

Wpływ zdefektowania struktury materiału węglowego na magazynowanie ładunku pojemnościowego i faradajowskiego

Projekt dotyczy badania mechanizmu magazynowania ładunku na granicy faz elektroda/elektrolit. W roli materiału elektrodowego zostanie użyty materiał węglowy o porowatej strukturze. Do preparatyki materiału węglowego o kontrolowanej porowatości zaplanowano wykorzystanie techniki repliki czyli odwzorowania. Rolę szablonu (matrycy) będzie pełnić sól metalu alkalicznego, np. NaCl czy tlenek magnezu. Natomiast prekursorem węgla będzie polimer, np. alkohol poliwinylowy. Warunki preparatyki materiału węglowego (temperatura, typ prekursora i matrycy) pozwolą na otrzymanie serii materiałów o różnym stopniu uporządkowania. Do wymywania szablonu zostanie użyta woda lub kwas solny (podczas gdy w przypadku innych matryc stosowany jest nieprzyjazny kwas fluorowodorowy).

Celem projektu jest określenie wpływu uporządkowania, defektów, obecności rodników i aktywnych miejsc w strukturze materiału węglowego na efektywne magazynowanie ładunku w elektrodzie. Zbadana zostanie również możliwość długotrwałej pracy cyklicznej układu elektrochemicznego. W roli elektrolitu będą wykorzystane wodne roztwory soli, jak również organiczne media.

Parametry materiałów węglowych określające rozmiar ich zdefektowania, obecność aktywnych miejsc i rodników będą wyznaczone metodami spektroskopowymi (spektroskopia Ramana, spektroskopia elektronowego rezonansu paramagnetycznego), a następnie korelowane z pojemnością elektrod w różnych trybach ładowania/wyładowania.

W celu wydłużenia żywotności elektrod w wodnym elektrolicie planuje się zmianę składu granicy faz elektroda/elektrolit poprzez zastosowanie eutektycznych roztworów, czy przesyconych roztworów pozwalających na ograniczenie cząsteczek wody na granicy faz i zmniejszenie korozji kolektora prądowego.

Hybrydyzacja procesów elektrostatycznych i faradajowskich, z udziałem zarówno roztworu elektrolitu jak i elektrody, przyczyni się do znacznego wzrostu magazynowanego ładunku czyli energii układu elektrochemicznego.

W celu szczegółowego badania mechanizmu procesów zachodzących na granicy faz elektroda/elektrolit wykorzystane zostaną zaawansowane techniki, takie jak: elektrochemiczna kwarcowa mikrowaga i dylatometria elektrochemiczna. Pierwsza z metod pozwoli na określenie przepływu/sorpcji jonów na elektrodzie w trakcie polaryzacji, a druga określi zmiany objętościowe elektrody podczas polaryzacji.

Modelowanie z użyciem nowoczesnych programów komputerowych przyczyni się do wyznaczenia rozmiaru cząsteczek, jonów oraz wzajemnych wiązań i oddziaływań na granicy faz, co pozwoli na określenie hydratacji jonów, oszacowanie energii intra/interakcji jonów w elektrolicie i umożliwi lepsze wyjaśnienie mechanizmu gromadzenia ładunku na elektrodzie.