

Obecnie, w dobie szybko wzrastającego zapotrzebowania na energię, rośnie także zainteresowanie udoskonalaniem istniejących jej elektrochemicznych magazynów, pełniących funkcję samodzielnych jednostek zasilających, jak również systemów wspomagających np. odnawialne źródła energii. Ponadto szybki rozwój technologii pojazdów hybrydowych i elektrycznych wymaga zastosowania wydajnych – pod względem mocy i energii, trwałych, opłacalnych i przyjaznych środowisku systemów energii. Kondensatory elektrochemiczne znane również jako superkondensatory, to urządzenia o wysokiej zdolności do gromadzenia ładunku elektrycznego i ultraszybkiego uwalniania zgromadzonej energii, tj. charakteryzujące się bardzo wysoką gęstością mocy. W ich konstrukcji możemy wyróżnić trzy główne elementy – dwie elektrody, separator i elektrolit. W najprostszym ujęciu ładunek elektryczny gromadzony jest w podwójnej warstwie elektrycznej, która po przyłożeniu zewnętrznego napięcia tworzy się na granicy faz elektroda/elektrolit. Pomimo że superkondensatory to układy wykazujące się wysoką mocą, nieosiągalną dla konwencjonalnych chemicznych źródeł energii, to gęstość zmagazynowanej energii nadal pozostaje niższa niż w przypadku baterii. Stąd też systemy te znajdują głównie zastosowanie jako układy wspomagające źródła chemiczne podczas pracy przy wysokich gęstościach prądu, a rzadziej jako samodzielne magazyny energii. Jednakże ze względu na fakt, że podczas ich pracy nie zachodzą żadne zmiany chemiczne, wykazują się one wysoką stabilnością, tj. znikomą utratą własności podczas powtarzających się cykli ładowania i rozładowywania.

Pod względem materiałów elektrodowych najczęściej stosowane są węgle aktywne. Wynika to z ich stabilności chemicznej i termicznej, szerokiej dostępności prekursorów oraz możliwości dostosowania ich cech strukturalnych do wymaganych zastosowań. Wykazują również dużą powierzchnię właściwą ($> 1000 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$) i objętość porów ($> 0.5 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$), co zapewnia możliwość gromadzenia na swojej powierzchni nieporównywalnie większego ładunku elektrycznego niż elektrody klasycznych kondensatorów. Kolejnym ważnym aspektem jest dobór odpowiedniego elektrolitu. Komercyjnie, ze względu na szerokie okno potencjałowe i związaną z tym wyższą gęstość energii, najczęściej stosowane są elektrolity organiczne. Są one jednak toksyczne, łatwopalne i kosztowne, w przeciwieństwie do elektrolitów wodnych, tj. znacznie bezpieczniejszych, tańszych oraz korzystnie wpływających na dynamikę procesu ładowania i rozładowania ze względu na ich wysokie przewodnictwo jonowe. Kluczowym elementem budowy superkondensatorów jest również separator, fizycznie oddzielający elektrody oraz zapewniający transfer elektronów jedynie obwodem zewnętrznym.

W niniejszym projekcie proponujemy badania zmierzające do opracowania nowych separatorów, które oprócz fizycznej bariery pełnić będą również funkcję jonowo-przewodzących membran, będących rezerwuarem dla roztworu elektrolitu, co pozwoli na zminimalizowanie objętości wprowadzanego roztworu, wpływając korzystnie na masę urządzenia oraz potencjalne koszty wytworzenia. Głównym składnikiem membran, lub precyzyjniej żelowych elektrolitów polimerowych, będzie celuloza, tj. biopolimer, który ze względu na szeroką dostępność, biodegradowalność oraz niski koszt wydaje się być obiecującym materiałem do zastosowania w superkondensatorach. Membrany wytwarzane będą ponadto z mieszaniny wodorotlenek sodu/mocznik, czyli bez użycia toksycznych rozpuszczalników organicznych, jak również skomplikowanych, wieloetapowych procedur przygotowania. Ich struktura zostanie określona z wykorzystaniem szerokiego spektrum technik fizykochemicznych i elektrochemicznych. Przydatność membran w superkondensatorze badana będzie w roztworach wodnych, np. kwasie siarkowym, ale także w z wykorzystaniem polioksometalanów, tj. wielocentrycznych związków nieorganicznych, które zgodnie z naszymi badaniami stanowią obiecującą opcję alternatywną, będąc przy tym bardziej przyjazne środowisku. Superkondensatory poddane zostaną serii testów elektrochemicznych, na podstawie których wyznaczone zostaną podstawowe parametry elektryczne superkondensatorów, tj. pojemność, energia, moc i stabilność podczas długotrwałej pracy cyklicznej. Oczekuje się, że zaprojektowane układy charakteryzować będą właściwości pojemnościowe porównywalne z ich analogami wykorzystującymi konwencjonalne separatory, np. polipropylenowe i nadmiar ciekłego elektrolitu.