

Elektrody bipolarne w układach elektrochemicznych

Ogólnym celem projektu jest wykorzystanie zalet oferowanych przez układy elektrochemiczne z elektrodami bipolarnymi. W typowym układzie tego rodzaju przewodnik metaliczny jest umieszczony między dwoma elektrodami, do których przyłożone jest zewnętrzne napięcie. Przewodnik nie kontaktuje się z elektrodami. Jednak dzięki obecności pola elektrycznego pomiędzy elektrodami polaryzującymi mogą być indukowane procesy utleniania i redukcji zachodzące na przeciwnych końcach przewodnika i w rezultacie przez przewodnik ten przepływa prąd.

Jednym z celów proponowanych w naszym projekcie jest opracowanie nowych elektrochemiczno-optycznych układów analitycznych. W tym przypadku, na jednym z końców przewodnika zachodzi proces elektrodowy analitu, natomiast na drugim końcu zachodzi komplementarny proces połączony ze zużyciem lub wytwarzaniem substancji, które są aktywne optycznie, tzn. można dla nich zarejestrować sygnał absorpcyjny UV/Vis lub emisyjny przy wykorzystaniu fluorymetrii.

Wymienione układy mogłyby być też wykorzystane do syntezy nowych materiałów – dzięki uwalnianiu lub zużywaniu określonych składników na obu końcach elektrody bipolarnej. W rezultacie można zaproponować różne ścieżki syntezy związków nieorganicznych. W projekcie proponujemy metodę syntezy soli / kompleksu ZnX_2 , wykorzystując związek KX . W tym przypadku kationy K^+ są zużywane w procesie katodowym na jednym końcu elektrody bipolarnej, zawierającej membranę selektywną na jony potasu. Z kolei jony cynku są generowane na końcu anodowym w wyniku rozpuszczania metalicznego cynku.

Zamierzamy też zastosować różne tryby polaryzacji, wykorzystując polaryzację zmiennoprądową lub pulsową, głównie w odniesieniu do zamkniętego układu bipolarnego. Polaryzacja pulsowa pozwoli uzyskać niższe granice wykrywalności dzięki ograniczeniu prądu pojemnościowego. Z drugiej strony, polaryzacja zmiennoprądowa sinusoidalna może być przydatna do wykorzystania procedur elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej w odniesieniu do procesów zachodzących na elektrodach bipolarnych. Metoda ta może być także wykorzystana do badania zjawisk transport ładunku, np. w warstwach polimerów przewodzących wykorzystywanych jako elektrody bipolarne lub w zawiesinach nanocząstek polimerów przewodzących, gdzie podłączenie do aparatury elektrochemicznej jest trudne lub niemożliwe.

Proponujemy też przeprowadzenie badań dotyczących wpływu napięcia zewnętrznego / pola elektrycznego na zjawiska, którym nie są typowymi reakcjami redoks. W tym przypadku zamierzamy skoncentrować się na metodzie syntezy nanocząstek polimerów przewodzących w obecności mikrosfer poliakrylanowych magazynujących monomer. W tym przypadku monomer jest samorzutnie uwalniany z mikrosfer do roztworu zawierającego utleniacz. W rezultacie proces polimeryzacji jest inicjowany w pobliżu granicy faz mikrosfery i roztworu, z wytworzeniem nanocząstek. Naszym celem jest zbadanie wpływu pola elektrycznego na właściwości nanocząstek i w rezultacie zoptymalizowanie metody syntezy takich nanocząstek.

Zagadnieniem bardzo obiecującym, lecz do tej pory niedocenionym i mało zbadanym, są właściwości “samozasilających się” układów bipolarnych. W tym przypadku nie używa się elektrod polaryzujących, a procesy utleniania i redukcji mogą zachodzić samorzutnie na obu końcach przewodnika, dzięki odpowiedniej sekwencji potencjałów redoks. Istotną zaletą takiego rozwiązania jest brak konieczności stosowania aparatury zasilającej. Układy takie mogą być wykorzystywane jako elektrochemiczno-optyczne zestawy analityczne, z reakcją analitu na jednym końcu przewodnika i komplementarną reakcją na drugim końcu, połączoną ze zmianą absorpcji w zakresie UV/Vis lub pojawieniem się sygnału fluorescencyjnego. W naszym projekcie będziemy badać takie układy również z punktu widzenia opracowywania prostych detektorów amperometrycznych pracujących w nieobecności polaryzacji zewnętrznej.

Uzyskaliśmy też wstępne i obiecujące wyniki dotyczące nowej koncepcji układów bipolarnych z podwójnym obwodem, badania te będą kontynuowane i rozwijane. W takim układzie stosuje się dwie elektrody bipolarne. Na jednej z tych elektrod zachodzą samorzutne procesy redoks z utlenianiem i redukcją na przeciwnych końcach. Ta elektroda jest źródłem napięcia indukującym procesy redoks na drugiej elektrodzie bipolarnej, która może być wykorzystana np. jako analityczny układ elektrochemiczno-optyczny. W tym przypadku zestaw zawiera elektrodę “zasilającą” i “czułą” na określony analit, a cały układ funkcjonuje samorzutnie bez zewnętrznej polaryzacji.

Otrzymane rezultaty mogą być przydatne przy projektowaniu nowych elektrochemiczno-optycznych układów analitycznych a także przy opracowywaniu nowych metod syntezy i badania materiałów. Wyniki badań będą publikowane w wiodących czasopismach dotyczących elektrochemii, chemii materiałów i chemii analitycznej.