

Cel prowadzonych badań

Elektrokatalityczna redukcja halogenków organicznych jest obecnie bardzo popularnym tematem badawczym ze względu na możliwości jej zastosowania w elektrosyntezie organicznej oraz do usuwania tego rodzaju zanieczyszczeń z wody. Elektrochemiczna redukcja halogenków organicznych na materiałach nie wykazujących właściwości katalitycznych, jak np. elektrody z węgla szklanego, zachodzi zwykle przy bardzo ujemnych potencjałach. Wprowadzanie materiału o aktywności katalitycznej (np.: Ag, Au, Hg) powoduje znaczące przesunięcie potencjału redukcji tych związków w stronę bardziej dodatnich wartości. W ostatnim czasie, zaproponowano nowe materiały elektrodowe oparte o struktury nanocząstek bimetalicznych wykazujące silne właściwości elektrokatalityczne w kierunku redukcji halogenków organicznych. Stosowanie tego rodzaju materiałów nanostrukturalnych jest bardzo obiecujące z ekonomicznego punktu widzenia, ze względu na bardzo wysoki stosunek ich powierzchni do objętości, a przede wszystkim mniejsze zużycie energii. Główną wadą elektrod opartych na nanocząstkach jest ich stosunkowo niewielka stabilność i możliwa toksyczność. Dodatkowo, nanocząstki muszą zostać umieszczone na odpowiednim, stabilnym podłożu przewodzącym. Jak dotąd, elektrody w formie uporządkowanych struktur nanodrutów bimetalicznych nie były stosowane w procesach elektrokatalitycznej redukcji, pomimo ich stosunkowo wysokiej stabilności i wydajności podobnej do tej obserwowanej dla elektrod w formie nanocząstek. Dodatkową zaletą jest fakt, iż tego rodzaju struktury nanodrutów nie wymagają stosowania innych materiałów stabilizujących.

Celem projektu jest synteza uporządkowanych struktur nanodrutów AgPd z wykorzystaniem matryc z porowatego, anodowego tlenku glinu oraz zbadanie elektrokatalitycznych właściwości tego rodzaju elektrod w kierunku redukcji halogenków alifatycznych (chloroformu i/lub bromoformu) w wodzie. Nanodrutry bimetaliczne powinny wykazywać co najmniej podobne lub nawet lepsze właściwości elektrokatalityczne w porównaniu z elektrodami złożonymi z nanostruktur pojedynczych metali (Ag lub Pd).

Zastosowana metoda badawcza/metodyka

Projekt składa się z trzech części. W pierwszym etapie, uporządkowane struktury nanodrutów AgPd zostaną zsyntetyzowane dwiema metodami: (i) poprzez elektrochemiczne współosadzanie Ag i Pd); (ii) w procesie sekwencyjnego elektrochemicznego osadzania Ag oraz cementacji Pd. Jako szablon zastosowane zostaną porowate membrany z tlenku glinu otrzymane metodą anodyzacji. Drugi etap badań obejmuje szczegółową analizę morfologii, składu, struktury oraz powierzchni właściwej otrzymanych elektrod metodami SEM, EDS, XRD, XPS oraz metodą podpotencjałowego osadzania Pb. Końcowy etap projektu obejmuje badanie właściwości elektrokatalitycznych nanostrukturalnych elektrod. Ze względu na fakt, iż jak dotąd, proces elektrokatalitycznej redukcji tego rodzaju związków rzadko badano w środowisku rozpuszczalników protycznych, badania w ramach niniejszego projektu wykonywane będą w roztworach wodnych. Szczegółowo przebadany zostanie wpływ morfologii oraz składu nanostrukturalnej elektrody na jej właściwości elektrokatalityczne. Wszystkie badania elektrochemiczne prowadzone będą z wykorzystaniem potencjostatu/galwanostatu Gamry.

Wpływ spodziewanych rezultatów na rozwój nauki, cywilizacji, społeczeństwa

Jak dotąd, tego rodzaju struktury nanodrutów AgPd nie były wykorzystywane jako elektrody do elektrochemicznej redukcji halogenków organicznych. Wnioskodawcy spodziewają się, że tego rodzaju nanostrukturalne elektrody będą wykazywały lepsze właściwości elektrokatalityczne w porównaniu z elektrodami złożonymi z nanostruktur pojedynczych metali, a przede wszystkim z elektrodami makroskopowymi. Wykorzystanie tego rodzaju elektrod umożliwi znaczące przesunięcie potencjałów redukcji w kierunku wartości bardziej dodatnich. Jako cząsteczki modelowe wybrano chloroform i bromoform, substancje o wystarczającej rozpuszczalności w wodzie, często występującymi jako zanieczyszczenia wód naturalnych (szczególnie chloroform). Jako rozpuszczalnik wybrano wodę, gdyż mechanizm elektrodredukcji tego rodzaju związków w roztworach wodnych jest słabo poznany, a metaliczne elektrody Ag wykazują obiecującą aktywność katalityczną w rozpuszczalnikach protycznych. Wnioskodawcy spodziewają się, że materiały otrzymane w ramach tego projektu w przyszłości będą mogły zostać zastosowane do bezpośredniego oznaczania chloroformu i/lub bromoformu, a także innych halogenków organicznych w ściekach. Elektrody w formie uporządkowanych struktur nanodrutów będą w tym celu bardziej użyteczne w porównaniu do układów na bazie nanocząstek, ze względu na fakt, iż nie wymagają one stosowania dodatkowych podłoży i będą wykazywały większą stabilność i wydajność w kierunku elektrokatalitycznej redukcji halogenków alifatycznych. Tego rodzaju elektrody w formie nanodrutów AgPd mogą być doskonałą alternatywą dla elektrod obecnie stosowanych w celu usuwania zanieczyszczeń z wody oraz w elektrosyntezie organicznej.