

STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Polisiloksany o właściwościach magnetycznych: synteza, charakterystyka i zastosowania w procesie adsorpcji

Prezentowana dysertacja dotyczy syntezy i charakterystyki materiałów krzemionkowych z wbudowanym magnetycznym rdzeniem, który stanowią nanocząstki tlenku żelaza(II,III) (magnetytu), a także ich wykorzystania w procesie adsorpcji jonów miedzi(II) i srebra(I). Podjęcie tego tematu w ramach prezentowanej rozprawy doktorskiej wynika z faktu, iż w literaturze przedmiotu niewiele jest prac poświęconych syntezie i wykorzystaniu w procesie adsorpcji materiałów otrzymywanych na drodze współkondensacji źródła krzemionki i organosilanów dostarczających grup funkcyjnych. Ponadto, jako popularne adsorbenty bardzo często opisywane są jony metali ciężkich, takie jak: kadm, ołów czy rtęć. Brak jest również prac poświęconych pomiarom parametrów charakteryzujących podwójną warstwę elektryczną w tego typu układach adsorpcyjnych. Nie opisano również adsorpcji jonów srebra(I) na powierzchni materiałów krzemionkowych o właściwościach magnetycznych oraz o wzbogaconej jedynie o grupy aminowe powierzchni. W literaturze przedmiotu niedostateczny jest również opis syntezy i zastosowania krzemionkowych materiałów bifunkcjonalizowanych o właściwościach magnetycznych, które otrzymywane są na drodze współkondensacji źródła krzemionki i organosilanów, dostarczających grup funkcyjnych różniących się naturą chemiczną.

Przedłożona rozprawa doktorska zawiera 196 stron. W jej skład wchodzi trzy części: literaturowa, eksperymentalna oraz dorobek naukowy. Na początku dysertacji zawarte jest wprowadzenie oraz cele pracy.

Część literaturowa składa się z czterech rozdziałów, które mają charakter przeglądowy. W rozdziale pierwszym zawarte są informacje na temat nanotechnologii – scharakteryzowana jest skala *nano*, przedstawiony jest rozwój jaki przeszła ta dziedzina nauki na przestrzeni lat, a także jakie zagrożenia może ze sobą nieść i jak efektywnie im przeciwdziałać. Rozdział drugi poświęcony jest magnetycznym tlenkom żelaza. W szczególności zawiera najbardziej popularne metody stosowane w celu preparatyki dwóch najpopularniejszych tlenków tego pierwiastka – magnetytu oraz maghemitu. Rozdział trzeci stanowi studium wiedzy na temat materiałów hybrydowych tworzonych przez magnetyczne nanocząstki tlenków żelaza oraz otoczki lub matryce

krzemionkowe. Opisane są sposoby modyfikacji i funkcjonalizacji powierzchni krzemionkowej różnymi grupami, zarówno o charakterze hydrofilowym, jak i hydrofobowym. Rozdział czwarty przedstawia dotychczasowy stan wiedzy na temat wybranych zastosowań materiałów krzemionkowych o właściwościach magnetycznych, w takich dziedzinach jak: medycyna czy ochrona środowiska.

Część eksperymentalna składa się z również z czterech rozdziałów, z których pierwsze dwa – piąty i szósty – zawierają spis stosowanych odczynników i materiałów oraz opis aparatury badawczej i technik wykorzystywanych w trakcie analiz.

W rozdziale siódmym zawarte są wyniki dotyczące charakterystyki otrzymanych materiałów. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, iż zastosowana metoda współstrącania jonów żelaza (II) i (III) w środowisku zasadowym umożliwia otrzymanie nanometrycznych cząstek tlenku żelaza(II,III), charakteryzujących się większą monodispersyjnością, większą drobnokrystalicznością, znacznie lepiej rozwiniętą strukturą porowatą, a także podobnymi właściwościami magnetycznymi, w porównaniu z komercyjnie dostępnym magnetytem. Dzięki wykorzystaniu metody zol-żel otrzymano krzemionkowe materiały hybrydowe z wbudowanym magnetycznym rdzeniem i funkcjonalizowaną powierzchnią. Na podstawie przeprowadzonej gruntownej charakterystyki otrzymanych materiałów można stwierdzić, iż w sposób efektywny udało uzyskać się ciągłą i jednorodną warstwę krzemionkową pokrywającą magnetyczne rdzenie. Wykorzystane metody potwierdzają obecność aminowych oraz alifatycznych grup funkcyjnych na powierzchni krzemionkowej, a także umożliwiły jej ilościową analizę. Otrzymane polisiloksany charakteryzują się dużą zawartością grup funkcyjnych wprowadzonych w ich powierzchnię. Wykorzystanie metod umożliwiających charakterystykę parametrów opisujących podwójną warstwę elektryczną na granicy faz magnetyczny polisiloksan/roztwór elektrolitu pozwoliło na wyznaczenie punktów pH_{PZC} oraz pH_{IEP} , których wartości zbliżone są do opisywanych w literaturze dla tlenku żelaza(II,III) oraz czystych materiałów krzemionkowych.

Rozdział ósmy przedstawia rezultaty badań, które dotyczą analizy właściwości adsorpcyjnych otrzymanych polisiloksanów w stosunku do jonów $Cu(II)$ oraz $Ag(I)$. Z otrzymanych danych adsorpcyjnych które obejmowały zarówno kinetykę jak i równowagę, wywnioskować można, iż materiały te mogą być z powodzeniem wykorzystane jako efektywne adsorbenty w odniesieniu do wspomnianych jonów. Porównując zdolności adsorpcyjne otrzymanych polisiloksanów stwierdzić można, iż

w porównaniu z materiałami opisywanymi dotychczas, materiały zbadane w niniejszej rozprawie charakteryzują się bardzo dobrym powinowactwem w odniesieniu do jonów miedzi(II) oraz najlepszym jak dotychczas – powinowactwem do jonów srebra(I). Część eksperymentalną kończy podsumowanie z wnioskami oraz spis cytowanej literatury, obejmujący 262 pozycje.

Reasumując, materiały hybrydowe typu magnetyczny rdzeń/otoczka krzemionkowa opisywane w niniejszej dysertacji, mogą posłużyć jako adsorbenty umożliwiające oczyszczanie wód z metali ciężkich oraz odzyskiwanie rzadkich metali szlachetnych ze środowiska. Jest to ważny wniosek praktyczny, bowiem metale te są coraz częściej wykorzystywane, a ich rezerwy stale maleją. Materiały tego typu są rzadko wykorzystywane w procesie adsorpcji jonów metali szlachetnych z roztworów wodnych, dlatego też wyniki przedstawione w niniejszej dysertacji wypełniają lukę w dotychczasowym stanie wiedzy na ten temat.

Niniejszą rozprawę doktorską wieńczy dorobek naukowy, na który składa się lista publikacji naukowych, udział w projektach naukowych, odbyte staże naukowe, uzyskane wyróżnienia i stypendia oraz spis wystąpień konferencyjnych.