

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΥΨΕΛΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΣΤΕΡΕΟΥ ΟΞΕΙΔΙΟΥ ΜΕ ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗ ΜΕΘΑΝΙΟΥ

Π. Σαλιακέλλης^{1,*}, Δ. Τσιπλακίδης^{1,2}, Σ. Μπαλωμένου¹

¹Εθνικό Κέντρο Έρευνας & Τεχνολογικής Ανάπτυξης, Θεσσαλονίκη

²Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

(*psaliake@certh.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος 'Solid Oxide Fuel Cell Technology for Outer Planet Exploration Power Generation' σε συνεργασία με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος (ESA), σχεδιάστηκε και αναπτύσσεται ένα πρότυπο σύστημα μετατροπής ενέργειας βασισμένο σε κυψέλη καυσίμου στερεού οξειδίου (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC), που θα χρησιμοποιηθεί για την εξερεύνηση των εξωτερικών πλανητών (Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας) καθώς και των φεγγαριών τους. Η ενέργεια παρέχεται με τη μορφή χημικών αντιδρώντων, τα οποία είναι αποθηκευμένα κατά τη φάση διέλευσης και μετατρέπονται σε ηλεκτρική ενέργεια κατά τη διάρκεια κρίσιμων τμημάτων της αποστολής, όταν απαιτείται υψηλή ισχύς.

Η παρούσα εργασία στοχεύει στην κατασκευή ενός πλήρως λειτουργικού υπολογιστικού μοντέλου για μια κυψέλη SOFC, χρησιμοποιώντας το λογισμικό COMSOL Multiphysics®. Η γεωμετρία αποτελείται από μια 3D μοναδιαία κυψέλη που περιλαμβάνει ένα κανάλι υδρογόνου/μεθανίου (άνοδος) και ένα κανάλι αέρα/οξυγόνου (κάθοδος) ενώ ενδιάμεσα βρίσκεται ο ηλεκτρολύτης. Το γεωμετρικό πλέγμα αποτελείται από εξαεδρικά ορθογωνικά στοιχεία με επαρκή πυκνότητα ώστε να υπάρχει σύγκλιση για τις πλήρως συζευγμένες εξισώσεις. Το μοντέλο περιλαμβάνει όλες τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα μέσα στην κυψέλη, όπως, οι ηλεκτροχημικές αντιδράσεις στα δύο ηλεκτρόδια, οι καταλυτικές αντιδράσεις (αναμόρφωση μεθανίου και μετάθεση ατμού), τα ισοζύγια ηλεκτρονικού και ιοντικού φορτίου, η κινητική μεταφοράς φορτίου, τα ισοζύγια μάζας και οι κατανομές ροής των αερίων στα κανάλια και στα πορώδη ηλεκτρόδια, και η μεταφορά θερμότητας. Χρησιμοποιώντας βιβλιογραφικές τιμές για τις λειτουργικές παραμέτρους του μοντέλου^[1-5], εκτελέστηκαν προσομοιώσεις για λειτουργία της κυψέλης με ένα αντιπροσωπευτικό μίγμα εισόδου με σύσταση 50% CH₄, 12% CO₂, 10 % H₂, 5% CO και 23% H₂O, το οποίο λαμβάνει υπόψη την ανακυκλοφορία του καυσίμου. Οι προσομοιώσεις εκτελέστηκαν σε ένα εύρος δυναμικού 1 – 0.5V και μπορούν να προβλέψουν την κατανομή ρεύματος και δυναμικού, την κατανομή της σύστασης του αερίου μείγματος και της θερμοκρασίας κατά μήκος της κυψέλης. Επιπρόσθετα, η βασική γεωμετρία με τα μοναδιαία κανάλια χρησιμοποιήθηκε σε σειρά κατά μήκος των δύο αξόνων τους για να δημιουργηθεί μια μεγαλύτερη γεωμετρία 3x5 καναλιών, ώστε να υπάρξει μια πιο ακριβής προσέγγιση μιας πραγματικής συστοιχίας κυψέλης καυσίμου.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: κυψέλες καυσίμου τύπου στερεού οξειδίου, SOFC, υπολογιστική ρευστομηχανική, CFD

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Altindal, S., Erol, E. G., & Gurel, B. (2024). *Int. J. Hydrogen Energ.*, 52, 1475-1490.
- [2] Chaudhary, T. N., Saleem, U., & Chen, B. (2019). *Int. J. Hydrogen Energ.*, 44(16), 8425-8438.
- [3] Jiang, C., Gu, Y., Guan, W., Zheng, J., Ni, M., & Zhong, Z. (2020). *Int. J. Hydrogen Energ.*, 45(1), 904-915.
- [4] Li, Y., Wang, L., Gu, Y., Xing, B., Chu, Z., Huo, H., ... & Xu, J. (2022). *Int. J. Hydrogen Energ.*, 47(87), 36972-36989.
- [5] Lin, B., Shi, Y., Ni, M., & Cai, N. (2015). *Int. J. Hydrogen Energ.*, 40(7), 3035-3047.