

SOFC χαμηλής θερμοκρασίας ως αυτο-ηλεκτροενισχυόμενος αντιδραστήρας για την καταλυτική υδρογόνωση του CO₂

Χρ. Χατζηλιάς¹, Α. Λυμπέρη¹, Ε. Μαρτίνο¹, Κ. Γ. Βαγενάς^{1,2}, Γ. Κυριακού¹ και Α. Κατσαούνης^{1,*}

¹Εργαστήριο Χημικών Διεργασιών και Ηλεκτροχημείας, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, 26504, Ρίο

²Ακαδημία Αθηνών, ΕΜΠ, Πανεπιστημίου 28, 10679, Αθήνα

*alex.katsaounis@chemeng.upatras.gr

Περίληψη

Η αντίδραση της καταλυτικής υδρογόνωσης του CO₂ έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας παγκοσμίως τόσο ως πιθανή πηγή ανανεώσιμων καυσίμων όσο και ως μέσο μείωσης των εκπομπών CO₂. Αυτή η αντίδραση μπορεί να προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα, όπως η αποτροπή της καλπάζουσας αύξησης του CO₂ στην ατμόσφαιρα καθώς και η ταυτόχρονη μετατροπή του σε χρήσιμα καύσιμα (π.χ. CH₄, CH₃OH). Τις τελευταίες δεκαετίες, η πλειονότητα των μελετών σχετικά με την καταλυτική υδρογόνωση του CO₂ έχει πραγματοποιηθεί σε αντιδραστήρες σταθερής κλίνης με χρήση μεταλλικών σωματιδίων όπως Pt, Rh, Ru, Pd, Ni, Ir, και Co, τα οποία είναι υποστηριγμένα σε διάφορα οξειδία μετάλλων (όπως TiO₂, SiO₂, Al₂O₃, CeO₂, ZrO₂)^[1].

Παράλληλα, το φαινόμενο της Ηλεκτροχημικής Ενίσχυσης της Κατάλυσης (EPOC) έχει εφαρμοστεί στην ίδια καταλυτική αντίδραση σε συμβατικά ηλεκτρολυτικά συστήματα εργαστηριακής και ημι-πυλοτικής κλίμακας προκειμένου να βελτιωθεί η καταλυτική δραστηριότητα και η εκλεκτικότητα των αγωγίμων καταλυτικών υμενίων που εναποτίθενται σε στερεούς ηλεκτρολύτες^[2,3]. Κατά την εφαρμογή μιας μεταβολής, ΔU_{WR}, στο ηλεκτρικό δυναμικό, U_{WR}, του καταλύτη (ηλεκτρόδιο εργασίας) σε σχέση με ένα ηλεκτρόδιο αναφοράς, τα προωθητικά είδη που εμπεριέχονται στον στερεό ηλεκτρολύτη, συνοδευόμενα από το αντισταθμιστικό τους φορτίο στο μέταλλο, μεταναστεύουν στη τριεπιφάνεια αερίου-μετάλλου-στερεού ηλεκτρολύτη, δημιουργώντας μια ισοδύναμη ηλεκτροχημική διπλοστοιβάδα. Η διάχυση των προωθητικών ιόντων προκαλεί τη μεταβολή του έργου εξόδου του καταλύτη, Φ, κατά ΔΦ=eΔU_{WR} με επακόλουθη μεταβολή της ισχύς ρόφησης του χημικού δεσμού των αντιδρώντων και των ενδιάμεσων προϊόντων με την καταλυτική αντίδραση. Έτσι, τόσο η καταλυτική ενεργότητα όσο και η εκλεκτικότητα επηρεάζονται με έντονο, αναστρέψιμο και, σε κάποιο βαθμό, προβλέψιμο τρόπο^[2,4]. Αν και το φαινόμενο EPOC έχει εφαρμοστεί αποτελεσματικά σε πολλά καταλυτικά συστήματα^[5,6], ένα από τα κύρια μειονεκτήματα σχετίζεται με τις δυσκολίες στο σχεδιασμό των ηλεκτροχημικών συστημάτων λόγω των απαραίτητων συνδέσεων μεταξύ των ηλεκτροδίων μέσα στον αντιδραστήρα και της εξωτερικής πηγής ισχύος (ποτενσιοστάτη/γαλβανοστάτη). Το τελευταίο θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί εάν η καταλυτική αντίδραση πραγματοποιηθεί σε έναν αντιδραστήρα, ο οποίος ταυτόχρονα θα μπορούσε να λειτουργήσει ως γεννήτρια ισχύος. Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζουμε έναν νέο σχεδιασμό ενός αντιδραστήρα για την εφαρμογή του φαινομένου τύπου κυψέλης καυσίμου στερεού οξειδίου (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC) χαμηλής θερμοκρασίας όπου η απαιτούμενη ισχύς για την τροποποίηση των καταλυτικών ρυθμών των αντιδράσεων (Sabatier και RWGS) σε καταλυτικά υμένα ρουθηνίου (Ru) και λευκόχρυσου (Pt) λαμβάνεται άμεσα από την παράλληλη οξειδωση του υδρογόνου^[7].

Ευχαριστίες

Η εργασία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της Δράσης ΕΡΕΥΝΩ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ – ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ και συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνεΚ) (κωδικός έργου: Τ1ΕΔΚ-01631).

Βιβλιογραφία

- [1] W. Li, H. Wang, X. Jiang, J. Zhu, Z. Liu, X. Guo, C. Song, *RSC Adv.* **2018**, 8, 7651–7669.
- [2] C. G. Vayenas, S. Bebelis, C. Pliangos, S. Brosda, D. Tsiplakides, *Electrochemical Activation of Catalysis: Promotion, Electrochemical Promotion and Metal-Support Interactions*, Kluwer Academic/Plenum Publishers New York, **2001**.
- [3] I. Kalaitzidou, M. Makri, D. Theleritis, A. Katsaounis, C. G. Vayenas, *Surf. Sci.* **2016**, 646, 194–203.
- [4] P. Vernoux, L. Lizarraga, M. N. Tsampas, F. M. Sapountzi, A. De Lucas-Consuegra, J. L. Valverde, S. Souentie, C. G. Vayenas, D. Tsiplakides, S. Balomenou, E. A. Baranova, *Chem. Rev.* **2013**, 113, 8192–8260.
- [5] D. Theleritis, S. Souentie, A. Siokou, A. Katsaounis, C. G. Vayenas, *ACS Catal.* **2012**, 2, 770–780.
- [6] C. Chatziliadis, E. Martino, A. Katsaounis, C. G. Vayenas, *Appl. Catal. B Environ.* **2021**, 284, 119695.
- [7] C. Chatziliadis, E. Martino, C. G. Vayenas, G. Kyriakou, A. Katsaounis, *Appl. Catal. B Environ.* **2022**, 121778.