

Dr Piotr Natkański

Opiekun pracy: **dr hab. Piotr Kuśtrowski, prof. UJ**

Tytuł pracy w języku polskim: Rola nanokompozytowych adsorbentów hydrożelowo-glinokrzemianowych jako prekursorów funkcjonalnych materiałów tlenkowych do zastosowań katalitycznych

Tytuł pracy w języku angielskim: The role of the hydrogel-clay nanocomposite adsorbents as precursors of functional oxide materials for catalytic applications

Słowa kluczowe w języku polskim: montmorylonit, kompozyty hydrożelowo-glinokrzemianowe, adsorpcja, spalanie katalityczne, lotne związki organiczne

Słowa kluczowe w języku angielskim: montmorillonite, hydrogel-clay composites, adsorption, catalytic combustion, volatile organic compounds

Charakterystyka pracy w języku polskim:

Badania naukowe przeprowadzone na potrzeby niniejszej pracy doktorskiej dotyczyły opracowania nowej metody otrzymywania materiałów do zastosowań katalitycznych opartych na naturalnym glinokrzemianie warstwowym - montmorylonicie. Inspiracją do podjęcia poszukiwań w zakresie syntezy katalizatorów tlenkowych była idea modyfikacji minerałów ilastych za pomocą hydrożeli polimerowych. Interkalacja polimeru hydrofilowego do przestrzeni międzywarstwowych montmorylonitu skutkuje zwiększeniem jego odległości międzypakietowej oraz pojemności adsorpcyjnej względem kationów metali przejściowych (np. Fe^{3+} , Cu^{2+} , Co^{2+} ,

Ni²⁺) w porównaniu do niemodyfikowanego minerału. Otrzymany w ten sposób kompozyt glinokrzemianowo-polimerowy, po wprowadzeniu kontrolowanej ilości jonów danego metalu przejściowego na drodze adsorpcji, stanowi prekursor katalizatora tlenkowego. Ostatecznie, po przeprowadzonej kalcynacji uzyskuje się rozwarstwiony materiał glinokrzemianowy, na powierzchni którego zdeponowana jest aktywna katalitycznie faza tlenkowa. Optymalizacja syntezy kompozytów glinokrzemianowo-polimerowych oraz wyniki testów adsorpcyjnych pozwoliły na opracowanie materiałów charakteryzujących się rozwarstwowaną strukturą, wysoką pojemnością adsorpcyjną względem kationów metali przejściowych oraz niską stabilnością termiczną matrycy polimerowej. W kolejnym etapie prac, materiały kompozytowe po sorpcji kationów (Fe³⁺, Cu²⁺, Co²⁺, Ni²⁺) poddano kalcynacji w celu rozkładu hydrożelu i wytworzenia fazy tlenkowej na powierzchni montmorylonitu. Skalcynowane prekursory kompozytowe scharakteryzowano za pomocą metod XRD, TEM, SEM-EDS, XPS, UV-vis-DRS, ICP-OES oraz niskotemperaturowej sorpcji azotu.

W oparciu o uzyskane wyniki badań wykazano wpływ zawartości modyfikatora polimerowego oraz ilości wprowadzonego metalu przejściowego w prekursorach katalizatorów na strukturę i aktywność katalityczną otrzymanych materiałów tlenkowych. Opracowana metoda pozwoliła na kilkukrotne zwiększenie powierzchni właściwej montmorylonitu (związanej z ekspozycją systemu mikro- i mezoporów) oraz utworzenie nanometrycznych ziaren fazy aktywnej (Fe₂O₃, CuO, Co₃O₄, NiO) osadzonych na pakietach glinokrzemianowych. Wyniki testów katalitycznych przeprowadzonych dla opracowanych materiałów tlenkowych potwierdziły ich aktywność w procesie całkowitego utleniania lotnych związków organicznych.

Charakterystyka pracy w języku angielskim:

The main goal of the undertaken research was the development of a new preparation method of catalysts based on natural montmorillonite. The precursors of these catalysts were clay-hydrogel composites modified by adsorption of transition metal cations (e.g. Fe³⁺, Cu²⁺, Co²⁺ or Ni²⁺). The studies presented in this work were carried out in three stages, namely: (i) the optimization of the synthesis of the clay-hydrogel composites in terms of their composition and structure; (ii) examination of the adsorption capacities of the composites with respect to transition metal cations and (iii) physico-chemical characterization of the obtained materials before and after adsorption, including the catalytic tests in combustion of volatile organic compounds (using toluene as a model molecule). Physico-chemical properties of the synthesized composite materials before and after sorption of transition metal cations as well as final oxide catalysts were studied by XRD, DRIFT, TG, TG-IR, XPS, UV-vis-DRS, ICP-OES, SEM, TEM and low temperature nitrogen sorption. The obtained results allowed to establish that the content of polymer and the amount of transition metal incorporated in the clay-polymer nanocomposites significantly influence the structure and catalytic activity of the final oxide materials. The proposed method of the catalysts synthesis led significant increase in the surface area of the clay (this effect was related with increased exposition of micro- and mesopores) and the formation of nano-grains of the active phase (Fe₂O₃, CuO, Co₃O₄, NiO) supported on the aluminosilicate layers. The developed oxide materials can be applied as catalysts in total oxidation of volatile organic compounds.

Opis bibliograficzny:

-

P. Natkański, P. Kuśtrowski, A. Kochanowski, A. Białas, Z. Piwowska, M. Michalik. *Thermal stability and pollutant adsorption efficiency of nanocomposites consisted of clay and polymeric quaternary ammonium salts*
, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin-Polonia, Sectio AA 66 (2011) 47-59

-

P. Natkański, P. Kuśtrowski, A. Białas, Z. Piwowska, M. Michalik, *Controlled swelling and adsorption properties of polyacrylate/montmorillonite composites*
, Materials Chemistry and Physics, 136 (2012) 1109-1115

-

P. Natkański, A. Białas, P. Kuśtrowski, *The synthesis of poly(acrylic acid)-bentonite and polyacrylamide-bentonite composites for adsorption applications*
, Chemik 66, 7 (2012) 742-749

-

P. Natkański, P. Kuśtrowski, A. Białas, Z. Piwowska, M. Michalik, *Thermal stability of montmorillonite polyacrylamide and polyacrylate nanocomposites and adsorption of Fe(III) ions*
, Applied Clay Science, 75-76 (2013) 153-157

-

P. Natkański, P. Kuśtrowski, A. Białas, J. Surman, *Effect of Fe³⁺ ions present in the structure of poly(acrylic acid)/montmorillonite composites on their thermal decomposition*
, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 113 (2013), 335-342

-

P. Natkański, P. Kuśtrowski, *Influence of crosslinking degree on Cu(II) and Fe(III) adsorption capacity of hydrogel/montmorillonite composites*, Polimery 58, 7-8 (2013) 512-518

