

Streszczenie rozprawy doktorskiej pt.

**"Wpływ utleniania na właściwości fizykochemiczne oraz sorpcyjne uporządkowanych węgla mezoporowatych"**

mgr Michał Marciniak

promotor pomocniczy: dr Joanna Gościańska

promotor: prof. dr hab. Robert Pietrzak

Uporządkowane mezoporowate węgle posiadają unikatowe właściwości fizykochemiczne, elektryczne oraz mechaniczne wynikające m. in. z dobrze rozwiniętej powierzchni właściwej, dużej całkowitej objętości porów oraz funkcji rozkładu objętości porów o małej dyspersji. Właściwości te sprawiają, że mogą być szeroko wykorzystywane zarówno w życiu codziennym, jak i w przemyśle. Syntezę tych materiałów można przeprowadzić wieloetapowo metodą twardego odwzorowania, wykorzystując to tego celu mezoporowate krzemionki pełniące funkcję stałej matrycy. W zależności od rodzaju użytej matrycy możemy uzyskać węgiel o strukturze heksagonalnej czy też regularnej. Drugą powszechnie znaną metodą syntezy mezoporowatych węgli jest miękkie odwzorowanie, w której wykorzystuje się jako matryce związki powierzchniowo czynne (surfaktanty) lub blokowe kopolimery (np. Pluronic F127).

Otrzymane w ten sposób materiały charakteryzują się znacznie ograniczoną ilością grup funkcyjnych znajdujących się na powierzchni, dlatego też w celu zwiększenia zakresu ich potencjalnych zastosowań poddaje się je funkcjonalizacji. Najprostszą i zarazem najskuteczniejszą metodą funkcjonalizacji mezoporowatych węgli jest utlenienie, które prowadzi do uzyskania powierzchniowych grup funkcyjnych zawierających tlen (przede wszystkim grup karboksylowych oraz hydroksylowych, ale także laktonowych, karbonylowych czy eterowych).

Celem mojej pracy doktorskiej było utlenienie powierzchni mezoporowatych węgli zsyntetyzowanych metodą miękkiego i twardego odwzorowania oraz wykorzystanie otrzymanych adsorbentów węglowych w procesie usuwania zanieczyszczeń z fazy ciekłej. Proces utlenienia przeprowadziłem w różnych temperaturach oraz czasie w celu uzyskania różnego stopnia modyfikacji powierzchni uporządkowanych mezoporowatych węgli. Ważnym elementem pracy było również zbadanie właściwości fizykochemicznych otrzymanych materiałów węglowych.

W ramach realizowanej pracy przeprowadziłem cykl badań związanych z syntezą oraz funkcjonalizacją powierzchni uporządkowanych mezoporowatych węgli tlenowymi grupami

funkcyjnymi o charakterze kwasowym. Jedną z metod syntezy jaką zastosowałem było twarde odwzorowanie, w której wykorzystałem mezoporowatą matrycę krzemionkową KIT-6 o regularnej strukturze. Drugą metodą jaką zastosowałem do otrzymania mezoporowatych węgla była synteza miękkiego odwzorowania. Następnie otrzymane w ten sposób materiały poddałem procesowi utleniania przy użyciu nadsiarczanu amonu oraz kwasu azotowego(V) w różnych wariantach temperaturowych oraz czasowych. Wszystkie materiały poddałem ocenie zdolności sorpcyjnych wobec zasadowych barwników: auraminy – O i jonów metali ciężkich  $Ni^{2+}$  i  $Co^{2+}$ .

Charakterystykę struktury i tekstury uzyskanych materiałów węglowych przed i po procesie funkcjonalizacji wykonałem za pomocą różnych metod fizykochemicznych takich jak: niskotemperaturowej adsorpcji/desorpcji azotu, transmisyjnej mikroskopii elektronowej, dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego oraz spektroskopii w podczerwieni. Ilość oraz rodzaj grup funkcyjnych znajdujących się na powierzchni węgla oznaczyłem metodą Boehma.

Z przeprowadzonych badań wynika, że zastosowanie kwasu azotowego(V) oraz nadsiarczanu amonu jako czynników utleniających pozwala na skuteczne wprowadzenie na powierzchnię węgla tlenowych grup funkcyjnych o charakterze kwasowym, których ilość ściśle zależy od warunków przeprowadzonego procesu modyfikacji. Wykazano również, że stężony kwas azotowy(V) jest zdecydowanie silniejszym czynnikiem utleniającym, generującym większą ilość kwasowych ugrupowań na powierzchni węgla, jednak jego działanie znacząco wpływa na uporządkowaną strukturę węglową.

Wszystkie otrzymane uporządkowane mezoporowate węgle poddane procesowi utleniania charakteryzują się zdecydowanie wyższymi pojemnościami sorpcyjnymi względem barwników kationowych oraz jonów metali ciężkich, niż materiały wyjściowe. Skuteczność usuwania badanych zanieczyszczeń wzrasta wraz ze wzrostem ilości tlenowych grup funkcyjnych na powierzchni mezoporowatych węgla.

Z toku przeprowadzonych badań wynika, że proces utleniania mezoporowatych węgla jest skuteczną metodą funkcjonalizacji ich powierzchni, prowadzącą do wzrostu skuteczności usuwania zanieczyszczeń z fazy ciekłej. Wybór odpowiedniego czynnika utleniającego oraz warunki przeprowadzonego utlenienia mają znaczący wpływ na ilość wygenerowanych tlenowych grup funkcyjnych na powierzchni mezoporowatych węgla, jak i na uporządkowaną strukturę węglową.