

Globalny wzrost temperatury spowodowany emisją gazów cieplarnianych jest zjawiskiem, które na przestrzeni ostatnich lat stało się szczególnie istotne i niebezpieczne dla rozwoju cywilizacyjnego z uwagi na ciągle rosnącą ilość źródeł emisji gazów absorbujących promieniowanie słoneczne. Globalne ocieplenie negatywnie wpływa na funkcjonowanie ekosystemu oraz z uwagi na topnienie lodowców oraz wzrost objętości wody spowodowany wzrostem temperatury jest przyczyną podnoszenia się poziomu wody w morzach i oceanach. Duża ilość negatywnych czynników wynikających ze wzrostu globalnego ocieplenia stwarza potrzebę prowadzenia zintensyfikowanych badań zmierzających do rozwoju technologii ograniczających emisję lub umożliwiających neutralizację gazów cieplarnianych poprzez ich konwersję do związków chemicznych znajdujących zastosowanie w przemysłowych procesach syntezy innych związków chemicznych czy też materiałów funkcjonalnych. Poza ograniczeniem udziału ditlenku węgla w atmosferze niezwykle ważnym aspektem jest możliwość jego konwersji do związków chemicznych będących jednocześnie nośnikami energii. Umożliwia to wykorzystanie procesów konwersji w układach przeznaczonych do magazynowania energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych. Tematyka proponowanego do realizacji projektu poświęcona jest fotoelektrochemicznej konwersji jednego z głównych gazów cieplarnianych - CO₂, silnie pochłaniającego promieniowanie w zakresie podczerwonym - do etylenu.

Głównym celem naukowym proponowanego do realizacji projektu jest opracowanie metodologii elektrochemicznej syntezy kompozytowych materiałów dwu- i trójskładnikowych w układach Cu-Cu₂O-rGO oraz Cu-Cu₂O-CNT/CNF (rGO – zredukowany tlenek grafenu, CNT – nanorurki węglowe, CNF – nanowłókna węglowe) oraz czteroskładnikowych w układzie Cu-Cu₂O-rGO-CNT/CNF, o dużej aktywności fotoelektrokatalitycznej dla reakcji redukcji CO₂ do etylenu. Ponadto bardzo istotnym celem jest optymalizacja warunków elektroosadzania prowadząca do uzyskania jednorodnych makroskopowo materiałów zawierających silnie hydrofobowe nanostruktury węglowe.

Miedź jest jedynym spośród metali na powierzchni którego proces ten przebiega w sposób selektywny [1]. Ren ze współpracownikami zaobserwowali, że podobny efekt występuje w przypadku Cu₂O, będącego półprzewodnikiem typu p [2]. Pozwala to przypuszczać, że połączenie tych dwóch materiałów będzie doskonałym rozwiązaniem w kontekście wykorzystania światła w procesie elektrochemicznej redukcji CO₂ do etylenu. Dodatkowo obecność struktur węglowych takich jak rGO, CNT lub CNF w roli mediatora transferu ładunku umożliwić może ograniczenie fotodegradacji Cu₂O oraz poprawę jego stabilności chemicznej [3], jak również wzrost aktywności katalitycznej oraz selektywności w procesie konwersji CO₂ do etylenu na drodze elektrochemicznej [2]. Obecność w matrycy Cu hydrofobowej fazy CNT/CNF może spowodować wzrost selektywności procesu poprzez ograniczenie zjawiska adsorpcji na powierzchni materiału polarnych cząsteczek wody, sprzyjając jednocześnie adsorpcji apolarnych cząsteczek CO₂. Proponowany do realizacji projekt jest wielowątkowy i obejmuje wiele istotnych z poznawczego punktu widzenia zagadnień które dotychczas nie zostały przebadane i opisane w literaturze. Należy tutaj podkreślić, że nie ma w literaturze informacji poświęconych syntezie wieloskładnikowych metaliczno – półprzewodnikowych materiałów kompozytowych zawierających struktury węglowe na drodze elektrochemicznej, jak również analizie ich właściwości fizykochemicznych. Szczególnie istotnym zagadnieniem będzie analiza właściwości katalitycznych otrzymanych materiałów obejmująca badania selektywności oraz wydajności tychże materiałów w kontekście otrzymywania etylenu.

[1] Y. Kwon, Y. Lum, E.L. Clark, J.W. Ager, A.T. Bell, ChemElectroChem, 3 (2016) 1012-1019.

[2] D. Ren, Y. Deng, A.D. Handoko, C.S. Chen, S. Malkhandi, B.S. Yeo, ACS Catalysis, 5 (2015) 2814-2821.

[3] P.D. Tran, S.K. Batabyal, S.S. Pramana, J. Barber, L.H. Wong, S.C.J. Loo, Nanoscale, 4 (2012) 3875-3878.