

## **Kationowymiennie membrany polimerowe na bazie poli(alkoholu winylowego) modyfikowane reaktywnymi cieczami jonowymi, jako separatory w wysokotemperaturowym PEMFC do pracy w warunkach bezwodnych**

Celem niniejszego projektu, będącego przykładem badań podstawowych, jest wytworzenie materiałów membranowych zawierających reaktywne ciecze jonowe trwale związane polimerową matrycą. Membrany będą spełniały funkcję elektrolitu w ogniwie paliwowym z kationowymienną membraną polimerową (PEMFC) pracującym w warunkach bezwodnych o podwyższonej temperaturze.

Ogniwo paliwowe jest fascynującym urządzeniem, umożliwiającym konwersję energii reakcji chemicznej na energię elektryczną. Wodór zasilający ogniwo paliwowe ulega utlenianiu na anodzie do jonu wodorowego (protonu) oraz elektronu. Powstające cząstki są kolejno transportowane do katody: protony poprzez elektrolit, elektrony zewnętrznym obiegiem elektrycznym tworząc prąd. Jednocześnie, katoda zasilana jest tlenem, pełniącym funkcję utleniacza, który ulega na katodzie redukcji do atomu tlenu. Kiedy proton, elektron i atom tlenu się spotkają dochodzi do powstania cząsteczki wody. Co ciekawe, powstająca woda, według NASA jest tak czysta, że z powodzeniem nadawałaby się do picia. Sposób powstawania energii elektrycznej w ogniwie paliwowym jest zatem bezinwazyjny dla środowiska w przeciwieństwie do wykorzystywanych paliw kopalnianych, których eksploatacja wiąże się z emisją szkodliwych dla środowiska gazów. Stąd też ogniwa paliwowe stanowią atrakcyjne źródło energii odnawialnej.

Membrana jest kluczowym elementem PEMFC umożliwiającym selektywny transport protonów (kationów wodoru) od anody do katody, nie przepuszczając przy tym powstających elektronów. Obecnie wykorzystywane membrany Nafion<sup>®</sup> pomimo wielu zalet nie spełniają wszystkich wymogów stawianych dobrym separatorom ze względu na ich wysoką cenę, czy wrażliwość na zawilgocenia oraz wysychanie. Należy zauważyć, że odpowiedni poziom nawilżenia membrany Nafion<sup>®</sup> jest konieczny, by ta mogła efektywnie transportować protony. W rezultacie stwarza to ograniczenia w stosowanym przy pracy PEMFC zakresie temperatur (do 80°C) przez co ogniwa PEMFC charakteryzują się wrażliwością anody na pojawiające się w wodorze zanieczyszczenia w postaci tlenku węgla (CO). Aby wyeliminować wspomniane ograniczenia ogniwa paliwowych poszukuje się nowych materiałów membranowych modyfikując istniejące lub wytwarzając nowe wykorzystując w tym celu m. in. ciecze jonowe.

Ciecze jonowe są rodzajem soli, które w temperaturze pokojowej mogą być w stanie ciekłym. Aby zrozumieć fenomen cieczy jonowych, należy się najpierw zastanowić czym jest sól, na przykładzie chlorku sodu (NaCl), znanego wszystkim jako sól kuchenna. NaCl ze względu na swoją krystaliczną budowę związaną z niewielkimi odległościami pomiędzy relatywnie małymi jonami sodu i chlorku, wymaga dostarczenia bardzo dużej energii do roztopienia soli. W przypadku cieczy jonowych kation i/lub anion są dużo większe, oddziaływania między nimi są słabsze, co tłumaczy występowanie cieczy jonowych w ciekłej formie, a także ich nazwę. Dzięki nieograniczonym możliwościom komponowania kationów i anionów nadającym cieczom jonowym różne atrakcyjne właściwości (np. wysoki przewodnictwo jonowe oraz trwałość termiczną), zyskały one uwagę badaczy i są wykorzystywane do modyfikowania membran w zastosowaniu do PEMFC umożliwiając ich efektywną pracę bez konieczności nawilżania membrany. Jednocześnie takie materiały membranowe mogą zachować pożądane przewodnictwo jonowe podczas pracy ogniwa PEMFC powyżej 100°C.

Ciecze jonowe posiadają jednak poważną wadę – zauważono, iż przy eksploatacji ogniwa ciecz jonowa stopniowo wycieka ze struktury membrany, pogarszając jej sprawność. Oczywiście stało się podjęcie kierunku badań mającym na celu trwałe związanie cieczy jonowej z polimerem. Dotychczas membrany domieszkowane cieczami jonowymi charakteryzowały się tym, że ciecz jonowa była związana z polimerem poprzez fizyczne oddziaływania międzycząsteczkowe, tłumacząc trudność z zatrzymaniem cieczy jonowej w strukturze membrany, a także jej wymywanie podczas pracy ogniwa.

W ramach tego projektu membrany PVA-RIL wytwarzane z roztworu zmodyfikowanego polimeru zostaną zanalizowane pod kątem ich właściwości mechanicznych, fizykochemicznych i elektrochemicznych, m. in. z wykorzystaniem metod spektroskopowych, mikroskopowych i termogravimetrycznych. Efektywność membran zostanie przetestowana w ogniwie paliwowym typu PEMFC. Ocena jakości ogniwa paliwowego będzie przeprowadzona w oparciu o charakterystykę napięciowo-prądową ogniwa.