

Membrany jonowymienne znajdują szerokie zastosowanie w adsorpcji i usuwaniu jonów metali ciężkich z roztworów. Oparte są zazwyczaj na polimerach posiadających w swojej strukturze ugrupowania zdolne do kompleksowania jonów metali. Jednak ze względu na swoją rozpuszczalność w roztworach wodnych otrzymywanie stabilnych membran wymaga zastosowania matrycy usieciowanego polimeru nierozpuszczalnego w wodzie.

Interesującym rozwiązaniem może być zastosowanie membran opartych na nanomateriałach. Można się spodziewać, że zastosowanie nanomateriałów o dużej powierzchni właściwej umożliwi uzyskanie membran o dużych pojemnościach adsorpcyjnych. Celem projektu jest więc opracowanie nowych membran chelatujących do zateżniania śladowych ilości jonów metali. W projekcie syntezowane będą membrany oparte na (a) celulozie z osadzonymi nanocząstkami krzemionki, (b) kompozytach celuloza/tlenek grafenu, (c) modyfikowanym nanoporowatym tlenku glinu. Odpowiednia modyfikacja powierzchni nanocząstek umożliwi poprawić zdolności adsorpcyjne i zwiększyć selektywność membran w stosunku do wybranych jonów. Powierzchnia membran będzie więc modyfikowana alkoksylanami zawierającymi w swojej strukturze grupy funkcyjne (posiadające atomy tlenu, azotu lub siarki) zdolne do efektywnego wiązania jonów metali na drodze tworzenia kompleksów. Wybrane membrany będą również modyfikowane poprzez przyłączenie cyklodekstryn zdolnych do wiązania jonów metali. Otrzymane membrany badane będą technikami mikroskopowymi (elektronową mikroskopią skaningową, elektronową mikroskopią transmisyjną), dyfrakcją rentgenowską oraz technikami spektroskopowymi (spektroskopią fotoelektronów, spektroskopią w podczerwieni, rentgenowską spektrometrią fluorescencyjną z dyspersją energii)

W następnym etapie projektu przebadane będą właściwości adsorpcyjne nowych membran w stosunku do następujących jonów metali: Co(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II), Cd(II), Pb(II), Cr(III), Cr(VI), Se(IV), Se(VI), As(III), As(V), Sb(III) i Sb(V). Ponieważ szereg parametrów może wpływać na adsorpcje jonów metali na membranach przebadany będzie wpływ: pH, przepływu roztworu, temperatury, siły jonowej roztworów, zawartości kwasów humusowych itp. Badania prowadzone będą zarówno w układzie statycznym jak i przepływowym. W pierwszym wariancie membrana będzie umieszczana w roztworze jonów metali, a całość będzie mieszana lub wstrząsana. W wariancie drugim roztwór przepuszczany będzie przez membranę z kontrolowaną prędkością. W celu lepszego zrozumienia mechanizmu adsorpcji jonów metali na otrzymanych membranach przestudiowane będą izotermi adsorpcji, kinetyka oraz termodynamika procesów. Ponadto membrany będą badane techniką spektroskopii fotoelektronów przed i po adsorpcji metali co pozwoli poznać mechanizm adsorpcji na poziomie cząsteczkowym i udział grup funkcyjnych (zawierających tlen: -OH, =C=O, O-C=O, azot: -NH₂, i siarkę: -SH) na powierzchni membran w tworzeniu kompleksów z metalami.

Nowe membrany zostaną zastosowane do opracowania procedur analitycznych oznaczania śladowych i ultraśladowych jonów metali oraz ich specjacji. Warto podkreślić, że zastosowanie membran w oddzielaniu i zateżnianiu jonów metali umożliwi opracowanie procedur analitycznych opartych na dwóch różnych podejściach: (a) metale mogą być oznaczane technikami spektrometrii atomowej po ich uprzednim wymyciu z membran, (b) metale mogą być oznaczane bezpośrednio na membranach za pomocą spektrometrii rentgenowskiej bez konieczności ich wymywania. W projekcie wykorzystane więc będą: (a) membrany o średnicy 25-47 mm. Jony metali będą wymywane z membran i oznaczane technikami atomowej spektrometrii absorpcyjnej z atomizacją płomieniową (F-AAS) i emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie (ICP-OES), (b) miniaturowe membrany o średnicy 5mm. Jony metali będą bezpośrednio oznaczane na membranach techniką rentgenowskiej spektrometrii fluorescencyjnej z dyspersją energii (EDXRF), (c) miniaturowe membrany. Jony metali będą wymywane z membran i oznaczane technikami atomowej spektrometrii absorpcyjnej z atomizacją elektrotermiczną (ET-AAS) i rentgenowskiej spektrometrii fluorescencyjnej z całkowitym odbiciem promieniowania (TXRF). W celu uzyskania maksymalnych odzysków metali i wysokich współczynników zateżniania optymalizowane będą następujące parametry: pH próbki, objętość próbki, prędkość przepływu, typ i rodzaj eluentu. Metody będą następnie walidowane. Wyznaczone zostaną takie parametry jak granice wykrywalności i oznaczalności, selektywność, zakres liniowości i czułość, precyzja, dokładność oraz wpływ matrycy próbki.

Wnioskowany projekt poszerzy wiedzę w zakresie adsorpcji jonów metali na membranach o różnej strukturze i grupach funkcyjnych. Można się spodziewać, że zastosowanie nanomateriałów (nanocząstki krzemionki, tlenek grafenu, nanoporowaty tlenek glinu) o dużej powierzchni właściwej umożliwi uzyskanie membran o dużych pojemnościach adsorpcyjnych. Otrzymane membrany zostaną wykorzystane do opracowania nowych procedur oznaczania śladowych i ultraśladowych jonów metali oraz ich specjacji. Część badań poświęcona będzie na opracowaniu procedur analitycznych w wersji zminiaturyzowanej co pozwoli na znaczne ograniczenie zużycia odczynników chemicznych. Dzięki takiemu rozwiązaniu metody będzie można uważać za przyjazne środowisku i zgodne z zasadami zielonej chemii.