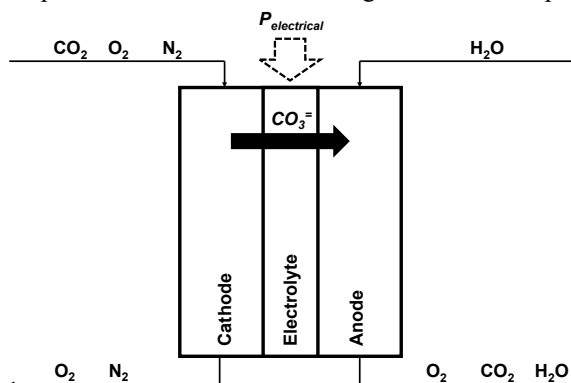


Cel projektu

Celem naukowym projektu jest numeryczne i eksperymentalne zbadanie możliwości zastosowania ogniwa elektrochemicznego ze stopionym węglanem (MCEC) do wychwytywania CO₂ z gazów spalinowych metodą elektrolizy (Rys. 1). Proponowaną nowością naukową jest innowacja procesowa polegająca na zastosowaniu elektrolizy stopionego węglanu (MCE), w której produktem końcowym nie jest paliwo (takie jak H₂, CO, CH₄), lecz jedynie CO₂ wychwytywany bezpośrednio z gazów spalinowych.



Rysunek 1 Proponowane ogniwo elektrochemiczne ze stopionym węglanem do zaawansowanego wychwytywania CO₂

Głównym założeniem hipotezy badawczej jest wykorzystanie prądu elektrycznego bezpośrednio do przemieszczania CO₂ w postaci jonów węglanowych (CO₃⁼) zamiast rozbijania cząsteczki wody na wodór i tlen, a następnie tworzenia jonów węglanowych. Zaletą proponowanego rozwiązania jest to, że do wychwytywania i przemieszczania CO₂ z gazów spalinowych do kanału anodowego zużywa się niewielką ilość energii elektrycznej.

Gazy spalinowe (głównie CO₂, O₂ i N₂) są podawane bezpośrednio do katody ogniwa, podczas gdy do anody doprowadzana jest para wodna. Przyłożony prąd elektryczny przenosi CO₂ w postaci jonów węglanowych z katody do anody, gdzie para wodna przenosi wychwycony CO₂ poza ogniwo. Później para wodna może zostać skroplona i usunięta z mieszaniny CO₂/O₂. Powstały gaz można następnie schłodzić, oddzielając CO₂ od O₂. Otrzymany czysty CO₂ nadaje się do przechowywania lub konsumpcji.

Motywy wyboru tematu badań

Ograniczenie zanieczyszczenia środowiska stało się w ostatnich latach krytycznym wyzwaniem dla przemysłu i społeczeństwa. Redukcja emisji gazów cieplarnianych, takich jak CO₂ z sektora przemysłowego, jest powszechnie uznawana za kluczowe wyzwanie dla długoterminowego rozwoju naszego społeczeństwa. Wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla (CCS – Carbon Capture and Storage *ang.*) jest uważane za realistyczną opcję redukcji emisji CO₂.

Jedną z nowatorskich i obiecujących metod polega na wykorzystaniu wysokotemperaturowych ogniw paliwowych do wychwytywania CO₂. Ogniwo paliwowe ze stopionym węglanem (MCFC) postrzegane są jako perspektywiczna technologia wychwytywania CO₂ z spalin. Kluczowym

elementem MCFC jest stopiony elektrolit węglanowy, który zapewnia zdolność przewodzenia jonów węglanowych (CO₃⁼) w trakcie pracy ogniwa. Odwrócenie trybu pracy MCFC z ogniwa paliwowego na elektrolizę (MCE) daje dodatkową możliwość ograniczenia emisji CO₂. Technologia MCE to innowacyjny elektrolizer zdolny do konwersji H₂O i CO₂ w mieszaninę H₂ i CO w jednym etapie. MCE oferuje możliwość połączenia produkcji wodoru z wychwytywaniem i użyciem dwutlenku węgla (CCU).

Może się zdarzyć, że produkcja dodatkowej energii elektrycznej nie jest celem, a nawet jej wykorzystanie stanowi pewne wyzwanie. Ciągła konieczność dostarczania paliwa (H₂, CH₄) oraz konieczność wykorzystania wytworzonej energii to podstawowe wady MCFC w zakresie możliwości wychwytywania dwutlenku węgla. Natomiast ograniczeniem technologii MCE jako rozwiązania do wychwytywania dwutlenku węgla jest brak możliwości dostarczania czystych gazów spalinowych bezpośrednio do elektrolizerów (ze względu na obecność w gazach składników O₂, N₂). Czynnikiem ograniczającym jest również wymóg magazynowania lub zużycia wytworzonego syngazu.

W niniejszym projekcie zaproponowano rozwiązanie na wypadek wystąpienia wspomnianych ograniczeń: ogniwo elektrochemiczne ze stopionym węglanem do bezpośredniej ekstrakcji CO₂ z gazów spalinowych za pomocą prądu elektrycznego. Koncepcja jest inspirowana zasadą działania MCE i nigdy nie była opisywana w dostępnych źródłach literaturowych.

Opis badań i oczekiwane istotne wyniki

Oczekiwany rezultatem projektu jest szeroko zakrojone studium wykonalności ogniwa elektrochemicznego ze stopionym węglanem do wychwytywania CO₂ z gazów spalinowych metodą elektrolizy.

Planuje się przeprowadzenie serii eksperymentów w celu uzyskania zestawu danych doświadczalnych demonstrujących zależności operacyjne ogniwa. Część praktyczna projektu będzie koncentrować się na implementacji proponowanej koncepcji w postaci modelu zredukowanego rzędu i modelu kinetycznego w celu uzyskania potężnego narzędzia numerycznego zdolnego do precyzyjnego oszacowania parametrów pracy ogniwa.

Najbardziej korzystne wyniki uzyskane w ramach projektu zostaną opublikowane w formie artykułów naukowych w renomowanych czasopismach. Warto nadmienić również, że innowacja procesowa będąca przedmiotem proponowanego projektu ma potencjał do zastrzeżenia patentowego.