

## POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Magazynowanie energii może odbywać się elektrochemicznie lub poprzez reakcje utleniania i redukcji, np. w akumulatorach (zwanymi również bateriami) lub przyciągania elektrostatyczne w kondensatorach elektrochemicznych (zwanymi również superkondensatorami). W tych ostatnich układach ładunek magazynowany jest w postaci podwójnej warstwy elektrycznej utworzonej na granicy faz elektroda węglowa/elektrolit organiczny (najczęściej tetrafluoroboran tetraetyloamoni w acetonitrylu); stąd superkondensatory nazywane są również kondensatorami podwójnej warstwy elektrycznej. Reprezentują one jedną z najbardziej atrakcyjnych możliwości szybkiego gromadzenia ładunku, a tym samym realizacji urządzeń magazynowania energii o dużej mocy. Dzięki tym szczególnym właściwościom używane są między innymi w pojazdach hybrydowych i elektrycznych oraz stanowią unikalne rozwiązania, mające na celu redukcję spalin na terenach miejskich. Dalsze rozpowszechnienie ich zastosowania mogłoby się odbyć poprzez poprawę gęstości energii przy jednoczesnym zachowaniu dużej mocy i długiej żywotności. Biorąc pod uwagę, że zmagazynowana energia ( $E$ ) jest równa  $E = \frac{1}{2} CU^2$ , większość badań ukierunkowanych jest na zwiększenie pojemności ( $C$ ) i napięcia roboczego ( $U$ ). Osiągnięcie powyższego celu (przy założeniu obu parametrów) wymaga lepszego zrozumienia struktury podwójnej warstwy elektrycznej w porach węgla, która to bardzo różni się od modeli ustalonych dla płaskich elektrod.

Większość przeprowadzonych dotychczas badań na spolaryzowanych elektrodach węglowych miała na celu próbę ustalenia składu podwójnej warstwy elektrycznej w porach węgla przy danym potencjale oraz strumieni cząsteczek elektrolitu ma skutek zmiany potencjału. Wykazano, że w porach  $<1$  nm jony zostają przynajmniej częściowo zdesolwatowane. Badania *in-situ* przy zastosowaniu magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR), elektrochemicznej mikrowagi kwarcowej (EQCM) i spektroskopii IR wykazały reorganizację cząsteczek elektrolitu wewnątrz nanoporów węgla na skutek polaryzacji. Niemniej jednak mechanizm magazynowania ładunku nie został jeszcze dokładnie przeanalizowany, biorąc pod uwagę zarówno właściwości mikroskopowe układu elektroda/elektrolit (rozkład wielkości porów elektrod węglowych, względne rozmiary jonów i ich solwatację, pochodzenie rozpuszczalnika i stężenie elektrolitów) jak i makroskopowe (właściwości pojemnościowe i opornościowe elektrody, katodowy i anodowy potencjał rozkładu roztworu elektrolitycznego).

W tym kontekście celem projektu **EDLstruct** jest zastosowanie węgla aktywowanych i elektrolitów organicznych dla znalezienia związku pomiędzy porowatą strukturą węgla, a stosunkiem jon/rozpuszczalnik dla różnych wartości dodatniego i ujemnego potencjału oraz wskazanie korelacji pomiędzy pogorszeniem pracy elektrod, a temperaturą i potencjałem.

Grupa Uniwersytetu Friedricha Schillera w Jenie (FSU Jena) przeprowadzi syntezę elektrolitów organicznych (poprzez zmianę rozpuszczalnika, soli oraz jej stężenia). Grupa Politechniki Poznańskiej (PUT) zaprojektuje węgle aktywne o ściśle określonej strukturze porowatej i funkcyjności powierzchni. W celu uzyskania informacji nt. tworzenia/składu podwójnej warstwy elektrycznej podczas polaryzacji, grupa PUT przeprowadzi badania nad przepływami jonów i cząsteczek rozpuszczalnika, stosując dylatometrię elektrochemiczną *in-operando* oraz nad spolaryzowanymi elektrodami-termoprogramowalną desorpcją. Zależność pomiędzy składem podwójnej warstwy elektrycznej w porach węgla (zwłaszcza ilością rozpuszczalnika), a stabilnością termiczną zostanie zanalizowana termogravimetrycznie oraz kalorymetrycznie (DSC) (FSU Jena) oraz (przeprowadzoną on-line) elektrochemiczną spektrometrią masową (PUT). Na koniec, PUT i FSU Jena podsumuje wyniki badań oraz ustanowi model tworzenia/składu podwójnej warstwy elektrycznej w węglach porowatych; na podstawie tego modelu zostaną zinterpretowane mechanizmy rozkładu elektrolitu, występujące w porach węgla podczas polaryzacji.

Tak jak wspomniano powyżej, poszerzenie koncepcji tworzenia/składu podwójnej warstwy elektrycznej z płaskiej powierzchni do powierzchni porowatej będzie stanowić istotny przełom naukowy. Ze względu na powszechne stosowanie węgla aktywnych wiedza na temat struktury podwójnej warstwy elektrycznej w tych materiałach będzie miała ogromny wpływ na zrozumienie właściwości tych węgla i umożliwienie poprawy ich charakterystyki pojemnościowej, co stanowiło dotąd poważne wyzwanie ze społecznego i ekonomicznego punktu widzenia. Połączenie know-how PUT dla węgla i FSU Jena dla elektrolitów stanowi wyjątkową okazję do przeprowadzenia obecnego projektu z optymalną wydajnością i szansami na sukces, biorąc również pod uwagę, że obaj koordynatorzy współpracowali uprzednio przy pisaniu wysoce cytowanego przeglądu w *Advanced Materials*.