

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Pierwiastki ziem rzadkich (REE), według Unii Europejskiej, należące do surowców krytycznych, są niezbędne w produkcji sprzętu elektrycznego i elektronicznego. Globalna sytuacja kryzysowa na rynku pierwiastków ziem rzadkich jest spowodowana szybkim rozwojem technologii elektronicznych oraz opanowaniem technologii pozyskiwania REE przez Chiny. Obecnie Chiny kontrolują około 70% światowej produkcji pierwiastków ziem rzadkich i posiadają połowę ich światowych rezerw co powoduje ich dominację na rynku. Ze względu na niepewność dostaw i możliwe ograniczenia eksportu pierwiastków ziem rzadkich przez Chiny, na całym świecie trwają poszukiwania nowych źródeł ich pozyskiwania w celu zapewnienia bezpieczeństwa rozwoju nowoczesnych technologii oraz skutecznych i ekologicznych metod odzysku. Jedną z takich metod jest adsorpcja, której skuteczność zależy w dużej mierze od doboru adsorbenta. W roli adsorbentów coraz częściej wykorzystywane są wymiennicze jonowe o różnych grupach funkcyjnych.

W ramach rozprawy doktorskiej przedstawiono zagadnienia związane z szerokim zastosowaniem pierwiastków ziem rzadkich w wielu gałęziach przemysłu oraz poruszono kwestie związane z metodami ich odzysku z materiałów odpadowych, które to są głównym źródłem wtórnym REE. Nadrzędnym celem było określenie możliwości zastosowania komercyjnie dostępnych wymienniczy jonowych zawierających iminodioctowe, aminofosfonowe, sulfonowe, fosfonowe i karboksylowe grupy funkcyjne w procesie sorpcji jonów metali wchodzących w skład akumulatorów niklowo-wodorkowych (Ni-MH), takich jak La(III) i Ni(II) w środowisku kwasu azotowego(V) lub kwasu cytrynowego.

Na efektywność procesu sorpcji jonów metali na wymienniczych jonowych mają wpływ zarówno właściwości fizykochemiczne stosowanych wymienniczy jonowych, jak i warunki prowadzenia procesu sorpcji. W związku z tym w poniższej pracy dokonano charakterystyki fizykochemicznej jonitów przed i po procesie sorpcji poprzez analizę struktury i morfologii powierzchni za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej, wyznaczenie parametrów teksturalnych za pomocą analizy powierzchni właściwej i porowatości, identyfikację powierzchniowych grup funkcyjnych za pomocą spektroskopii w podczerwieni i spektroskopii fotoelektronów w zakresie promieniowania X, ocenę stabilności termicznej za pomocą termograwimetrii, rozkład wielkości ziaren za pomocą analizy sitowej, oraz wyznaczenie ładunku powierzchniowego metodą dryftu i metodą miareczkowania potencjometrycznego.

Dobór optymalnych warunków prowadzenia procesu (masa jonitu, stężenie HNO_3 , stosunek molowy kwas cytrynowy:jon metalu, czas kontaktu faz, stężenie początkowe jonów metali oraz temperatura) decydował o skuteczności usuwania wybranych jonów metali z układów modelowych. Badania optymalizacji procesu sorpcji przeprowadzono metodą statyczną. Kluczowym zagadnieniem była ocena możliwości regeneracji jonitów po procesie

sorpcji poprzez przeprowadzenie testów desorpcji. Dodatkowo przeprowadzone zostały badania sorpcji jonów metali w układach dwuskładnikowych w celu zbadania efektywności procesu sorpcji jonów La(III) w obecności innych jonów pierwiastków ziem rzadkich, tj. Ce(III), Nd(III) i Pr(III), a także w obecności metali ciężkich, tj. Fe(III), Ni(II), Co(II), Cu(II) i Zn(II) na w/w jonitach, zarówno w środowisku kwasu azotowego(V), jak i kwasu cytrynowego. Przydatność zastosowanych jonitów w procesie sorpcji jonów La(III) i Ni(II) została również zbadana w warunkach dynamicznych. Do teoretycznego opisu procesu sorpcji wykorzystano modele kinetyczne pseudo-pierwszego i pseudo-drugiego rzędu, dyfuzji wewnątrzcząstkowej Webera-Morrisa i model Boyda oraz modele izoterm Langmuira, Freundlicha i Temkina, co pozwoliło na określenie szybkości procesu sorpcji oraz poznanie mechanizmu wiązania jonów metali. Charakterystyka fizykochemiczna oraz wyznaczenie parametrów kinetycznych, równowagowych i termodynamicznych umożliwiło również określenie charakteru procesu sorpcji jonów metali zachodzącego na badanych materiałach.

Uzyskane wyniki badań sorpcji jonów metali na wymienniczkach jonowych pozwoliły na stwierdzenie, że w odpowiednich warunkach wymiennicze jonowe charakteryzują się wysoką efektywnością, zatem mogą stanowić bazę sorbentów do opracowania efektywnego procesu odzysku jonów pierwiastków ziem rzadkich z roztworów po ługowaniu zużytych akumulatorów niklowo-wodorkowych.