

Strona czasopisma: <http://analit.agh.edu.pl/>

Zastosowanie modyfikowanych nanoproszków na bazie tlenku cyrkonu jako sorbentu zanieczyszczeń organicznych

Application of modified nanopowders based on zirconium oxide as a sorbent of organic impurities

Katarzyna Wilkosz^[a], Ewa Niewiara^[a]

[a] AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska

ABSTRAKT: W obecnych czasach zanieczyszczenie wód jest problemem rangi światowej. Wzrost zaludnienia, rozwój przemysłu i rolnictwa powoduje również wzrost ilości zanieczyszczeń, jakie trafiają do rzek i zbiorników wodnych. Ciągłe zwiększający się poziom zanieczyszczeń i skażenia wód powoduje wzrost wymogów dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi oraz zaostrzenie kryteriów jakości ścieków bytowo-gospodarczych i przemysłowych wprowadzanych do środowiska wodnego. Fakt ten wymusza rozbudowę układów oczyszczania wody o dodatkowe procesy, dlatego poszukuje się coraz to nowszych metod o wysokiej skuteczności oraz korzystnych ekonomicznie. Dużą efektywność w procesach oczyszczania wód wykazuje adsorpcja, która w połączeniu z nanotechnologią daje obiecujące wyniki oraz możliwość ich powszechnego wykorzystania. W celu wykazania skuteczności tej metody zbadano efektywność adsorpcji zanieczyszczeń organicznych na powierzchni modyfikowanych nanoproszków. Funkcję sorbentu stanowiły nanoproszki na bazie tlenku cyrkonu stabilizowane tlenkiem itru. Badane nanoproszki były niemodyfikowane oraz modyfikowane pierwiastkami z grupy lantanowców, neodymem i gadolinem. Rolę zanieczyszczeń organicznych pełnił benzo[a]piren, który jest związkiem wykazującym niekorzystny wpływ na organizm człowieka, gdyż posiada on właściwości kancerogenne i mutagenne. Benzo[a]piren należy do grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, które obecnie są powszechnym składnikiem wód zanieczyszczonych. Proces adsorpcji przeprowadzono w środowisku kwaśnym, zasadowym oraz w środowisku o wartości pH odpowiadającej punktowi izoelektrycznemu dla poszczególnych nanoproszków. Zbadano również wpływ obecności innych związków z grupy WWA oraz kwasów humusowych na efektywność procesów adsorpcji benzo[a]pirenu na powierzchni testowanych nanoproszków. W celu wyznaczenia efektywności adsorpcji wyznaczono zawartość benzo[a]pirenu po przeprowadzeniu procesu adsorpcji w stosunku do ilości wprowadzonej do zawiesiny badanego nanoproszku w zadanych warunkach. Zawartość benzo[a]pirenu po procesie adsorpcji wyznaczono za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej w odwróconym układzie faz z elucją gradientową. Najlepszym adsorbentem okazał się być nanoproszek na bazie tlenku cyrkonu modyfikowany gadolinem, gdyż najlepiej adsorbuje on benzo[a]piren w środowisku o wartości pH zbliżonym do wartości pH wód powierzchniowych, mieszczącym się w zakresie 6,5 – 8,5. Efektywność adsorpcji dla nanoproszku modyfikowanego gadolinem wyniosła 49,8% i jest niewiele mniejsza od efektywności powszechnie stosowanych węgla aktywnych, dla których efektywność adsorpcji szacuje się na poziomie 62%.

ABSTRACT: Nowadays, water pollution is a world-wide problem. Population growth, industrial and agricultural development cause an increase in the amount of pollutants that can get into rivers and water reservoirs. Constantly rising level of water pollution demands stricter requirements concerning the quality of water intended for human consumption and tightening of the criteria for the quality of industrial and municipal wastes that enter water environment. This fact enforces development of water treatment systems with additional processes, which leads to research of innovative and more economical, highly-efficient methods. Adsorption shows great efficiency of water treatment processes what combined with nanotechnology provides promising results and opens up a possibility of its widespread use. In order to demonstrate the effectiveness of this method, the adsorption efficiency of organic impurities on the surface-modified nanoparticles was examined. As a sorbent there were applied nanopowders based on zirconium oxide stabilized with yttrium. The

nanopowders were unmodified and modified with the elements from the lanthanide group, such as neodymium and gadolinium. As organic impurities benzo[a]pyrene was used, which is a compound with a harmful effect on the human body, because of its carcinogenicity and mutagenicity. Benzo[a]pyrene belongs to the group of polycyclic aromatic hydrocarbons, which are now a common ingredient of contaminated waters. The adsorption process was carried out in acidic, basic, and in environment having pH corresponding to the isoelectric point for the individual nanoparticles. Additionally, effect of the presence of other compounds of PAHs and humic acids on the benzo[a]pyrene adsorption efficiency on the surface of tested nanoparticles was examined. In order to calculate the adsorption efficiency, the amount of benzo[a]pyrene after adsorption was determined with respect to the introduced amount of benzo[a]pyrene into the nanopowder suspension in given conditions. The amount of benzo[a]pyrene after adsorption was determined by high performance liquid chromatography in reversed phase with gradient elution. The nanopowder based on zirconium oxide modified with gadolinium turned out to be the best adsorbent, because of its good adsorption of benzo[a]pyrene in the environment with pH close to this of surface water, located in the range of 6.5 - 8.5. The adsorption efficiency of the modified gadolinium nanopowder was 49.8%, which is slightly lower than the efficiency of commonly used activated carbons, for which the adsorption efficiency is estimated to 62%.

Słowa kluczowe: modyfikowane nanoprozszki na bazie tlenku cyrkonu, benzo[a]piren, sorpcja, kwasy humusowe, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, HPLC, oczyszczanie wody