

Metaliczno-jonowe supramolekularne membrany elektrolityczne do zastosowań w magazynowaniu energii: projektowanie, synteza i charakteryzacja (MESMERISE)

Energia jako zasób strategiczny determinuje rozwój gospodarczy, społeczny i kulturalny ludzkości, wyznacza również bezpieczeństwo państw. Obecnie głównym źródłem pozyskiwania energii są paliwa kopalne, których użycie generuje ogromne ilości zanieczyszczeń i gazów cieplarnianych uwalnianych do atmosfery. W celu ochrony ekosystemu w którym żyjemy, priorytetem badań na całym świecie stają się alternatywne, zeroemisyjne i czyste źródła energii. Obecny postęp technologiczny pozwolił na opracowanie rozwiązań umożliwiających pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych i naturalnych, takich jak energia słoneczna, pływy, wiatr czy biopaliwa. Dostęp do nich jest jednak w dużym stopniu uzależniony od pór roku i pogody, przez co nie zapewniają one bezpieczeństwa energetycznego. Rozwiązanie tego problemu stanowią systemy do magazynowania energii. Aby jednak sprostać wymaganiom konsumenckim, branży przemysłowej i transportowej, należy opracować nowy typ wysokowydajnych i efektywnych systemów magazynowania energii, które będą łatwo skalowalne. Obecnie wiodąca technologia akumulatorów litowo-jonowych (LIB), skutecznie wprowadzona na rynek i szeroko wykorzystywana, stoi przed poważnymi problemami dotyczącymi bezpieczeństwa (łatwopalność, wybuchowość), wysokich kosztów, a przede wszystkim ograniczonych zasobów litu na Ziemi. Według S&P Global Commodity Insight cena tego pierwiastka wzrosła o ponad 500% w porównaniu z rokiem 2021. Rozwiązaniem tej sytuacji mogą być akumulatory metalowo-jonowe oparte na multiwalencyjnych jonach metali, takich jak cynk, wapń, magnez czy aluminium. Wszystkie te pierwiastki charakteryzują się dużą gęstością energii, dużą pojemnością, mniej skomplikowaną elektrokimią, większym bezpieczeństwem, nieszkodliwością, a przede wszystkim dużymi rezerwami surowców. Zaprojektowanie nowych materiałów przewodzących jony tych metali pozwoli opracować nową generację akumulatorów do wysokowydajnych systemów magazynowania energii. Wykorzystując nanotechnologię, inżynierię chemiczną i zjawiska fizyczne takie jak samoorganizacja cząsteczkowa, możliwe będzie zaprojektowanie odnawialnych supramolekularnych membran elektrolitycznych (rSEM) jako elektrolitów stałych akumulatorów używanych w systemach magazynowania energii.

Obecnie wykorzystywana technologia elektrolitów stałych opiera się na układach polimerowych lub złożonych kompozytach półprzewodnikowych, co wiąże się z dużym obciążeniem środowiska naturalnego i kosztownym procesem produkcyjnym. Zaprojektowanie i synteza specjalnych cząsteczek o małej masie molekularnej, zdolnych do żelowania cieczy używanych do wytwarzania roztworów elektrolitów, pozwoli na uzyskanie odnawialnych membran elektrolitycznych o określonych strukturach wewnętrznych. Neutralny wpływ takich cząsteczek na środowisko przyczyni się do jego ochrony i zwiększy potencjał zastosowań. Aby jednak osiągnąć ten etap rozwoju, konieczne jest określenie mechanizmów transportu jonów metali przez struktury supramolekularne oraz zbadanie właściwości termicznych wytworzonych układów jonowych. Specyfika oddziaływań międzycząsteczkowych w rSEM sprawia, że są to materiały odnawialne, łatwe do recyklingu, proste w obróbce i tanie.

Kompleksowe podejście badawcze z wykorzystaniem nauk fizycznych, inżynierii materiałowej oraz chemii, m.in. metod tzw. żyjącej polimeryzacji rodnikowej - ATRP, RAFT, spektroskopii magnetycznego rezonansu jądowego (HR ssNMR, liqNMR, eNMR), analizy termicznej (TGA/DSC) oraz właściwości elektrochemicznych (CV, EIS) pozwolą zaprojektować, wytworzyć i zoptymalizować supramolekularne membrany elektrolityczne (rSEM) do nowej generacji akumulatorów metalowo-jonowych.

