

Energię elektryczną można uważać za wysoce przetworzoną i najbardziej uniwersalną formę energii. Powszechnie uznawanym priorytetem w gospodarce światowej jest wytwarzanie energii elektrycznej w sposób zrównoważony, w tym wykorzystując źródła rozproszone, odnawialne, zwykle silnie zależne od warunków klimatycznych. W celu efektywnego korzystania z tych potencjalnie perspektywicznych źródeł energii, konieczne jest stosowanie wysokowydajnych urządzeń do magazynowania energii. Dla dostępnych na rynku superkondensatorów gęstość energii nie przekracza 8-10 Wh/kg, a tradycyjne akumulatory litowo-jonowe wykazują ograniczoną żywotność i niską gęstość mocy. Ponadto, technologia litowo-jonowa jest silnie oparta na wykorzystaniu kobaltu i naturalnego grafitu, które UE określa jako surowce krytyczne.

Rozwiązaniem problemów związanych z obecnymi systemami magazynowania energii mogą być akumulatory sodowo-jonowe nowej generacji (NIBs), które w ostatnich latach są intensywnie badanymi układami do elektrochemicznego magazynowania energii, ze względu na ich wyjątkowe zalety w stosunku do tradycyjnych systemów litowo-jonowych. NIBs wykorzystują technologię wytwarzania podobną do akumulatorów Li-ion, jednak dostępność sodu jest znacznie większa niż litu, co przekłada się na niższe koszty produkcji. Ponadto, do materiałów anodowych w akumulatorach sodowo-jonowych można wykorzystać cynę (Sn), której pojemność teoretyczna wynosi 847 mAh/g, a więc ponad dwukrotnie więcej niż w przypadku anod grafitowych w akumulatorach Li-ion.

Niestety, materiały anodowe oparte na Sn wykazują znaczne zmiany w objętości (rozszerzanie i kurczenie się) podczas procesów ładowania i rozładowania, co prowadzi do degradacji materiału aktywnego i utraty kontaktu elektrody z kolektorem prądowym, a ostatecznie przejawia się postępującym zanikiem pojemności. Zjawisko to hamuje rozwój potencjalnych technologii wydajnych i stabilnych NIBs. Dlatego niezbędny jest przełom w celu poprawy wydajności kulombowskiej i stabilnej pracy anody zawierającej związek cyny.

Projekt wpisuje się w silnie rozwijające się trendy ochrony środowiska poprzez poprawę parametrów elektrochemicznych systemów magazynowania energii elektrycznej. Akumulatory Na-ion stają się jedną z najbardziej obiecujących technologii po akumulatorach Li-ion, więc ich rozwój może przyczynić się do dekarbonizacji UE i realizacji założeń Europejskiego Zielonego Ładu (Green Deal 2050).

Celem projektu jest opracowanie i synteza kompozytów węgiel-cyna w oparciu o dwa typy materiałów: kompozytów wykorzystujących węgle niegrafityzujące (hard carbons) oraz aerozele grafenowe, jako materiał aktywny anody NIBs. Połączenie materiału węglowego z cyną ma za zadanie ustabilizować nanocząstki Sn w materiale elektrodowym, co powinno przełożyć się na poprawę właściwości elektrochemicznych anody i zwiększoną stabilność podczas długotrwałej pracy. Planowane jest wykorzystanie metody hydrotermalnej i indukowanej odparowaniem samoorganizacji do syntezy materiałów węglowych i kompozytów. Ponadto, projekt obejmuje wykorzystanie technik analitycznych w badaniach *post-mortem* oraz użycia nowatorskich technik dyfrakcji rentgenowskiej i dylatometrii w trybie *operando*, czyli podczas pracy elektrochemicznej ogniwa. Dzięki tym badaniom będzie możliwe zrozumienie zmian zachodzących w trakcie procesów elektrochemicznych i mechanizmów degradacji anody podczas pracy ogniwa.

Przedstawiony projekt ma duże szanse przyczynić się do rozwoju nowej generacji wysokowydajnych urządzeń magazynujących energię - akumulatorów Na-ion. Otrzymane w ramach projektu wyniki mogą wpłynąć na pogłębienie wiedzy o procesach zachodzących w materiale anodowym oraz świadome projektowanie kompozytów węgiel-cyna dla stabilnych i wydajnych akumulatorów sodowo-jonowych.