim projekcie chciałbym w podobny sposób, na drodze reakcji chemicznej, zbadać proces i głębokość wnikania rozbudowanych cząsteczek związków wybranych metali przejściowych wewnątrz polimeru. Jego zrozumienie pozwoli mi opracować uniwersalny sposób postępowania do osadzania większej liczby, obecnie nieosiągalnych dla tej techniki, tlenków metali.

Kopolimery blokowe są polimerami, a więc związkami wielkocząsteczkowymi, zbudowanymi z co najmniej dwóch różnych bloków. Jeden blok składa się z n tych samych cząsteczek (merów) połączonych wiązaniami chemicznymi ze sobą. Drugi z nich tworzą innego rodzaju cząsteczki, tak samo zgrupowane, w liczbie m . Z racji połączenia tych bloków między sobą wiązaniem kowalencyjnym, kopolimery blokowe charakteryzują się swego rodzaju niedopasowaniem chemicznym. Powoduje ono zachodzenie niezwyklego zjawiska samoorganizacji. Kopolimery podgrzane powyżej pewnej specyficznej temperatury układają się w kształty, które można wcześniej przewidzieć modyfikując skład kopolimeru. Wewnątrz tego typu polimerów, analogicznie do przykładu z deską i pomidorem, możliwe jest wniknięcie cząsteczek chemicznych zawierających między innymi metal. Można to osiągnąć wykonując proces tzw. syntezy infiltracyjnej w specjalnie zaprojektowanym reaktorze chemicznym. Dzięki różnicom chemicznym między blokami, cząsteczki z metalem osadzają się jedynie w danym bloku polimeru. Tego typu procesy wykonywane są masowo w fabrykach podzespołów elektronicznych metodami wykorzystującymi urządzenia optyczne. Użycie kopolimerów oraz zaproponowanej metody infiltracji do produkcji układów mikroelektronicznych obniżyłoby koszty produkcyjne oraz przyspieszyło czas ich wytwarzania. Kluczowym czynnikiem hamującym rozwój metody polimerowej jest niedostateczna wiedza o kontrolowanym sposobie kształtowania polimerów oraz o procesie wnikania i ostatecznej reakcji chemicznej wewnątrz polimeru.

Małe cząsteczki zawierające metal stosunkowo szybko i głęboko penetrują pory polimeru, gdzie łatwo adsorbują się. Niestety, dla wybranych metali tzw. przejściowych, zsyntezowanie podobnych chemicznie niewielkich związków jest niemożliwe z powodu ich rozkładu w temperaturze pokojowej. Rozwiązaniem jest stworzenie związków tych metali trwałych w temperaturze pokojowej. Takie związki istnieją, natomiast, z racji swego rozmiaru, cząsteczki te mają ograniczoną głębokość wnikania w polimer. Znacząco utrudnia to rozwój tej metody w oparciu o kopolimery blokowe w zastosowaniu ich jako szablonu do syntezy nanomateriałów tlenkowych o zadanym kształcie. Chciałbym zapełnić tę lukę, dlatego w projekcie pragnę dokładnie zbadać ten proces, infiltrując polimery posiadające w swojej strukturze różnego typu grupy chemiczne za pomocą dotychczas nieużywanych większych cząsteczek metali. W swojej pracy wykorzystam techniki optyczne, wykorzystujące promieniowanie rentgenowskie, jak i elektronowe do wyznaczenia niezbędnych parametrów fizykochemicznych do poznania pełnego obrazu praw rządzących procesem.

Informacje zebrane z przeprowadzonych doświadczeń przyczynią się do rozwoju wiedzy o rządzących mechanizmach reakcji mało lotnych prekursorów wielkocząsteczkowych. Pomyślny przebieg badań otworzy nowe perspektywy związane z syntezą funkcjonalnych nanostruktur tlenkowych pierwiastków dotychczas niezyskiwanych tą metodą. Zastosowania dla tego typu trójwymiarowych hybrydowych nanomateriałów znajdują się w obszarze czujników chemicznych, powłok katalitycznych, wytrzymałych wypełnień dentystycznych czy używanych w procesie oczyszczania wody membran jonowymiennych.