

projekt **bi_O₂** - Redukcja tlenu w układach na bazie dwuskładnikowej mieszaniny rozpuszczalników

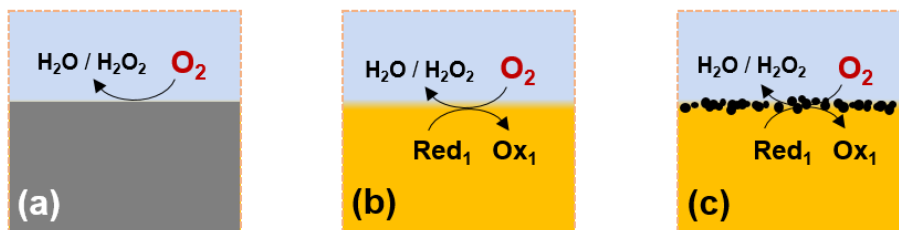
Ogniwa paliwowe są urządzeniami, w których dochodzi do bezpośredniej konwersji energii chemicznej paliwa (np. wodoru) i utleniacza (tlenu) w energię elektryczną. Chociaż ogniwa paliwowe są powszechnie kojarzone z nowoczesnymi technologiami i innowacyjnością, to tak naprawdę zostały wynalezione już ponad 150 lat temu. Największą przeszkodą dla ich szerokiego wykorzystania jest konieczność stosowania drogich katalizatorów (bazujących przede wszystkim na platynie), które wymagane są do zwiększenia szybkości, z natury powolnego, procesu elektroredukcji tlenu (ORR – ang. *oxygen reduction reaction*) przebiegającego na katodzie.

Proces elektroredukcji tlenu limituje działanie całego ogniwa paliwowego. Z tego powodu olbrzymi wysiłek został dotychczas poświęcony poszukiwaniu nowych, stosunkowo tanich katalizatorów procesu ORR. Ostatnie doniesienia sugerują, że materiały węglowe mogą być w środowisku alkalicznym wykorzystywane jako zamienniki katalizatorów opartych na platynie.

Głównym problemem związanym z materiałami węglowymi stosowanymi jako katalizatory procesu ORR jest fakt, że przeważnie nie zapewniają one całkowitej redukcji tlenu, co negatywnie wpływa na wydajność elektrochemicznej konwersji energii. Aby rozwiązać ten problem, zaproponowano wiele metod modyfikacji materiałów węglowych, wpływających na ich właściwości elektryczne. Należą do nich m.in. domieszkowanie materiałów węglowych heteroatomami (N, B, O itp.) oraz zwiększanie liczby defektów geometrycznych (krawędzi, zniekształceń sieci krystalicznej itp.) występujących w materiałach węglowych. Dla porównania, niewielką wagą przywiązuje się do wpływu elektrolitu na proces ORR.

Celem projektu bi_O₂ jest zbadanie procesu ORR na elektrodzie węglowej w nowych elektrolitach alkalicznych na bazie mieszanin dwuskładnikowych woda-rozpuszczalnik aprotyczny. Elektrolity takie mogą oferować nowe możliwości w porównaniu do konwencjonalnych elektrolitów wodnych. Charakterystyczną cechą mieszanin dwuskładnikowych woda-rozpuszczalnik aprotyczny jest fakt, że właściwości takiej mieszaniny nie są średnią właściwości jej składników. Wynika to z silnych oddziaływań między cząsteczkami rozpuszczalnika aprotycznego a cząsteczkami wody. Woda jest donorem wiązania wodorowego, natomiast rozpuszczalnik aprotyczny – jego akceptorem. W rezultacie tworzą się międzycząsteczkowe kompleksy woda-rozpuszczalnik aprotyczny, cechujące się dużym momentem dipolowym.

Badania nad procesem elektroredukcji tlenu w elektrolitach na bazie mieszanin dwuskładnikowych woda-rozpuszczalnik aprotyczny będą realizowane w dwóch układach: (i) przy zastosowaniu stałej elektrody węglowej, czyli w konwencjonalnym układzie na granicy faz elektroda/elektrolit (Rysunek 1a) oraz (ii) na granicy faz dwóch niemieszających się elektrolitów (ITIES - ang. *interface between two immiscible electrolyte solutions*), czyli na granicy fazowej analogicznej do tej, która powstaje na przykład przy próbie zmieszania wody z oliwą z oliwek. Przy odpowiednim dobraniu składników dwóch faz, możliwa jest polaryzacja układu ITIES (następuje segregacja ładunków elektrycznych) oraz kontrolowanie reakcji przeniesienia elektronu z fazy organicznej do fazy wodnej, w której tlen (jako akceptor elektronów) będzie ulegał redukcji. Proces ORR prowadzony będzie zarówno w niemodyfikowanych układach ITIES (Rysunek 1b), jak i w układach, w których na granicy faz ciecz-ciecz osadzone zostaną różnego rodzaju materiały węglowe (Rysunek 1c).



Rysunek 1. Proces ORR (a) na granicy faz elektroda/elektrolit, (b) w niemodyfikowanym układzie ITIES oraz (c) w układzie ITIES modyfikowanym materiałami węglowymi.

Podczas realizacji projektu, poza technikami elektrochemicznymi, zastosowane zostaną również takie techniki badawcze jak wiskozymetria, spektrofotometria UV-Vis oraz inne metody spektroskopowe (np. spektroskopia fotoelektronów w zakresie promieniowania X).

Nowe elektrolity badane w ramach projektu **bi_O₂** mogą potencjalnie poprawić wydajność elektrochemicznej konwersji energii podczas procesu ORR na elektrodzie węglowej. To z kolei może utorować drogę w kierunku powszechnego stosowania materiałów węglowych jako katalizatorów redukcji tlenu w alkalicznych ogniwach paliwowych.