

W obliczu rosnącego zapotrzebowania na energię oraz wyzwań związanych z postępującym kryzysem klimatycznym, konieczne staje się opracowanie nowoczesnych, czystych i odnawialnych źródeł energii. Wodór, szczególnie tzw. zielony wodór otrzymywany w procesie elektrolizy wody z wykorzystaniem energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych, uznawany jest za jedno z najbardziej obiecujących paliw przyszłości. Jest to nośnik energii o wysokiej gęstości energetycznej, który nie emituje gazów cieplarnianych podczas użytkowania, a dodatkowo może być produkowany lokalnie i efektywnie magazynowany, co sprzyja rozwojowi zdecentralizowanych systemów energetycznych. Zastosowanie zielonego wodoru znajduje coraz szersze uznanie w sektorach takich jak transport, przemysł chemiczny, czy energetyka, oferując realną szansę na zmniejszenie emisji dwutlenku węgla i uniezależnienie się od paliw kopalnych. Niemniej jednak, mimo wielu zalet, szerokie wdrożenie tej technologii wciąż napotyka na bariery związane z wysokimi kosztami produkcji, zwłaszcza w kontekście drogich i rzadkich metali szlachetnych stosowanych jako katalizatory w procesie elektrolizy wody. Dlatego też rozwój nowych, alternatywnych materiałów katalitycznych o wysokiej aktywności i stabilności, bazujących na dostępnych pierwiastkach, jest jednym z kluczowych kierunków badań w obszarze technologii wodorowych.

Celem realizowanego projektu jest opracowanie nowoczesnych, hybrydowych materiałów katalitycznych opartych na azotkach metali przejściowych oraz węglowych matrycach domieszkowanych niemetalicznymi heteroatomami. Chociaż materiały oparte na azotkach metali zyskują coraz większe zainteresowanie w literaturze naukowej, niewiele badań dotyczy ich połączenia z domieszkowanym węglem, mimo że takie materiały hybrydowe wykazują duży potencjał w procesie produkcji zielonego wodoru. Połączenie tych dwóch typów materiałów ma na celu zwiększenie aktywności i stabilności katalizatorów, przy jednoczesnym obniżeniu kosztów ich wytwarzania. Proponowane rozwiązanie stanowi atrakcyjną alternatywę dla konwencjonalnych katalizatorów opartych na metalach szlachetnych, które – mimo swojej wysokiej aktywności elektrochemicznej – charakteryzują się wysokimi kosztami produkcji. W ramach projektu planowana jest synteza i kompleksowa charakterystyka właściwości fizykochemicznych nowatorskich materiałów katalitycznych, składających się z azotków metali przejściowych oraz węglowych matryc domieszkowanych fosforem i siarką. Zakres badań obejmie zarówno optymalizację parametrów syntezy, jak i dogłębną analizę struktury krystalicznej, morfologii powierzchni i składu otrzymanych katalizatorów. Otrzymane materiały będą testowane pod kątem ich aktywności elektrochemicznej w dwóch kluczowych reakcjach procesu elektrolizy wody: reakcji wydzielania wodoru (HER) oraz reakcji wydzielania tlenu (OER). Projekt zakłada zastosowanie podejścia zorientowanego aplikacyjnie, w szczególności badane będą zależności między składem chemicznym, strukturą powierzchni a aktywnością katalityczną i stabilnością otrzymanych katalizatorów. Analiza tych zależności pozwoli na określenie, które cechy strukturalne i chemiczne są kluczowe dla uzyskania wysokiej wydajności i stabilności otrzymanych elektrokatalizatorów.

Ostatecznym efektem projektu będzie stworzenie solidnych podstaw do dalszego rozwoju technologii produkcji zielonego wodoru na szerszą skalę. Projekt ten wpisuje się w aktualne trendy rozwoju zrównoważonych technologii energetycznych i może odegrać ważną rolę w transformacji energetycznej, zmierzającej w kierunku neutralności klimatycznej i uniezależnienia się od paliw kopalnych. Wyniki projektu poszerzą wiedzę z zakresu projektowania stabilnych, wydajnych i ekonomicznych katalizatorów opartych na pierwiastkach ogólnodostępnych, co może przyspieszyć rozwój technologii produkcji zielonego wodoru. Opracowane w jego ramach rozwiązania mogą znaleźć zastosowanie w transporcie, przemyśle chemicznym oraz magazynowaniu energii. Projekt wpisuje się w cele transformacji energetycznej i neutralności klimatycznej, wspierając rozwój gospodarki wodorowej i innowacyjnych technologii niskoemisyjnych.