

## ΣΥΣΤΟΙΧΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗΣ H<sub>2</sub>O (PEM ELECTROLYSER) ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ, ΩΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΓΕΝΩΜΕΝΗΣ ΚΥΨΕΛΙΔΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Σ. Νεοφυτίδης<sup>1</sup>, Δ.Κ. Νιάκοιλας<sup>1\*</sup>, Φ. Παλούκας<sup>1</sup>, Φ. Ζαραβέλης<sup>1,2</sup>, Κ. Βαγενάς<sup>2</sup>, Α. Κατσαούνης<sup>2</sup>,  
M. Schautz<sup>3</sup>, B. Buergler<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ινστιτούτο Επιστημών Χημικής Μηχανικής (ΙΕΧΜΗ)/ ΙΤΕ

<sup>2</sup> Τμήμα Χημικών Μηχανικών/Πανεπιστήμιο Πατρών

<sup>3</sup> European Space Research and Technology Centre (ESTEC)/ ESA

(\*[niakolas@iceht.forth.gr](mailto:niakolas@iceht.forth.gr))

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι αναγεννώμενες κυψέλες καυσίμου αποτελούν μια ολοκληρωμένη τεχνολογία αποθήκευσης και παραγωγής ενέργειας με πλεονεκτήματα που την καθιστούν ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα σε εφαρμογές, όπου απαιτείται αυτονομία και κυρίως μεγάλη ενεργειακή πυκνότητα (Wh/kg). Συνολικά πρόκειται για ένα κλειστό, αυτόνομο και αυτοσυντηρούμενο σύστημα, που παράγει ενέργεια με μηδενικούς ρύπους, μεγάλο ωφέλιμο χρόνο ζωής και υψηλή προσαρμοστικότητα σε διαφορετικές ενεργειακές απαιτήσεις. Για τους λόγους αυτούς αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για εφαρμογή σε απομονωμένο ή ειδικό κλειστό περιβάλλον, όπως η χρήση σε διαστημικές και επίγειες εφαρμογές.

Η παρούσα μελέτη εστιάζει στην ανάπτυξη συστοιχίας ηλεκτρόλυσης νερού σε υψηλή πίεση (High Pressure PEM Electrolyser), ως μέρος ενός συστήματος αναγεννώμενης κυψέλης καυσίμου για την παραγωγή ενέργειας. Το συνολικό σύστημα προορίζεται για τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους στα πλαίσια έρευνας για τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος (ESA). Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει δύο συστοιχίες τύπου πολυμερικής μεμβράνης, όπου η μία προορίζεται για ηλεκτρόλυση H<sub>2</sub>O και αποθήκευση H<sub>2</sub> και O<sub>2</sub> υπό πίεση, και η άλλη για την παραγωγή ενέργειας (κυψέλη καυσίμου).

Η συστοιχία ηλεκτρόλυσης (1.5 kW) που αναπτύσσεται, βασίζεται σε τεχνολογία εμπορικής πολυμερικής μεμβράνης χαμηλής θερμοκρασίας (T≤80°C) της εταιρείας FumaTech. Η πολυμερική μεμβράνη μαζί με τα ηλεκτρόδια και τα υπόλοιπα υλικά αποτελούν μια μοναδιαία διάταξη (Membrane Electrode Assembly: MEA) ηλεκτρόλυσης. Η μελέτη των βέλτιστων συνδυασμών υλικών (ηλεκτροκαταλυτών, στρωμάτων διάχυσης αερίων/νερού, διπολικών πλακών, υλικών στεγανοποίησης, σχεδιασμού του αντιδραστήρα κ.λπ.), καθώς και η σύντομη λειτουργία, υπό πίεση, ένα (1) MEA (5x5 cm<sup>2</sup>) έχουν δημοσιευτεί σε προηγούμενη μελέτη<sup>[1]</sup>. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα πρώτα αποτελέσματα αναφορικά με την κλιμάκωση μεγέθους, κατασκευή και λειτουργία, υπό συνθήκες πίεσης (1 – 80 bar), μίας συστοιχίας (High Pressure PEM Electrolyser stack) τριών (3) MEAs (70 W στα 4.8 V με ηλεκτρική απόδοση 92.5%), ενεργού επιφάνειας 7x7 cm<sup>2</sup>. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε ποσοτικός έλεγχος των αερίων που παράγονται (H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>) μέσω φασματογράφου μάζας, καθώς επίσης και η έκταση της πιθανής διάχυσης του παραγόμενου H<sub>2</sub>, π.χ. διαμέσω της μεμβράνης ηλεκτρολύτη ή λόγω προβληματικής στεγανοποίησης των επιμέρους MEAs, προς το διαμέρισμα παραγωγής O<sub>2</sub> (άνοδος). Στόχος είναι να προσδιοριστούν οι λόγοι πιθανής διάχυσης H<sub>2</sub> και η τελευταία να μειωθεί στο ελάχιστο, ώστε να κυμαίνεται εντός των θεωρητικών ορίων ασφαλείας. Παράλληλα, έγινε έλεγχος σταθερότητας της συστοιχίας σε συνθήκες λειτουργίας υπό υψηλή πίεση.

Σε συνέχεια της παραπάνω μελέτης προχώρησε η κλιμάκωση μεγέθους και κατασκευάστηκε συστοιχία ηλεκτρόλυσης με πέντε (5) MEAs (135 W στα 8 V με ηλεκτρική απόδοση 92.5%), στην οποία εφαρμόστηκαν οι παραπάνω μέθοδοι ταυτοποίησης των αερίων και μελετήθηκε η λειτουργία/σταθερότητα υπό συνθήκες πίεσης. Η τρέχουσα έρευνα επικεντρώνεται σε δοκιμές και μετρήσεις για την ανάπτυξη μιας συστοιχίας ηλεκτρόλυσης με δέκα (10) MEAs (250 W στα 16 V με ηλεκτρική απόδοση 92.5%), έχοντας ως τελικό στόχο τις σαράντα (40). Αξίζει να σημειωθεί ότι είναι η πρώτη φορά που αναφέρεται η λειτουργία μία τέτοιας συστοιχίας (δηλ., μικρού όγκου και βάρους με Technology Readiness Level, TRL = 4.5) για την ηλεκτρόλυση H<sub>2</sub>O και την ταυτόχρονη συμπίεση του παραγόμενου H<sub>2</sub> και O<sub>2</sub> σε εύρος πιέσεων από 1 – 80 bar.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] D.K. Niakolas, S. Neophytides, C.G. Vayenas, A. Katsaounis, N. Athanasopoulos, S. Balomenou, K.M. Papazisi, D. Tsiplakides, M. Schautz, 11th European Space Power Conference (ESPC-2016), Vol: B03-Electrochemical components.