

Streszczenie pracy doktorskiej mgr inż. Wojciecha Kukułki

pt.: „Właściwości elektrochemiczne i sorpcyjne skarbonizowanych struktur typu metaloorganicznego i ich kompozytów”

promotor: prof. dr hab. Ewa Mijowska

Praca doktorska dotyczy otrzymywania skarbonizowanych struktur typu metaloorganicznego i ich kompozytów oraz zbadania ich właściwości fizykochemicznych, elektrochemicznych i sorpcyjnych. Skupiono się na strukturze typu metaloorganicznego na bazie cynku (MOF-5) i wykorzystaniu jej jako materiału aktywnego w elektrodach superkondensatorów oraz jako adsorbentu dwutlenku węgla, metanu oraz wodoru.

Praca ma klasyczny układ i podzielona jest na dwie części: teoretyczną oraz eksperymentalną. Część teoretyczna rozpoczyna się wprowadzeniem do struktur typu metaloorganicznego - ich budowy, metod syntezy, potencjalnych zastosowań oraz projektowania elementów składowych tych struktur, czyli centr metalicznych oraz ligandów organicznych. Następnie opisano pochodne tych struktury (w tym karbonizaty) – metody ich otrzymywania, projektowanie oraz potencjalne zastosowanie ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystania ich właściwości elektrochemicznych oraz sorpcyjnych. Dodatkowo omówiono kompozyty z udziałem struktur typu metaloorganicznego, a także dokładniej skupiono się na konkretnym przedstawicielu tej grupy – strukturze na bazie cynku (MOF-5) i jego karbonizatach. W ostatnim rozdziale części teoretycznej omówiono najważniejsze metody charakteryzacji otrzymanych materiałów: transmisyjną (TEM) i skaningową (SEM) mikroskopię elektronową, dyfraktometrię rentgenowską (XRD), spektroskopię Ramana, analizę termogravimetryczną (TGA) oraz wszystkich metod użytych do określenia właściwości elektrochemicznych i sorpcyjnych.

Część eksperymentalną rozpoczęto od opisu syntezy skarbonizowanej struktury na bazie cynku (CMOF-5), jej właściwości fizykochemicznych, elektrochemicznych i sorpcyjnych. Zbadano również wpływ parametrów kompozycji elektrody pomiarowej na wyniki właściwości elektrochemicznych oraz możliwość zredukowania wpływu na środowisko poprzez recykling zużytych elektrod po pomiarze i ich ponowne użycie, a także syntezę struktur typu metaloorganicznego z recyklingowanych substratów. Superkondensator wykonany z elektrod zawierających CMOF-5 oraz PVDF w stosunku 80:20 wykazał się pojemnością właściwą wynoszącą 218 F/g przy gęstości prądu 1 A/g, CMOF-5 posiada również bardzo dobre właściwości sorpcyjne. Jego zdolność adsorpcyjna względem CO₂ wyniosła 2,43 mmol/g (w temperaturze 25°C i pod ciśnieniem 1 bar). Zbadano również zdolności adsorpcyjne względem CO₂ w zakresie temperatur do 100°C i ciśnieniu do 40 bar, a także zdolności adsorpcyjne względem metanu i wodoru (w temperaturze 25°C i pod ciśnieniem 1 bar).

W kolejnym rozdziale opisano badania nad syntezą i właściwościami kompozytów złożonych ze skarbonizowanych struktur typu metaloorganicznego oraz trzech różnych nanododatków węglowych - tlenku grafenu (GO), wielościennych nanorurek węglowych (MWCNT) oraz sfer węglowych (CS). Sprawdzone właściwości fizykochemiczne, elektrochemiczne oraz sorpcyjne wszystkich otrzymanych kompozytów. W przypadku właściwości fizykochemicznych oraz elektrochemicznych przebadano kompozyty otrzymane na dwa sposoby - w wyniku mieszania fizycznego oraz *in situ* podczas syntezy MOF-5 (mieszanie chemiczne). Wprowadzenie nanododatków węglowych poskutkowało poprawieniem stabilności wraz ze wzrostem gęstości prądu oraz ilości cykli ładowania/rozładowania oraz obniżeniem wartości pojemności właściwej. Wyniki dotyczące pojemności właściwej zmierzonej przy gęstości prądu równej 1 A/g wyniosły 195,4, 143,5 i 78,7 F/g odpowiednio dla CMOF-5_GO, CMOF-5_CS i CMOF-5_MWCNT. Wprowadzenie nanododatków węglowych wpłynęło także na pogorszenie właściwości sorpcyjnych wobec wszystkich trzech gazów. W ostatnim rozdziale CMOF-5 oraz jego kompozyty z nanododatkami węglowymi otrzymane metodą *in situ* poddano dodatkowej funkcjonalizacji alkoholem furfurylowym. W przypadku właściwości elektrochemicznych ponownie została poprawiona stabilność wraz ze wzrostem gęstości prądu kosztem znaczącej utraty pojemności właściwej. Właściwości sorpcyjne uległy osłabieniu w porównaniu do CMOF-5.

