

Paulina Bujewska
Politechnika Poznańska
Wydział Technologii Chemicznej

Streszczenie rozprawy doktorskiej

„Aktywność redoks pseudohalogenków w kondensatorach elektrochemicznych”

Promotor rozprawy doktorskiej: dr hab. inż. Krzysztof Fic, prof. PP

W związku z rosnącym zapotrzebowaniem na energię oraz wymaganiami współczesnego społeczeństwa dotyczącymi urządzeń mobilnych oraz pojazdów elektrycznych /hybrydowych, rynek urządzeń do magazynowania i konwersji energii dynamicznie się rozwija. Konieczne jest zatem poszukiwanie lepszych, trwałych i niezawodnych rozwiązań. Można wyróżnić kilka rodzajów urządzeń do magazynowania /konwersji energii – np. ogniwa (pierwotne i wtórne), ogniwa słoneczne, ogniwa paliwowe, kondensatory czy kondensatory elektrochemiczne, i wybrać odpowiednie, w zależności od potrzeb użytkownika. Kondensatory elektrochemiczne jako urządzenia o ogromnej mocy, ale stosunkowo niskiej energii wymagają poprawy tego ograniczającego je parametru w celu poszerzenia ich możliwości aplikacyjnych. W związku z powyższym, niniejsza praca dotyczy poprawy parametrów pracy kondensatorów elektrochemicznych.

Prezentowana rozprawa doktorska podzielona jest na trzy główne części. Część pierwsza – **Rozdział I**, obejmuje przegląd literaturowy, dotyczący podstawowych zagadnień związanych z kondensatorami elektrochemicznymi – ich budową, powszechnie stosowanymi materiałami oraz mechanizmami magazynowania ładunku. Szczególną uwagę poświęcono elektrolitom stosowanym w kondensatorach elektrochemicznych, ponieważ wyróżnić można wiele typów elektrolitów, które w znaczący sposób wpływają na wydajność tych urządzeń. Co więcej, zastosowanie nowych roztworów stanowi obiecujący sposób poprawy parametrów pracy kondensatorów elektrochemicznych.

Część druga – **Rozdział II**, stanowi streszczenie publikacji (P1-P4), które dotyczą roztworów wykazujących aktywność redoks zastosowanych jako elektrolity w kondensatorach elektrochemicznych. Zbadane zostały zarówno roztwory wodne jak i ciecze jonowe, zawierające aniony pseudohalogenkowe (tiocyanianowe i selenocyjanianowe). W przypadku roztworów wodnych, sole metali alkalicznych zostały wzięte pod uwagę. Dodatkowo, zbadano wpływ stężenia roztworów na ich właściwości fizyczne i elektrochemiczne. Zachowanie elektrochemiczne układów badawczych zostało zbadane przy zastosowaniu dwóch różnych materiałów elektrodowych (mikroporowatego oraz mikro/mezoporowatego) oraz różnych kolektorów prądowych (stali nierdzewnej i złota, w przypadku roztworów wodnych, oraz stali nierdzewnej i glinu dla cieczy jonowej). Elektrolity wodne na bazie tiocyjanianu potasu zostały zmodyfikowane nanocząstkami złota w celu dalszej poprawy parametrów pracy kondensatora elektrochemicznego.

Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników wykazano, że zaproponowane elektrolity mogą być z powodzeniem stosowane w kondensatorach elektrochemicznych. Wykazano również znaczną poprawę parametrów pracy tych urządzeń. Porównując wartości energii uzyskiwane w urządzeniach pracujących w jednym z najpopularniejszych wodnych elektrolitów (w roztworze siarczanu(VI) litu) zaobserwowano wzrost tego parametru z $8 \text{ Wh}\cdot\text{kg}^{-1}$ do $12 \text{ Wh}\cdot\text{kg}^{-1}$ (dla roztworu KSeCN) i $16 \text{ Wh}\cdot\text{kg}^{-1}$ (dla elektrolitów na bazie KSCN). Co więcej, dzięki obecności nanocząstek złota w roztworze elektrolitu, obserwuje się utrzymanie wysokich wartości mocy właściwej, przy zachowaniu wysokich wartości energii.

W **Rozdziale III** opisane zostały badania podstawowe, wyjaśniające mechanizmy magazynowania ładunku w kondensatorach elektrochemicznych operujących w cieczy jonowej – bis(trifluorometylosulfonylo)imidku 1-etylo-3-metyloimidazoliowym (P5), oraz w elektrolicie wodnym – roztworze siarczanu(VI) litu (nieopublikowane dane). Badania zostały wykonane przy użyciu dylatometru elektrochemicznego oraz spektroskopii elektrochemicznej z krokowo zmieniającym się potencjałem. W publikacji P5 dwa materiały węglowe o różnej charakterystyce zostały wzięte pod uwagę w celu określenia wpływu porowatości materiału na proces tworzenia się podwójnej warstwy elektrycznej. Na podstawie niesymetrycznych zmian wysokości elektrody podczas polaryzacji w stronę potencjałów ujemnych oraz dodatnich, wykazano,

że mechanizm magazynowania ładunku zależy od kierunku polaryzacji elektrody (pomimo podobnych rozmiarów anionów oraz kationów wybranej cieczy jonowej).

Badania przeprowadzone w środowisku wodnym miały na celu ocenę wpływu pH roztworu elektrolitu na magazynowanie ładunku w porowatych elektrodach węglowych. Elektrody były polaryzowane w stronę potencjałów dodatnich oraz ujemnych (przy zastosowaniu różnych technik elektrochemicznych) w $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ roztworach Li_2SO_4 o różnym pH – 6, 9 i 12. Wywnioskowano, że im wyższe pH elektrolitu, tym bardziej zauważalny jest udział anionów wodorotlenkowych w tworzeniu się podwójnej warstwy elektrycznej przy elektrodzie polaryzowanej dodatnio. Co więcej, zmiany wysokości elektrody zarejestrowane w roztworze Li_2SO_4 o pH 12 są raczej porównywalne do zmian zmierzonych w roztworze LiOH jako elektrolicie, niż do zmian obserwowanych w siarczanowych elektrolitach o niższym pH.

11.03.2022 r. *Paulina Dufesio*
data i podpis autora