

Dziś większość naszej energii wciąż pochodzi ze spalania paliw kopalnych, co przyczynia się do globalnego ocieplenia i zmian klimatycznych. Aby chronić naszą planetę, musimy przejść na odnawialne źródła energii, takie jak energia słoneczna, geotermalna i wodna. Jednak zielone źródła energii bywają nieprzewidywalne (wyobraźmy sobie pochmurne dni bez wiatru), dlatego potrzebujemy lepszych sposobów magazynowania nadmiaru wyprodukowanej w sprzyjających warunkach energii elektrycznej.

Obecnie najczęściej stosowanymi bateriami są akumulatory litowo-jonowe (LIB). Mimo że charakteryzują się wysoką gęstością energii (przechowują dużą ilość energii), mają pewne wady – nie zawsze potrafią dostarczyć moc tak szybko, jak czasami jest to potrzebne, używają łatwopalnych elektrolitów ciekłych, a sam lit staje się coraz trudniej dostępny i droższy. Z powodu tych ograniczeń naukowcy poszukują alternatywnych rozwiązań.

Jedną z obiecujących opcji jest tzw. hybrydowy superkondensator cynkowo-jonowy. Cynk jest tańszy i bardziej powszechny niż lit, a przy tym bezpieczniejszy i bardziej przyjazny dla środowiska. Superkondensatory cynkowe są szczególnie atrakcyjne dzięki korzystnym właściwościom elektrotechnicznym cynku, takim jak lepsza stabilność chemiczna, wysoka pojemność teoretyczna (823 mAh/g) oraz niski potencjał redoks ($-0,76$ V w odniesieniu do standardowej elektrody wodorowej). Jeśli uda się skonstruować urządzenie oparte na cynku, łączące dużą pojemność z szybkim ładowaniem, możemy zyskać wydajny, bezpieczny i stosunkowo tani sposób magazynowania energii z odnawialnych źródeł.

Aby tworzyć lepsze urządzenia cynkowo-jonowe, naukowcy eksperymentują z nowymi materiałami zwanymi kowalencyjnymi sieciami organicznymi (COF – od ang. covalent organic frameworks). Są to dwuwymiarowe sieci zbudowane z organicznych (węglowych) jednostek budulcowych. Dzięki temu, że sieci COF są wysoce uporządkowane i pełne drobnych porów, mogą zawierać wiele miejsc aktywnych, w których zachodzą reakcje chemiczne. Teoretycznie COF mogłyby pomieścić dużą ilość jonów cynku i umożliwić ich szybkie przemieszczanie się – dokładnie to, czego potrzebujemy, by uzyskać szybkie i pojemne magazynowanie energii.

W praktyce jednak COF-y czasami rosną w nierównomierne, nieprzewidywalne kształty i rozmiary. Taka nieregularna struktura może zmniejszać całkowitą powierzchnię aktywną i blokować część porów, co osłabia zdolność materiału do przechowywania i uwalniania ładunku. Aby rozwiązać ten problem, proponujemy strategię wykorzystania „szablonu”. Podczas syntezy COF-u dodamy tymczasowy rdzeń (jak maleńki balonik lub kuleczka), wokół którego utworzy się materiał COF-u. Po zakończeniu syntezy rdzeń zostanie usunięty, pozostawiając jednolitą, pustą strukturę z otwartymi kanałami.

Poprzez staranny dobór organicznych jednostek budulcowych (monomerów) – takich, które zawierają grupy elektrochemicznie aktywne, np. karbonyłowe, hydroksylowe albo zawierające atomy azotu czy siarki – oraz właściwy wybór materiału szablonu (np. bardzo małe kulki z polistyrenu lub tlenek cynku), stworzymy COF-y o znacznie większej powierzchni aktywnej i bardziej jednorodnej strukturze porów. Takie podejście „templatujące” zagwarantuje, że każdy fragment COF-u będzie aktywny i łatwo dostępny.