

Streszczenie pracy doktorskiej pt. „Badanie właściwości materiałów typu MOF do potencjalnych zastosowań komercyjnych”

Głównym celem pracy było badanie właściwości materiałów typu MOF pod kątem ich potencjalnych zastosowań komercyjnych w charakterze katalizatorów, sorbentów i nośników materiałów biologicznie aktywnych. Praca doktorska jest podzielona na odpowiadające tym zagadnieniom rozdziały, z których każdy stanowi odrębną całość.

W pierwszej części pracy doktorskiej uwagę skierowano na dwa preparaty o potencjalnych zastosowaniach w katalizie heterogenicznej. Pierwszym z nich był HKUST-1, znany w literaturze również pod nazwami CuBTC czy jako dostępny w sprzedaży Basolite™ C300. W przypadku tego materiału potencjalne zastosowania wiązały się z obecnością niewysyconych koordynacyjnie centrów typu Lewisa przy całkowitej nieobecności centrów typu Brønsteda. Wykazano potencjał tego materiału w reakcji Friedländera i wskazano, że jego aktywność i selektywność jest wyższa niż zeolitu Cu-BEA. Drugim materiałem opisywanym w rozdziale dotyczącym zastosowań materiałów typu MOF w katalizie był Al-MIL-53-COOH. W przypadku tego materiału wykazano, że reakcja kondensacji w fazie stałej do bezwodnika kwasu karboksylowego stanowi punkt wyjścia do dalszych modyfikacji post-syntetycznych. Modyfikacje te doprowadziły do powstania rzadko spotykanych w szkieletowych strukturach nieorganicznych grup amidowych oraz hydroksamowych. Badania literaturowe wskazują na możliwość zastosowania kwasu hydroksamowego do katalizowania asymetrycznej epoksydacji Sharplessa.

Część druga pracy doktorskiej traktuje o możliwych zastosowaniach szkieletowych struktur metaloorganicznych w adsorpcji i rozdziale mieszanin gazów. Materiały o strukturze MIL-125 nie zawierające dodatkowych grup funkcyjnych oraz zawierające grupy aminowe, stanowiące dodatkową funkcjonalizację łącznika organicznego zostały zbadane pod kątem adsorpcji i separacji CO₂ oraz H₂S. Serię materiałów Me-CPO-27, zawierających w części nieorganicznej kationy Ni, Co, Mg, Zn oraz Cu zbadano w celu określenia właściwości sorpcyjnych względem siarkopochodnych związków węglowodorów aromatycznych, które są modelowymi cząsteczkami zanieczyszczeń znajdujących się w ropie naftowej. Serię izoretykularnych materiałów Al-CAU-10-X (gdzie X to grupy funkcyjne: CH₃, OCH₃, NO₂, NH₂, OH oraz H) badano pod kątem efektywności adsorpcji oraz łatwości desorpcji małych cząsteczek, w tym CO₂ oraz H₂O. W tym przypadku wpływ różnorodności grup funkcyjnych na właściwości sorpcyjne okazał się znaczący i odpowiadający potrzebom w zakresie konstrukcji wysokowydajnych wymienników ciepła.

Opisywane w części trzeciej możliwe zastosowania materiałów typu MOF zmierzały do wykorzystania ich w farmacji a co za tym idzie także w medycynie. Związki MOF, podobnie jak zeolity są materiałami porowatymi o ściśle określonych rozmiarach mikroporów, w stosunku do tych ostatnich mają jednak pewną przewagę. Po pierwsze ich struktura jest bardziej elastyczna, co umożliwia efektywniejszą akomodację cząsteczek leków we wnętrzu ich struktury. Po drugie, ich szkielet zawiera kationy metali, które posiadają zdolności biobójcze. Pierwszym wprowadzanym do modelowej struktury Ni-CPO-27 związkiem była cząsteczka RAPTA-C ([Ru(η(6)-p-cymen)Cl(2)(pta)] (pta = 1,3,5-triaza-7-fosfoadamantan)), która może być używana w terapiach antynowotworowych. Drugą cząsteczką wprowadzaną do tego samego modelowego związku Ni-CPO-27 był metronidazol, który był adsorbowany w matrycy MOF w wyniku tzw. pułapkowania (ang. confinement effect). Do tej pory w literaturze, zgodnie z wiedzą autora, nie wykazano jednoznacznie, że wprowadzane do wnętrza materiałów MOF cząsteczki aktywne biologicznie były adsorbowane we wnętrzu

mikroporów, a nie jedynie fizysorbowane na powierzchni kryształów w mezoporach międzykryształicznych. Oprócz tego dla obu kompozytów (Ni-CPO-27+lek) możliwe jest zaadsorbowanie w porach materiału gospodarza nie tylko leku, ale także posiadającego aktywność biologiczną tlenku azotu(II). Kompozyt taki może być stosowany w przypadku leczenia chorób, w których następuje szybkie wytworzenie lekoodporności, zatem niezwykle istotne jest skumulowane efektu leczniczego.

Badania dotyczące katalizy i adsorpcji na materiałach MOF były prowadzone w ramach programu badawczego finansowanego ze środków 7 Programu Ramowego Unii Europejskiej (MACADEMIA, "Metal-Organic Frameworks as Catalysts and Adsorbents: Discovery and Engineering of Materials for Industrial Applications", kontrakt nr 228862) natomiast zastosowania medyczne były finansowane z krajowych środków Narodowego Centrum Nauki („Badanie oddziaływań waniloidów z materiałami MOF na potrzeby uwalniania cząsteczek w terapiach antynowotworowych”, Grant Preludium nr 2013/11/N/ST5/01302) oraz Doctus. Wszystkie te programy kierowały badania w stronę potencjalnych zastosowań i prowadzone były we współpracy z partnerami przemysłowymi, którymi były Total, Total s.a., BASF (w przypadku grantu UE) oraz ESPEFA (w ramach programu Doctus).

W ramach pracy doktorskiej opublikowano 7 prac, które stanowią część z dorobku naukowego obejmującego 18 prac wyłącznie w czasopismach o zasięgu światowym. Dla całego dorobku naukowego suma IF wynosi 114, średni IF: 6,33, a liczba cytowań: 274, w tym 264 bez autocytowań (źródło: Scopus z dnia 11.02.2015).