

Advanced Low-Platinum hierarchical Electrocatalysts for low-T fuel cells

Zaawansowane materiały elektrokatalityczne o strukturze hierarchicznej i niewielkiej zawartości platyny dla niskotemperaturowych ogniw paliwowych

1. Zrealizowane zadania:

1) opis;

Prowadzone badania dotyczyły poszukiwania przyjaznych środowisku alternatywnych źródeł energii, a w szczególności opracowania nowych materiałów katalitycznych dla potrzeb niskotemperaturowych wodorowo-tlenowych ogniw paliwowych. Rozwój tej technologii jest bardzo uzależniony od postępu w badaniach nad opracowaniem bardziej efektywnych i tańszych katalizatorów (zawierających niewielkie ilości platyny lub nawet bez metali szlachetnych) indukujących redukcję O_2 do H_2O , praktycznie bez H_2O_2 jako produktu pośredniego. Prace zespołu kierowanego przez prof. Pawła Kuleszę z Wydziału Chemii Uniwersytetu Warszawskiego i realizowane w ramach projektu *ALPE - EIT Raw Materials* koncentrowały się na opracowaniu optymalnych materiałów elektrokatalitycznych do redukcji tlenu w celu zastosowania w niskotemperaturowym wodorowo-tlenowym ogniwie paliwowym z membraną protonowo-wymienną (Proton-Exchange Membrane Fuel Cell/PEMFC). Z praktycznego punktu widzenia istotne jest opracowanie katalizatora o niskiej zawartości platyny, który wykazywałby się wysoką efektywnością działania, a także trwałością przez przynajmniej 5000 godzin. Badania są prowadzone we współpracy z Uniwersytetem w Padwie (Włochy), Uniwersytetem Loraine (Francja), Instytutem (INP) w Grenoble (Francja), Francuską Agencją Alternatywnych Energii i Energii Atomowej (CEA), centrum badawczym FIAT, a także partnerem przemysłowym Breton (Włochy). Zaproponowane materiały katalityczne są testowane w ogniwie paliwowym typu PEMFC i spełniają wymagania stawiane przez Komisję Europejską odnośnie kosztów i efektywności działania.

2) wykaz osiągnięć będących efektem realizacji projektu, takich jak:

- a) Istotnym problemem naukowym jest przygotowanie takiego układu katalitycznego, który pomimo stosunkowo niskiej zawartości platyny będzie wykazywał wysoką aktywność katalityczną wobec czteroelektronowej redukcji tlenu do wody, raczej niż nadtlenu wodoru jako niepożądanego produktu pośredniego (prowadzącego do obniżenia mocy układu oraz do wywołania korozji materiałów, a w szczególności do degradacji membrany protono-wymiennej). W wyniku realizacji projektu udało się w dużym stopniu zminimalizować ten problem poprzez wprowadzenie do układu ko-katalizatora w postaci nanostruktur tlenku ceru.
- b) Z punktu widzenia technologicznego istotne jest przygotowanie materiałów katalitycznych o odpowiedniej morfologii zapewniającej zarówno szybką dystrybucję ładunku (protonu, elektronu), jak i też niezahamowany odpływ produktu końcowego – wody (pary wodnej). W

trakcie realizacji projektu przygotowano hybrydowy materiał katalityczny, który zawierał obok głównego składnika – platyny na nośniku węglowym (Vulcan) – tlenek ceru jako ko-katalizator, a także rozdrobione nanostruktury węglowe (Vulcan, nanorurki, grafen) zapewniające odpowiednią porowatość i „otwartość” układu.

c) Jednocześnie opracowano procedurę i komputerowy program pomiarowy umożliwiający szybką diagnostykę przydatności materiału katalitycznego oraz określenie procentowej ilości niepożądanego produktu pośredniego (nadtlenku wodoru) na podstawie chronokulometrycznego pomiaru ładunku w funkcji pulsu potencjałowego i analizy numerycznej uzyskanych wyników.

d) Prace badawcze koncentrowały się na polepszeniu działania komercyjnie dostępnych materiałów katalitycznych, ale wykonane zostały ekspertyzy z materiałami przesłanymi przez partnerów projektu, a w szczególności przez stronę włoską: Uniwersytet w Padwie i firmę Breton.

e) ulepszone materiały katalityczne są obecnie testowane przez partnerów i mogą być wdrożone do wykorzystane w praktycznych ogniwach paliwowych.

Część wyników była przedstawiona w trakcie wykładu pt. „Oxygen reduction at low-Pt-content catalysts in acid media: development of systems and electroanalytical diagnostic methodology” wygłoszonego (prof. P. Kulesza) na międzynarodowej konferencji amerykańskiego towarzystwa elektrochemicznego (Electrochemical Society) w Vancouver (Kanada) w dniu 31.05.2022. Odpowiednia publikacja jest w przygotowaniu do druku.

- 3) Realizacja projektu była w pełni zgodna z założeniami i zadaniami zaplanowanymi we wniosku.
- 4) Obecnie w skali międzynarodowej badania stosowane nad wykorzystaniem elektrochemicznej konwersji energii w postaci ogniw paliwowych przebiegają w szybkim tempie. W rzeczywistości samochody zasilane ogniwami paliwowymi pojawiają się na ulicach w wielu miastach, przykładowo w Japonii i Kalifornii w Stanach Zjednoczonych, a także są testowane w ważnych ośrodkach badawczych na świecie. Uzyskane podczas realizacji projektu wyniki prowadzące do optymalizacji materiałów katalitycznych są bardzo istotne zarówno z punktu widzenia badań podstawowych w zakresie katalizy elektrochemicznej procesu redukcji tlenu, jak też technologii niskotemperaturowych wodorowo-tlenowych ogniw paliwowych. Są one prowadzone w ramach współpracy międzynarodowej w zakresie nauki i techniki (europejski projekt ALPE w ramach EIT Raw Materials).
- 5) Ponieważ projekt nie przewidywał zakupu sprzętu i aparatury naukowo-badawczej, wykorzystywane były do realizacji projektu przyrządy dostępne na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego.