

Praca dyplomowa inżynierska

Badanie właściwości elektrochemicznych katalizatorów na bazie disiarczku molibdenu do reakcji wydzielania wodoru



Autor: Kamila Bednarczyk

Nr albumu: 311940

Promotor: dr inż. Marta Mazurkiewicz-Pawlicka

Opiekun pomocniczy: dr inż. Zuzanna Bojarska

Rok akademicki: 2023/2024

Wprowadzenie

Obiecującym źródłem energii z perspektywy przemysłu chemicznego jest wodór, który odnalazł zastosowanie w wielu dziedzinach. Jedną z metod otrzymywania wodoru z odnawialnych źródeł energii jest reakcja HER, zachodząca podczas elektrolizy wody. Często wykorzystywanym materiałem jako katalizator w tej reakcji jest siarczek molibdenu (IV) (MoS_2). Właściwości katalityczne tego związku można ulepszyć poprzez wprowadzanie różnorodnych materiałów do jego struktury. Jednym z obiecujących materiałów, który tworząc hybrydową strukturę z MoS_2 , zwiększa jego aktywność katalityczną jest MXene $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$.

Cel i zakres pracy

Celem niniejszej pracy dyplomowej jest zbadanie właściwości elektrochemicznych oraz składu chemicznego hybrydowego związku siarczku molibdenu (IV) z MXene'm $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ oraz poszczególnych składowych tej struktury, pod kątem zastosowania ich jako katalizatorów do produkcji wodoru w reakcji HER, a także zbadanie czy dodatek MXene'u do disiarczku molibdenu wpływa pozytywnie na aktywność katalityczną.

W zakresie niniejszej pracy mieści się synteza związku MoS_2 oraz hybrydowej struktury $\text{MoS}_2/\text{MXene}$ w reaktorze zderzeniowym typu S. Właściwości oraz skład chemiczny badanych katalizatorów zbadano przy pomocy analizy termogravimetrycznej (TGA), spektroskopii fourierowskiej w podczerwieni (FTIR) oraz analizy elektrochemicznej, która obejmuje woltamperometrię z liniowo zmieniającym się potencjałem (LSV), woltamperometrię cykliczną (CV) oraz elektrochemiczną spektroskopię impedancyjną (EIS).

Część teoretyczna

W tej części pracy przybliżono wiadomości teoretyczne dotyczące m.in. elektrolizy wody, w tym reakcji wydzielania wodoru HER wraz z jej poszczególnymi etapami. Przedstawiono również pożądane cechy katalizatorów reakcji HER oraz omówiono budowę i właściwości związków będących przedmiotem badań tj. MoS_2 i MXene $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$.

Część doświadczalna

W ramach niniejszej pracy dyplomowej przeprowadzono syntezę siarczku molibdenu (IV) oraz hybrydowej struktury wspomnianego siarczku z MXene'm $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ w reaktorze zderzeniowym typu S. W wyniku syntezy otrzymano również utlenione formy związków MoS_2 oraz $\text{MoS}_2/\text{MXene}$. Następnie zbadano właściwości oraz skład chemiczny otrzymanych katalizatorów, jak i samego $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$, przy pomocy analizy termogravimetrycznej (TGA), spektroskopii Fourierowskiej w podczerwieni (FTIR) oraz analizy elektrochemicznej: woltamperometrii z liniowo zmieniającym się potencjałem (LSV), woltamperometrii cyklicznej (CV) oraz spektroskopii impedancyjnej (PEIS).

	MXene (10 μl)	MoS_2	$\text{MoS}_2/\text{MXene}$	MoS_2 utlenione	$\text{MoS}_2/\text{MXene}$ utlenione
Nadpotencjał η_{10} [mV]	-	-	0,365	-	-
Gęstość prądu wymiany j_0 [mA/cm 2]	0,54	0,28	0,46	0,56	0,49
Nachylenie Tafela b [mV/dec]	561,68	166,93	206,51	154,92	237,13
Pojemność warstwy podwójnej C [$\mu\text{F}/\text{cm}^2$]	92,35	5,95	15,8	-	-

Tab.1. Parametry elektrochemiczne badanych próbek

Analiza spektroskopowa FTIR umożliwiła poznanie wiązań jakie występują w badanych związkach oraz wykazała, że podczas syntezy hybrydowej struktury $\text{MoS}_2/\text{MXene}$ nie powstają żadne nowe wiązania. Analiza termogravimetryczna wykazała, iż MXene $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{T}_x$ jest stabilny termicznie. Badania elektrochemiczne potwierdziły, iż hybrydowa struktura $\text{MoS}_2/\text{MXene}$ ma znacznie lepsze właściwości katalityczne niż poszczególne składowe tego związku. Dodatkowo analiza CV pokazała, że dodatek MXene'u do MoS_2 powoduje znaczny wzrost powierzchni właściwej ECSA. W wyniku analizy EIS dowiedziono, iż opory międzyfazowe związku $\text{MoS}_2/\text{MXene}$ są niższe niż opory samego MXene'u czy też disiarczku molibdenu.

Wnioski

Przeprowadzone badania umożliwiły zbadanie właściwości oraz składu chemicznego badanych katalizatorów, a także potwierdziły, iż hybrydowa struktura $\text{MoS}_2/\text{MXene}$ jest obiecującym katalizatorem do reakcji wydzielania wodoru, gdyż wykazuje wysoką aktywność katalityczną.