

## STRESZCZENIE

Rosnąca koncentracja metali ciężkich w środowisku stanowi zagrożenie ze względu na możliwość ich migracji po szczeblach łańcucha troficznego, a w konsekwencji akumulacji w organizmie człowieka. Dlatego ich recykling ze środowisk wodnych stał się bardzo ważnym obszarem wielu badań naukowych.

Alternatywą wobec konwencjonalnych technologii oczyszczania, stał się proces adsorpcji zwłaszcza z wykorzystaniem nanocząstek o właściwościach magnetycznych tj.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , z powodu łatwej i szybkiej izolacji za pomocą zewnętrznego pola magnetycznego. Znanych jest wiele zmodyfikowanych struktur  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ , jednak poszukiwania nowych i selektywnych kompozytów do usuwania jonów metali ciężkich są wciąż mocno rozwijane.

Głównym celem badań pracy doktorskiej było zbadanie zdolności wiązania, wobec wybranych jonów metali ciężkich ( $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ), serii funkcjonalizowanych nanocząstek opartych na magnetycznym rdzeniu  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ -R:  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ -EDTA,  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ - $\text{N}_1$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ - $\text{N}_2$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ - $\text{N}_3$  oraz  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ -cyklen.

W trakcie realizacji zadań badawczych założonych w pracy doktorskiej przeprowadzono syntezę wskazanych nanokompozytów. Następnie otrzymane struktury scharakteryzowano z wykorzystaniem takich technik jak: SEM, TEM, XPS, XRD, FT-IR oraz pomiar potencjału zeta i WCA. Wyniki przeprowadzonych badań potwierdziły skuteczność procesu syntezy oraz wykazały obecność charakterystycznych grup funkcyjnych na powierzchni otrzymanych nanomateriałów. Ponadto wyniki pomiarów potencjału zeta wskazują, że wszystkie analizowane nanostruktury charakteryzują się umiarkowaną stabilnością ich koloidu w wodzie. Natomiast pomiar WCA wskazuje, że badane nanocząstki tworzą hydrofilowy film na powierzchni płytki szklanej ( $\text{WCA} < 90^\circ$ ).

Zdolność wiązania nanocząstek wyznaczono za pomocą techniki DPASV z wykorzystaniem elektrody rtęciowej HDME metodą zateżnienia analitu w kropli. Badania elektrochemiczne jednoznacznie wykazały, że za wiązanie jonów odpowiadają zewnętrzne grupy funkcyjne obecne na powierzchni nanokompozytów, nanocząstki tracą swoją aktywność podczas ich przechowywania w roztworze elektrolitu podstawowego oraz czas niezbędny do ustalenia się równowagi w roztworze po dodaniu porcji nanocząstek wynosi około 20 min.

Wyznaczenie stopnia wiązania jonów z roztworu przez nanocząstki  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-R}$ , pozwoliło na stwierdzenie, iż wszystkie z badanych nanostruktur mogą być wykorzystywane do wiązania wybranych jonów. Niemniej jednak nanocząstki  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-cyklen}$  mogą zostać uznane za adsorbent uniwersalny, ponieważ wykazywały zbliżony stopień wiązania wobec wszystkich badanych jonów. Podczas gdy nanocząstki  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-N}_3$  wykazały selektywność wobec jonów  $\text{Cu}^{2+}$ . Dodatkowo udowodniono możliwość praktycznego zastosowania badanych nanomateriałów do izolacji jonów metali z roztworu wodnego.

Realizacja celu pracy oraz zadań badawczych postawionych w pracy doktorskiej poszerzyła zakres użytecznej wiedzy, niezbędnej do zaprojektowania i stworzenia skutecznego nanoadsorbentu opartego na magnetycznym tlenku żelaza  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .