

## Opis popularnonaukowy projektu

Jedną z najciekawszych koncepcji ostatnich lat w dziedzinie inżynierii materiałowej, są materiały stabilizowane wysoką entropią konfiguracyjną układu. Pierwszymi materiałami tego typu były stopy o wysokiej entropii (ang. high-entropy alloys - HEA) rozwijane od 2004 roku. Od tego czasu, idea ta została przeniesiona na układy azotkowe (ang. high-entropy alloys nitrides - HEANs) oraz, w ciągu ostatnich dwóch lat, na układy borkowe (high-entropy metal diborides - HEBs) i tlenkowe (ang. high-entropy oxides - HEOx). Zwłaszcza ta ostatnia grupa wzbudza ogromne zainteresowanie ze strony społeczności naukowej, ze względu na potencjalnie rewelacyjne właściwości elektryczne.

Pierwszy tlenek wysokoentropowy został otrzymany w 2015. Materiały tego typu, podobnie jak ma to miejsce w stopach o wysokiej entropii, cechują się przeważnie strukturą roztworu stałego. Jej stabilizacja jest możliwa dzięki wysokiej liczbie składników (co najmniej 5), co powoduje, iż układ ma tendencję do losowego obsadzania nimi całej struktury krystalicznej. Prowadzi to do generowanie się szeregu nowych właściwości, innych od tych reprezentowanych przez każdy ze składników z osobna. Jest to znacząca różnica w stosunku do materiałów konwencjonalnych, w których właściwości całości narzucona są przez jeden bądź dwa główne składniki. W 2016 roku po raz pierwszy zostały przeprowadzone próby domieszkowania równomolowego materiału (Co,Cu,Mg,Ni,Zn)O za pomocą jonów o innym stopniu utlenienia. Wyniki uzyskane po domieszkowaniu za pomocą litu przekroczyły wszelkie oczekiwania. Okazało się, że przewodnictwo jonowe tak zmodyfikowanego materiału w znacznie przewyższa to obserwowane we współcześnie stosowanych elektrolitach stałych. Biorąc pod uwagę, iż elektrolity stałe są technologią kluczową dla rozwoju baterii litowych obecnych w większości urządzeń mobilnych, otwiera to szereg możliwości dalszego rozwoju dla materiałów typu HEOx. Jednak na dzień dzisiejszy, brak jest w literaturze dalszych doniesień dotyczących właściwości nowych materiałów i struktur z tej rodziny, jak również brak jest informacji na temat teoretycznych podstaw przewodnictwa jonowego w tych materiałach. Nie pozwala to na rzetelną ocenę ich prawdziwego potencjału w roli elektrolitów stałych.

W niniejszym projekcie najważniejszym celem badawczym będzie zbadanie wpływu alkalicznych domieszek (Li, Na, K) na strukturę, stabilność oraz właściwości elektryczne tlenków o wysokiej entropii. Dobór materiałów bazowych oparty będzie na najnowszych wynikach badań w tej dziedzinie, z uwzględnieniem nowych, niebadanych dotąd składów i struktur krystalograficznych. Oryginalnym wkładem zespołu będzie określenie wpływu ciśnienia parcjalnego tlenu na strukturę krystalograficzną i zdefektowanie HEOx. W celu charakteryzacji otrzymanych materiałów, zastosowane zostaną najnowsze techniki badawcze, co pozwoli na zrozumienie relacji pomiędzy ich składem chemicznym, strukturą a właściwościami. Takie podejście umożliwi znaczące poszerzenie stanu naszej wiedzy o tlenkowych materiałach wysokoentropowych, jak również projektowanie ich właściwości. Można również mieć nadzieję, iż zgromadzone informacje będą mieć kluczowy charakter dla dalszego rozwoju nowej generacji elektrolitów stałych opartej na tlenkach wysokoentropowych.