

Synteza oksokompleksów metali przejściowych jako prekursorów materiałów funkcjonalnych (Streszczenie popularnonaukowe)

W ostatnich latach, wraz z dynamicznym rozwojem technologii opartych na nowoczesnych materiałach funkcjonalnych, obserwuje się wzmożone zainteresowanie rozwijaniem nowych, efektywnych, ale jednocześnie czystych metod syntezy. Jednym bardziej interesujących zjawisk jest poszukiwanie nowych prekursorów, które ze względu na charakterystyczną budowę, umożliwiają wydajną syntezę w procesach zachodzących w łagodnych warunkach. Racjonalne projektowanie prekursorów umożliwia także zbliżenie się do ideałów zielonej chemii, na przykład poprzez umożliwienie np. zastosowania metod nie wymagających użycia rozpuszczalników. Szczególną i wyróżniającą się grupą są kompleksy zawierające rdzeń M_4O . Tego typu kompleksy oksometaliczne cechują się obecnością w centrum anionu tlenkowego otoczonego przez cztery rozłożone w wierzchołkach czworościanu jony metali. W najprostszym przypadku rdzeń taki może być otoczony sześcioma stabilizującymi anionami organicznymi, spośród których każdy mostkuje dwa kationy metalu, co sprawia, że rozkładają się one ortogonalnie, wskazując sześć podstawowych kierunków (pravo, lewo, góra, dół, przód, tył). Wyrazny wzrost zainteresowania prekursorami oksometalicznymi rozpoczął się wraz z odkryciem materiałów typu MOF (ang. *Metal-Organic Framework*), z którymi wiąże się olbrzymie nadzieje w kontekście nowych metod przechowywania energii. Jednak badania dotyczące otrzymywania i właściwości oksokompleksów prowadzone były jeszcze do niedawna w sposób niesystematyczny, a w dalszym ciągu widoczny jest też brak uniwersalnych i wydajnych metod ich syntezy. Szczególną grupę oksokompleksów stanowią opracowane w naszym zespole związki oksoamidowe, które okazały się doskonałymi prekursorami w syntezie materiałów i są znakomitym przykładem obrazującym, jak zaprojektowanie subtelnych zmian w układzie reakcyjnym może prowadzić do przekształcenia prekursora w zupełnie różne grupy materiałów.

Nasze wcześniejsze badania doprowadziły do opracowania metody syntezy oksokompleksów cynkowych uniwersalnej ze względu na zastosowany organiczny ligand karboksylanowy/amidowy stabilizujący rdzeń metaliczny. Zasadniczym celem przedstawianego projektu jest rozszerzenie zainteresowania kompleksami oksoamidowymi na metale przejściowe mogące potencjalnie formować rdzeń M_4O oraz ich wykorzystanie jako wstępnie zorganizowanych prekursorów materiałów funkcjonalnych. W ramach prowadzonych badań zakłada się opracowanie nowatorskich metod wykorzystujących proste związki nieorganiczne, przy rezygnacji z użycia związków metaloorganicznych, które zwłaszcza w przypadku metali przejściowych są często bardzo trudne w otrzymaniu i manipulacji, a nawet niebezpieczne w użytkowaniu. Nowe kompleksy oksometaliczne otrzymywane będą z wykorzystaniem łagodnych metod syntezy (np. z zastosowaniem wody jako substratu), w procesach możliwie uniwersalnych ze względu na użyte jony metali. Jako modelowe przedstawimy badania nad syntezą klasterów cynku (jako rozszerzenie badań wstępnych), kobaltu i żelaza, jako że oksokompleksy tych metali są bardzo rzadko spotykane, a są wyjątkowo obiecujące pod względem możliwych zastosowań praktycznych.

Proponowany projekt obejmuje także sprawdzenie możliwości wykorzystania otrzymanych oksokompleksów jako efektywnych prekursorów w syntezie materiałów porowatych typu MOF, jak również nanocząstek tlenków metali. Otrzymane w prezentowanym projekcie nowe związki zostaną użyte w celu przeprowadzenia reakcji mechanochemicznych w wybranych modelowych układach. Materiały otrzymane na ich podstawie będą cechowały się dużymi możliwościami zastosowań praktycznych. Nanocząstki tlenku kobaltu/tlenku żelaza (Co_xO_y i Fe_xO_y) znane są jako posiadające szeroką gamę zastosowań nanocząstki magnetyczne, ale także świetne katalizatory oraz – w przypadku metali aktywnych w procesach redoks – nanosensory, a tlenki żelaza dodatkowo w fotokatalizie z udziałem światła słonecznego. Z kolei otrzymywanie materiałów typu MOF opartych na węzłach Fe i Co w kontrolowany sposób jest cały czas nie jest bardzo rzadko spotykane, a przez długi czas w ogóle nie było możliwe. Materiały te są poszukiwane jako porowate katalizatory (w tym żelazowe fotokatalizatory) i materiały aktywne redoks. Nie należy zapominać, że kompleksy oksocynkowe oprócz tego, że są doskonałymi prekursorami w syntezie materiałów o interesujących właściwościach, są również doskonałymi związkami modelowymi do badania procesów podstawowych procesów fizykochemicznych będących udziałem materiałów typu MOF. Fragmenty oksocynkowe zostały bowiem zidentyfikowane jako kluczowe w procesach sorpcji gazów, co sprawia, że są one doskonałymi modelami do badania mechanizmów sorpcji i separacji cząsteczek zachodzących wewnątrz porowatej struktury. Kompleksy oksocynkowe są też doskonałymi cząsteczkami modelowymi do badania kluczowego z technologicznego punktu widzenia problemu stabilności materiałów typu MOF na powietrzu.