

## Nowe elektrolity stałe do baterii litowo-jonowych: badanie zależności między strukturą a właściwościami elektrycznymi ceramiek z rodziny $\text{LiTa}_2\text{PO}_8$

Ogniwa litowo-jonowe wielokrotnego ładowania stały się podstawowym źródłem energii do różnorodnych zastosowań: w przenośnej elektronice, w motoryzacji, w magazynach energii dla energetyki odnawialnej. Rynkowy sukces tej technologii nie oznacza jednak, że nie boryka się ona z ograniczeniami. Ograniczenia te nieustannie motywują badaczy do opracowywania koncepcji ogniw litowo-jonowych następnej generacji – bezpieczniejszych i bardziej wydajnych. Jednym z rozwiązań, które mogłyby zrewolucjonizować technologię litowo-jonową jest zastąpienie elektrolitów ciekłych ich stałymi odpowiednikami. Elektrolity ciekłe są toksyczne i łatwopalne, tym samym stwarzają niebezpieczeństwo w razie uszkodzenia lub rozszczelnienia ogniwa. Stały elektrolit mógłby z jednej strony poprawić bezpieczeństwo i niezawodność a z drugiej – polepszyć parametry pracy ogniw (zwiększenie napięcia roboczego, gęstości energii, poprawa żywotności). Dodatkowo, możliwa byłaby miniaturyzacja ogniw na potrzeby mikroelektroniki. Obecnie trwają intensywne poszukiwania materiałów funkcjonalnych nadających się na elektrolity stałe, a dotychczasowy postęp w tej dziedzinie pokazuje, że nie jest to cel niemożliwy do osiągnięcia.

Niniejszy projekt wpisuje się w nakreśloną wyżej tematykę i dotyczy systematycznych badań nad nowym, ceramicznym przewodnikiem jonów litu, jakim jest fosforan tantalowo litowy  $\text{LiTa}_2\text{PO}_8$  (oznaczany dalej skrótem LTPO). Mimo wielu zalet (m.in. dobra przewodność jonowa ziaren, stabilna struktura krystaliczna), jego całkowita przewodność elektryczna jest nadal zbyt niska, aby umożliwić mu konkurowanie z elektrolitami ciekłymi. Za przewodność jonową ceramiki odpowiadają dwa czynniki: przewodność ziaren oraz przewodność obszarów międzyziarnowych. Zwiększenie obu składowych przewodności powinno doprowadzić do pożądanego efektu – polepszenia przewodności całkowitej do poziomu umożliwiającego konstrukcję prototypowego ogniwa ze stałym elektrolitem LTPO.

Opierając się na naszych wcześniejszych badaniach oraz przesłankach literaturowych możemy przypuszczać, że właściwości elektryczne LTPO można znacząco poprawić poprzez na dwa sposoby. Po pierwsze – poprzez użycie odpowiednich domieszek, czyli poprzez zamianę jednych atomów w sieci krystalicznej przez inne. Obecność domieszek może usprawnić przewodnictwo jonowe we wnętrzach ziaren. Po drugie – poprzez spiekanie przy użyciu metody Upgraded-Field Assisted Sintering Technology (U-FAST) – dzięki czemu można modyfikować mikrostrukturę ceramiki – wpływać na porowatość oraz właściwości obszaru międzyziarnowego, co w konsekwencji powinno prowadzić do polepszenia przewodności międzyziarnowej.

W ramach prac eksperymentalnych zostanie przeprowadzona synteza kilku rodzin ceramiek opartych na LTPO, a ich właściwości zostaną zbadane przy użyciu zestawu metod doświadczalnych, m.in. dyfraktometria rentgenowska, spektroskopia Ramana, spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego, analiza termomechaniczna oraz termogravimetryczna, mikroskopia elektronowa, spektroskopia impedancyjna, pomiar liczb przenoszenia. Warto podkreślić, że materiały tego typu nie zostały jak dotąd opisane w literaturze.

Efektem naszych badań będzie zidentyfikowanie i opisanie zależności między strukturą krystaliczną, mikrostrukturą a właściwościami elektrycznymi nowych, nieprzebadanych dotąd ceramiek opartych na LTPO. Będzie to oryginalny i wartościowy materiał doświadczalny, który przyczyni się do zwiększenia naszej wiedzy na temat możliwości poprawy przewodnictwa jonowego w ceramikach. Wnioski z niniejszego projektu będą przydatne dla innych badaczy pracujących, nie tylko nad LTPO ale też nad innymi ceramicznymi materiałami funkcjonalnymi do magazynowania i przetwarzania energii.