

Jednym z głównych wyzwań ograniczających wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych jest nieciągłość jej produkcji, co może być niwelowane poprzez magazynowanie energii wówczas, gdy mamy do czynienia z jej nadprodukcją. Z drugiej strony, produktem ubocznym wytwarzania energii z paliw kopalnych jest emisja CO₂. Zagospodarowanie CO₂ wiąże się z jego wychwytem, transportem oraz magazynowaniem. Alternatywą dla składowania CO₂ może być konwersja do gazu syntezowego poprzez suchy reforming z węglowodorem np. metanem. Innym sposobem jest uwodornienie CO₂ do metanu, metanolu lub wyższych alkoholi z wykorzystaniem katalizy.

Ponieważ procesy katalityczne zachodzą na powierzchni, większość stosowanych materiałów na strukturach o otwartej porowatości, w których transport czynnika (cieczy lub gazu), powierzchnia właściwa oraz reaktywność chemiczna (lub elektrochemiczna) determinuje ogólną sprawność urządzenia. Reaktywność właściwa (aktywność katalityczna) przeważnie zależy od składu chemicznego powierzchni, natomiast porowatość, rozmiar porów i powierzchnia właściwa wpływają istotnie na ogólną sprawność procesu.

Wzrost porowatości struktury, która ułatwia transport gazu powoduje jednocześnie zmniejszenie powierzchni właściwej. Problem ten nie dotyczy struktur hierarchicznych, gdzie większe pory służą jako ścieżka przepływu reagentów, natomiast nano/mezo-porowate elementy struktury są odpowiedzialne za dużą powierzchnię właściwą. Druk 3D jest obiecującą techniką umożliwiającą precyzyjną kontrolę wielkości porów, ich kształtu i rozwinięcia powierzchni.

Druk 3D oraz ogólnie techniki produkcji przyrostowej znalazły już wiele zastosowań (również komercyjnych), zwłaszcza w wytwarzaniu elementów konstrukcyjnych. W ostatnim czasie wykazały one swoją użyteczność również w projektowaniu materiałów funkcjonalnych o otwartej porowatości przeznaczonych do produkcji bioimplantów, czujników, baterii, ogniw paliwowych, membran oraz materiałów do katalizy.

Celem tego projektu jest zastosowanie druku 3D do wytwarzania nowych materiałów katalitycznych o otwartej porowatości i hierarchicznej mikrostrukturze. Celem naukowym przedsięwzięcia jest zaprojektowanie nowego katalizatora redukcji CO₂ o dużej przepuszczalności i powierzchni właściwej z zaawansowaniem technik charakteryzacji i modelowania w celu optymalizacji procesu wytwarzania.

Materiały wytworzone w trakcie realizacji tego projektu będą testowane jako katalizatory dla najbardziej podstawowego i ważnego procesu konwersji CO₂ do metanu – tzw. reakcji Sabatiera. Zrozumienie wpływu mikrostruktury na ten proces jest kluczowe dla opracowania nowych materiałów dla innych wspomnianych powyżej metod utylizacji CO₂, co w konsekwencji przeloży się korzyści społeczne, środowiskowe i ekonomiczne.

W ramach projektu opracowane zostaną nowe materiały oraz technologia ich wytwarzania. Zaprojektowane zostaną nowoczesne kompozytowe materiały bazowe. Zademonstrowany zostanie nowy koncept druku 3D funkcjonalnych materiałów o otwartej porowatości. Technologia opracowana w ramach projektu może być później wykorzystana do wytwarzania materiałów o otwartej porowatości dla innych zastosowań (materiały bio-medyczne, membrany dla gazów i płynów, filtry, etc.).

Nowoczesne techniki obrazowania 3D zostaną zastosowane do charakteryzacji mikrostruktury materiałów. Zastosowanie mikroskopu z podwójną wiązką (jonowa i elektronowa) umożliwi opis 3D struktury porów w bardzo wysokiej rozdzielczości. To z kolei umożliwi zbadanie mikrostruktury osnowy (średnia wielkość porów poniżej 1 mikrometra) z poziomem dokładności nie opisywanym jeszcze w literaturze. Zaawansowany opis ilościowy mikrostruktury zostanie przeprowadzony przy użyciu oprogramowania opracowanego wcześniej przez koordynatora projektu.

Symulacje numeryczne będą bazować na modelach materiałów porowatych uzyskanych za pomocą tomografii rentgenowskiej oraz reprezentatywnych modelach numerycznych opracowanych przy użyciu algorytmu, odwzorowującego rzeczywisty proces wytwarzania.

Taka struktura pracy pozwoli opracować ilościowe zależności pomiędzy mikrostrukturą i właściwościami hierarchicznych materiałów o otwartej porowatości. Wyniki uzyskane w ramach projektu zostaną opublikowane w renomowanych czasopismach o wysokim wskaźniku Impact Factor, tj. Journal of Power Sources, Materials&Design, International Journal of Hydrogen Energy, Catalysis Communications lub podobnych.