

Instytut Inżynierii Chemicznej

Adres artykułu: <https://iich.gliwice.pl/pl/artykul/elektrochemiczne-otrzymywanie-aktywnych-katalitycznie-tlenkow-miedzi-do-utleniania-metanu-w-powietrzu-wentylacyjnym>

Elektrochemiczne otrzymywanie aktywnych katalitycznie tlenków miedzi do utleniania metanu w powietrzu wentylacyjnym

Czas trwania: 2022 - 2023

Opis

MINIATURA DEC-2022/06/X/ST8/01564

Poszukiwanie efektywnych i ekonomicznie opłacalnych metod oczyszczania gazów jest niezwykle istotne we współczesnym świecie nękany nadmierną emisją szkodliwych substancji i ograniczeniami prawnymi. Jednym z poważniejszych zagrożeń jest metan, gaz cieplarniany, którego potencjał tworzenia efektu cieplarnianego (GWP) w okresie stu lat wynosi ok. 23. Z systemów wentylacji podziemnych kopalń do atmosfery przedostają się ogromne ilości tego gazu. Zasadniczą trudnością w utylizacji metanu zawartego w powietrzu wentylacyjnym jest jego niskie stężenie, poniżej 1% obj., a często nawet poniżej 0,3% obj. Z chemicznego punktu widzenia metan cechuje się niską reaktywnością wynikającą z charakteru wiązania węgiel-wodór, które jest niepolarne i ma wysoką energię dysocjacji (w temp. 25°C ~ 439 kJ/mol). Obecnie do utylizacji metanu wykorzystywane są przede wszystkim metody termiczne, które wymagają prowadzenia procesu w temperaturze powyżej 800°C. Alternatywą dla metod termicznych jest katalityczne utlenienie metanu. Proces katalityczny prowadzony jest w niższej temperaturze, przez co jest bezpieczniejszy i bardziej ekonomiczny. Katalizatory, które są aktywne w temperaturach poniżej 500°C, bazują głównie na nanocząstkach metali szlachetnych, takich jak pallad i platyna, domieszkowanych często tlenkami kobaltu i ceru. Trudności i koszty związane z produkcją tych katalizatorów ograniczają ich zastosowanie w większej skali. Ponadto, nanocząstki metali szlachetnych ulegają dezaktywacji termicznej w wyniku silnie egzotermicznej reakcji oraz są bardzo wrażliwe na zanieczyszczenia występujące w powietrzu wentylacyjnym. Wyjściem z tej sytuacji jest znalezienie tańszych odpowiedników. Obiecujące wydaje się zastosowanie tlenków miedzi (CuO, Cu₂O), w literaturze istnieją bowiem doniesienia o możliwości prowadzenia procesu utleniania metanu o małym stężeniu na katalizatorze opartym o tlenki miedzi w temperaturze ~

500°C. Tlenki te można otrzymać np. w procesie elektrochemicznego utleniania miedzi, metoda ta pozwala na precyzyjne i powtarzalne otrzymywanie aktywnych katalitycznie tlenków w założonym kształcie i rozmiarze. Ma to znaczenie, ponieważ morfologia nanocząstek jest istotnym czynnikiem decydującym o aktywności i selektywności w rozważanej reakcji utleniania. Celem projektu jest wytworzenie aktywnej katalitycznie warstwy tlenkowej na powierzchni cienkich blaszek miedzianych za pomocą elektrochemicznego utleniania (w układzie dwuelektrodowym) oraz wyznaczenie szybkości reakcji utleniania metanu w funkcji temperatury. Najbardziej pożądanymi strukturami tlenkowymi są nanoigły i nanodruły ze względu na ich dużą powierzchnię właściwą. Proces utleniania blaszki miedzianej prowadzony będzie w dwóch etapach. W pierwszym etapie zostanie przeprowadzone elektropolerowanie w kąpeli z kwasu ortofosforowego z dodatkiem alkoholi. W drugim etapie przeprowadzone będzie utlenienie powierzchni blaszki w efekcie czego zostanie pokryta aktywnymi formami tlenków. Planowane jest przeprowadzenie procesu z zastosowaniem elektrolitów zawierających: (i) 2 M roztwór KOH, (ii) roztwór KOH z dodatkiem NH₄F, (iii) 3 M roztwór NaOH. Proces będzie prowadzony w zakresie temperatur od 20°C do 40°C. Napięcie, które determinuje kształt i rozmiar otrzymywanych tlenków miedzi będzie w zakresie od 4V do 10V [3]. Morfologia otrzymanych powłok będzie na bieżąco oceniana na podstawie obrazów wykonanych skaningowym mikroskopem elektronowy (SEM), co pozwoli określić najkorzystniejsze warunki prowadzenia procesu (parametry prądowo-napięciowe, skład elektrolitu, temperatura) do otrzymania założonych struktur tlenkowych (nanoigły lub nanodruły). Do oceny jakościowej i ilościowej wygenerowanych tlenków miedzi zostaną zastosowane takie metody, jak np. analiza rentgenografii strukturalnej (XRD), spektroskopia fotoelektronów w zakresie promieniowania rentgenowskiego (XPS) oraz transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM). Powierzchnia właściwa otrzymanych powłok tlenkowych zostanie oznaczona za pomocą sorpcji fizycznej azotu. Kolejnym krokiem będzie wykonanie pomiarów szybkości reakcji utleniania metanu w reaktorze bezgradientowym. Gaz doprowadzany do reaktora będzie zawierał powietrze z dodatkiem metanu o stężeniu od 0,2 do 0,8 % obj. Proces będzie analizowany w zakresie temperatur od 300°C do 600°C. Stężenia reagentów będą monitorowane za pomocą metody absorpcyjnej spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR). Wyniki uzyskane z pomiarów w reaktorze bezgradientowym pozwolą porównać zmianę aktywności otrzymanych katalizatorów wynikającą ze sposobu ich preparatyki. Natomiast wyniki z przeprowadzonych badań morfologicznych otrzymanych tlenków miedzi, w połączeniu z testami katalitycznymi, pozwolą na ocenę ich przydatności do procesu utleniania metanu o stężeniu poniżej 1% obj. w powietrzu.

Metryczka

Opublikował w BIP:	Artur Wojdyła
Data opublikowania:	29.07.2025 12:42
Liczba wyświetleń:	101