

**ΥΠΟΣΤΗΡΙΓΜΕΝΟΙ ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΤΑΛΥΤΕΣ ΙΡΙΔΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΕΚΛΥΣΗΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ****I. Μαγγούφης<sup>1,2</sup>, Ν. Στρατάκη<sup>1</sup>, Α. Παπαδεράκης<sup>1</sup>, Κ.Μ. Παπαζήση<sup>1</sup>, Σ. Μπαλωμένου<sup>1</sup>, Δ. Τσιπλακίδης<sup>1,2,\*</sup>**<sup>1</sup> Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών & Ενεργειακών Πόρων / ΕΚΕΤΑ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα<sup>2</sup> Τμήμα Χημείας, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα(\*[dtsiplak@cperi.certh.gr](mailto:dtsiplak@cperi.certh.gr))**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Το υδρογόνο μπορεί να παραχθεί μέσα από διάφορες διεργασίες, όπως είναι οι θερμοχημικές, ηλεκτρολυτικές, φωτο(ηλεκτρο)χημικές και βιοχημικές. Μια ιδιαίτερα πρακτική και αποτελεσματική μέθοδος παραγωγής υδρογόνου είναι η ηλεκτρόλυση του νερού. Εμπορικά διαθέσιμες τεχνολογίες ηλεκτροχημικής παραγωγής υδρογόνου είναι είτε μέσω αλκαλικής ηλεκτρόλυσης είτε μέσω διατάξεων μεμβράνης ανταλλαγής πρωτονίων (PEM). Οι καταλύτες που χρησιμοποιούνται σε ηλεκτροχημικά συστήματα τύπου PEM ως ανοδικά και καθοδικά ηλεκτρόδια στηρίζονται σε μεταλλικό ιρίδιο και λευκόχρυσο, αντίστοιχα, σε υψηλές φορτίσεις. Παρότι η ηλεκτρόλυση τύπου PEM παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα, το υψηλό κόστος των ηλεκτροκαταλυτών παραμένει ένα σημαντικό μειονέκτημα.

Τα οξειδία των ευγενών μετάλλων, όπως τα Pt, Ru, Rh, Ir και Ni <sup>[1]</sup>, εμφανίζουν σημαντική ενεργότητα όσον αφορά την καταλυτική ενεργότητά τους για την αντίδραση έκλυσης οξυγόνου (oxygen evolution reaction, OER) που λαμβάνει χώρα στην άνοδο μιας διάταξης ηλεκτρόλυσης. Μεταξύ των οξειδίων αυτών, το IrO<sub>2</sub> και το RuO<sub>2</sub> εμφανίζουν υψηλή αγωγιμότητα και ηλεκτροχημική απόδοση. Ένα σημαντικό μειονέκτημα του RuO<sub>2</sub> είναι η ευαισθησία του στη διάβρωση και η χαμηλή σταθερότητα. Οι ηλεκτροκαταλύτες ιριδίου αποτελούν συνεπώς τη μόνη τεχνικά εφικτή επιλογή ως ηλεκτρόδια ανόδου για την αντίδραση OER, καθώς συνδυάζουν υψηλή ενεργότητα με σημαντική σταθερότητα. Ωστόσο, σε υψηλούς ρυθμούς παραγωγής υδρογόνου, π.χ. σε συστήματα ηλεκτρόλυσης PEM σε κλίμακα mega- ή gigawatt, η διαθεσιμότητα των οξειδίων ιριδίου ή ρουθηνίου μπορεί να αποτελέσει έναν καθοριστικό παράγοντα λόγω των περιορισμένων αποθεμάτων <sup>[2]</sup>. Η μεγάλη ποσότητα ιριδίου (Ir) είναι απαραίτητη έτσι ώστε να ξεπεραστεί η αργή κινητική της OER, η οποία περιορίζει την απόδοση της διάταξης ηλεκτρόλυσης. Λαμβάνοντας υπόψιν το υψηλό κόστος και την έλλειψη του Ir, αποτελεί προτεραιότητα η μείωση της ποσότητάς του στις διατάξεις ηλεκτρόλυσης.

Στην παρούσα εργασία διερευνάται η δυνατότητα ελάττωσης της ποσότητας του Ir που απαιτείται στις διατάξεις ηλεκτρόλυσης PEM μέσω της διασποράς του Ir σε ένα υπόστρωμα-φορέα. Για το σκοπό αυτό, αναπτύχθηκε μια σειρά καταλυτών Ir υποστηριγμένων σε φορέα οξείδιο του κασσιτέρου τροποποιημένο με προσθήκη αντιμονίου (ATO, Antimony-doped Tin Oxide, SnO<sub>2</sub>:Sb 10 at. %) και συγκρίθηκε η ενεργότητά τους, ως προς την OER, με έναν μη-υποστηριγμένο εμπορικό ηλεκτροκαταλύτη IrO<sub>2</sub>. Το ποσοστό φόρτισης του Ir ήταν μεταξύ 30% και 70 % κ.β. Το ATO παρουσιάζει κατάλληλη μεσοπορώδη δομή (μέγεθος πόρων 15-20 nm) και ικανοποιητική αγωγιμότητα (της τάξεως του 0.8 S/cm), ιδιότητες που είναι απαραίτητες για την συγκεκριμένη εφαρμογή. Με βάση τους ηλεκτροχημικούς χαρακτηρισμούς, βρέθηκε ότι χρησιμοποιώντας την κατάλληλη μέθοδο σύνθεσης, τόσο για το υπόστρωμα (ATO) όσο και για τον καταλύτη (IrO<sub>2</sub>) είναι δυνατή η ανάπτυξη ενεργών ηλεκτροκαταλυτών με μεγάλη σταθερότητα σε μακροχρόνια λειτουργία.

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η εργασία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της Δράσης ΕΡΕΥΝΩ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ - ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑΝΕΚ) (κωδικός έργου:Τ1ΕΔΚ-00461).

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] Rozain C, Mayousse E, Guillet N, Millet P. (2016). Applied Catalysis B: Environmental, 182: 123-131.  
[2] Vesborg PCK, Jaramillo TF. (2012). RSC Advances, 2: 7933-7947.