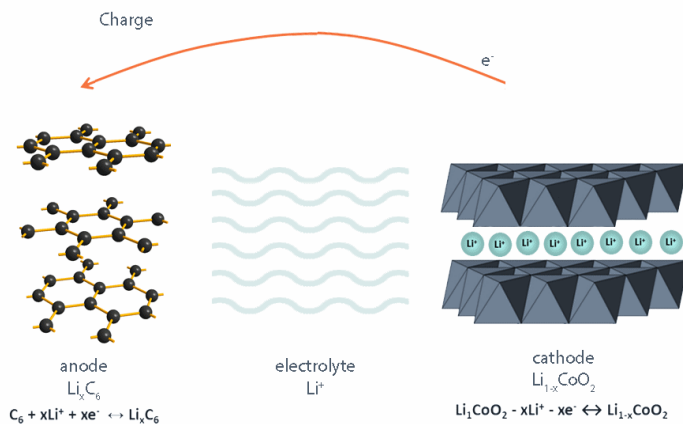


Magazynowanie energii elektrycznej oraz zamiana energii chemicznej w elektryczną należą obecnie do wiodących kierunków badawczych. Dynamiczny rozwój technologii opartych na odwracalnych ogniwach litowych (Li-ion batteries) związany jest ze stale rosnącym zapotrzebowaniem na nowe źródła energii, niezbędne do zasilania urządzeń mobilnych, samochodów elektrycznych i hybrydowych, magazynowania energii odnawialnej, poprawy elastyczności wielkich bloków energetycznych oraz inteligentnych sieci energetycznych „smart grids”. Tak znaczne zainteresowanie technologiami Li-ion wynika z faktu, że posiadają one najwyższą grawimetryczną i wolumetryczną gęstość energii w porównaniu z innymi, dotychczas oferowanymi ogniwami.

Jednakże z uwagi na kurczące się zasoby litu, jak i lokalizację jego zasobów (tereny niestabilne politycznie, takie jak Argentyna, Boliwia czy Chile) zauważyć można gwałtowny powrót zainteresowania technologią ogniw Na-ion, gdzie znacznym atutem jest powszechna dostępność i niska cena sodu. Technologia Na-ion, jako alternatywa dla ogniw Li-ion, odgrywa ważną rolę szczególnie w zastosowaniach wielkoskalowych, w których grawimetryczna i wolumetryczna gęstość energii nie stanowi najważniejszego kryterium, jak ma to miejsce w przypadku elektroniki przenośnej czy samochodów elektrycznych.



Rys. 1 Mechanizm pracy komercyjnego ogniwa $\text{Li}_x\text{C}_6|\text{Li}^+|\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$.

Działanie ogniw Na-ion (analogicznie do ogniw Li-ion) opiera się na procesie interkalacji/deinterkalacji sodu, w którym wykorzystywana jest zdolność związków metali przejściowych M_aX_b (M-metal przejściowy; X= O, S, polianion PO_4) o strukturze warstwowej lub szkieletowej do odwracalnego wbudowywania w ich strukturę jednego lub więcej moli sodu na mol M_aX_b w temperaturze pokojowej bez zasadniczych zmian w strukturze krystalograficznej. Rys. 1 przedstawia schematycznie mechanizm pracy komercyjnego ogniwa typu $\text{Li}_x\text{C}_6/\text{Li}^+/\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$.

W niniejszym projekcie autor zamierza użyć rozwijaną przez siebie metodę – inżynierię stanów elektronowych w celu badania nowej generacji materiałów katodowych dla ogniw sodowych bazujących na wysokoentropowych tlenkach warstwowych (ang. HEO – High-entropy Oxides). Wstępne badania autora wniosku pokazały, że jest możliwe otrzymanie warstwowych tlenków wysokoentropowych Na_xMO_2 zawierających 4 lub 5 kationów w takich samych proporcjach atomowych w podsieci metalu przejściowego, które wykazują interesujące właściwości fizykochemiczne i elektrochemiczne.

Bazując na wieloletnich pracach autora nad materiałami dla ogniw sodowych oraz danych literaturowych, celem projektu badawczego jest określenie mechanizmu działania i procesów zachodzących podczas pracy ogniw Na-ion z katodą na bazie warstwowych tlenków wysokoentropowych. Autor projektu proponuje badania nad dwoma grupami materiałów:

- $\text{Na}_x\text{Mn}_{1/5}\text{Fe}_{1/5}\text{Co}_{1/5}\text{Ni}_{1/5}\text{M}_{1/5}\text{O}_2$, gdzie M = Cu, Mg, Zn, Al, Ti, V, Zr, Nb

oraz

- $\text{Na}_x\text{Mn}_{1/6}\text{Fe}_{1/6}\text{Co}_{1/6}\text{Ni}_{1/6}\text{Cu}_{1/6}\text{M}_{1/6}\text{O}_2$, gdzie M = Mg, Zn, Al, Ti, V, Zr, Nb.

Projekt obejmować będzie określenie relacji pomiędzy strukturą krystaliczną i elektronową, stopniem utlenienia metali przejściowych, właściwościami transportowymi i elektrochemicznymi materiału katodowego, co umożliwi kontrolę tych właściwości i pozwoli na projektowanie bezpiecznych funkcjonalnych materiałów katodowych dla ogniw sodowych. Kontrola nad procesami zachodzącymi w ogniwach Na-ion, z uwagi na swoją złożoność, wymaga interdyscyplinarnego podejścia w zakresie fizyki, chemii i elektrochemii ciała stałego, inżynierii materiałowej, modelowania struktury elektronowej, stabilności strukturalnej i chemicznej materiałów oraz zastosowania zaawansowanych technik badawczych fizyki ciała stałego.