**ΕΝΑΠΟΘΕΣΗ ΚΑΘΟΔΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ LSM-YSZ ΣΕ ΚΕΡΑΜΙΚΑ ΔΙΣΚΙΑ YSZ ΜΕ ΤΗΝ ΤΕΧΝΙΚΗ ΨΕΚΑΣΜΟΥ ΜΕΛΑΝΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΩΝ ΚΑΘΟΔΙΚΩΝ ΚΥΨΕΛΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΟΞΕΙΔΙΩΝ**

**Μ. Χαραλαμπάκης1,3, Λ. Ζουρίδη2,3, Ι. Γκαραγκούνης 4,5, Α. Βούρρος4,5, Γ. Μαρνέλλος4,5, Β. Μπίνας3,6\***

1 Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ηράκλειο, Ελλάδα

2 Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ηράκλειο, Ελλάδα

3 Ινστιτούτο Ηλεκτρονικής Δομής και Λέιζερ, Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας, Ηράκλειο, Ελλάδα

4 Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Κοζάνη, Ελλάδα

5 Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών και Ενεργειακών Πόρων, Κέντρο Τεχνολογίας & Έρευνας, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

6Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ηράκλειο, Ελλάδα

*\**binasbill@iesl.forth.gr

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η αυτοματοποίηση της διαδικασίας κατασκευής κυψελών καυσίμου στερεών οξειδίων (SOFC) μέσω τεχνικών προσθετικής κατασκευής (AM) είναι ιδιαίτερα σημαντική για την κλιμάκωση και μείωση του κόστους παραγωγής τους, συμβάλλοντας στην ευρύτερη εξάπλωση της τεχνολογίας.1 Η τεχνική εκτύπωσης ψεκασμού μελάνης (IJP) αποτελεί μία αυτοματοποιημένη και οικονομική μέθοδο προσθετικής κατασκευής για την εναπόθεση λεπτών υμενίων, κατάλληλη για την χρήση στην κατασκευή παραγωγή μοναδιαίων κυψελών SOFC.2 Στην παρούσα μελέτη παρασκευάστηκαν συμμετρικές κυψέλες τύπου καθόδου / ηλεκτρολύτη / καθόδου, χρησιμοποιώντας εμπορική σκόνη LSM-YSZ (Fuel Cell Materials), επεξεργασμένη με μύλο άλεσης για μείωση της κοκκομετρίας στη νάνο κλίμακα. Η εναπόθεση πραγματοποιήθηκε σε λεπτά συμπαγή κεραμικά δισκία YSZ πάχους ~ 300 μm, τόσο με την τεχνική IJP όσο και SP (screen printing) για λόγους σύγκρισης. Για την παρασκευή μελάνης LSM-YSZ για χρήση σε IJP, αναπτύχθηκαν υδατικά αιωρήματα με κατάλληλες φυσικοχημικές ιδιότητες. Έτσι παρασκευάστηκαν συμμετρικά ηλεκτρόδια πάχους 9 μm και φαινόμενης επιφάνειας 1 cm2 και αντίστοιχα ηλεκτρόδια με την τεχνική SP, της οποίας η διαδικασία δύναται να βρεθεί σε παλαιότερες εργασίες.3 Πριν τη διεξαγωγή των ηλεκτροχημικών μετρήσεων, τα εναποτεθειμένα ηλεκτρόδια και οι συμμετρικές κυψέλες που κατασκευάστηκαν χαρακτηρίστηκαν με την τεχνική SEM-EDS, για να διερευνηθούν τα πάχη, η ομοιομορφία εναπόθεσης, η μορφολογία και το πορώδες των ηλεκτροδίων.

Για την ηλεκτροχημική απόδοση των συμμετρικών κυψελών χρησιμοποιήθηκαν οι πειραματικές τεχνικές πόλωσης ηλεκτροδίου και φασματοσκοπίας εμπέδησης σύνθετης αντίστασης σε πειράματα απλού θαλάμου, σε ατμόσφαιρα συνθετικού αέρα στο θερμοκρασιακό εύρος 650 – 850 oC. Η ηλεκτροχημική απόδοση των συμμετρικών κυψελών με την τεχνική IJP βρέθηκε να είναι εφάμιλλη των συμβατικών κυψελών της τρέχουσας τεχνολογικής στάθμης και κατά πολύ μεγαλύτερη της απόδοσης των κυψελών που παρασκευάστηκαν με την τεχνική SP, λόγω των σημαντικά χαμηλότερων ωμικών και ηλεκτροδιακών αντιστάσεων των κυψελών IJP. Οι διαφορές μάλιστα στην ηλεκτροχημική απόδοση γινόταν εντονότερες με αύξηση της θερμοκρασίας. Οι μετρήσεις φασματοσκοπίας εμπέδησης σύνθετης αντίστασης έδειξαν ότι και στις δύο περιπτώσεις οι ωμικές αντιστάσεις είναι μεγαλύτερες των ηλεκτροδιακών αντιστάσεων με τις τελευταίες να καθορίζονται κυρίως από τα προβλήματα διάχυσης των χημικών και ιοντικών ειδών.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Εκτύπωση ψεκασμού μελάνης, Κυψέλες καυσίμου στερεών οξειδίων, Συμμετρική καθοδική κυψέλη καυσίμου, Ηλεκτροχημική απόδοση

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η εργασία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του έργου «Απευθείας Μετατροπή Βιομάζας σε Ηλεκτρική Ενέργεια στην περιοχή της Μεσογείου διαμέσου Κυψελών Καυσίμου Εσωτερικής Καταλυτικής Αεριοποίησης» (DB-SOFC, κωδικός έργου: Τ8ΕΡΑ2-00005) της Δράσης Εθνικής Εμβέλειας «ERA-NETS 2018 - ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ Ε&Τ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ - ΠΡΑΞΗ ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΠΟΥ ΣΥΜΜΕΤΕΙΧΑΝ ΕΠΙΤΥΧΩΣ ΣΕ ΚΟΙΝΕΣ ΠΡΟΚΗΡΥΞΕΙΣ ΥΠΟΒΟΛΗΣ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ERA-NETS» που συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ).

**ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

[1] Tai, X. Y. et al. (2019) *Fuel Cells*. DOI: 10.1002/fuce.201900164

[2] L. Zouridi et al. (2022). *Adv. Mater. Technol.*. DOI: 10.1002/admt.202101491

[3] C. Athanasiou et al. (2019) *Int. J. Hydrog. Energy*. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2019.06.144