

Streszczenie projektu

Woda jest źródłem życia, dlatego niezwykle ważne jest zachowanie jej czystości i dostępności dla wszystkich. W wyniku działalności człowieka źródła wody stają się coraz bardziej zanieczyszczone różnorodnymi substancjami, takimi jak chemikalia organiczne i nieorganiczne czy mikroorganizmy. Metody foto- i fotoelektrokatalityczne zyskują ostatnio na popularności w oczyszczaniu wody ze względu na niski koszt, zrównoważony charakter, wysoką efektywność oraz minimalny wpływ na środowisko. Dodatkowo, woda może być również źródłem wodoru, uznawanego za paliwo przyszłości. Również w tym kontekście procesy foto- i fotoelektrokatalitycznego rozkładu wody zyskują na znaczeniu, ponieważ umożliwiają produkcję zielonego wodoru. Aby jednak procesy te były skuteczne, konieczne jest zastosowanie odpowiednich foto- i fotoelektrokatalizatorów.

Niestety, obecnie używane materiały mają ograniczenia zarówno w oczyszczaniu wody, jak i w produkcji wodoru. Do ich głównych wad należą niska efektywność absorpcji światła, wysoka rekombinacja par elektron-dziura, podatność na fotokorozję, wysokie koszty, ograniczone wykorzystanie światła słonecznego, słaba separacja nośników ładunku oraz specyficzne właściwości przerwy energetycznej. Dlatego projektowanie nowoczesnych foto- i fotoelektrokatalizatorów, które eliminują większość z tych problemów, może przyczynić się do stworzenia bardziej efektywnych, ekologicznych i zrównoważonych procesów oczyszczania wody i produkcji wodoru.

Od momentu odkrycia grafitowy azotek węgla ($g-C_3N_4$) wzbudza duże zainteresowanie w fotokatalizie. Wyróżnia się doskonałą stabilnością chemiczną i termiczną, dobrą zdolnością absorpcji światła widzialnego, nietoksycznością oraz przyjaznym dla środowiska charakterem. Co więcej, można go wytwarzać z łatwo dostępnych i tanich związków. Niestety, jego zastosowanie w procesach oczyszczania wody i produkcji wodoru jest ograniczone z powodu małej powierzchni właściwej, szybkiej rekombinacji nośników ładunku, niskiej wydajności transportu oraz szerokiej przerwy energetycznej. Jednak poprzez tworzenie heterozłączy, interakcje z innymi materiałami (takimi jak tlenki, siarczki metali przejściowych czy nanomateriały węglowe) oraz modyfikacje strukturalne można dostosować właściwości przerwy energetycznej i znacznie zwiększyć efektywność procesów foto- i fotoelektrokatalizy.

Głównym celem projektu jest opracowanie nowoczesnych materiałów hybrydowych opartych na $g-C_3N_4$ z dodatkiem nanomateriałów węglowych oraz tlenków (np. TiO_2 , Fe_2O_3) i siarczków metali przejściowych (np. MoS_2), które będą mogły być stosowane w procesach foto- i fotoelektrokatalitycznego oczyszczania wody oraz produkcji wodoru. Połączenie $g-C_3N_4$ z tymi materiałami pozwoli zwiększyć powierzchnię właściwą, poprawić absorpcję światła, separację ładunków oraz stabilność, trwałość i możliwość wielokrotnego wykorzystania katalizatorów.

W ramach projektu zostaną zaproponowane nowatorskie podejścia do syntezy tych materiałów. Metody syntezy będą łatwe do skalowania, bardziej ekologiczne i mniej skomplikowane w porównaniu z tradycyjnymi technikami. Grafitowy azotek węgla zostanie wytworzony różnymi metodami chemicznymi, na przykład przez polimeryzację opracowaną na Uniwersytecie Technicznym w Ostrawie. Modyfikacje $g-C_3N_4$ z wykorzystaniem MoS_2 i nanomateriałów węglowych zostaną przeprowadzone w Politechnice Warszawskiej, a tlenki metali przejściowych zostaną przygotowane na Taipei Medical University. Połączenie $g-C_3N_4$ z tlenkami lub siarczkami metali przejściowych oraz nanomateriałami węglowymi to temat, który nie został jeszcze szeroko zbadany.

Opracowane materiały będą testowane pod kątem zdolności do usuwania organicznych i mikrobiologicznych zanieczyszczeń z wody oraz właściwości fotoelektrokatalitycznych w rozkładzie wody, prowadząc do produkcji zielonego wodoru. Planowane badania mogą przyczynić się do stworzenia bardziej efektywnych i trwałych technologii oczyszczania wody oraz produkcji wodoru, co jest priorytetem w walce ze zmianami klimatycznymi.