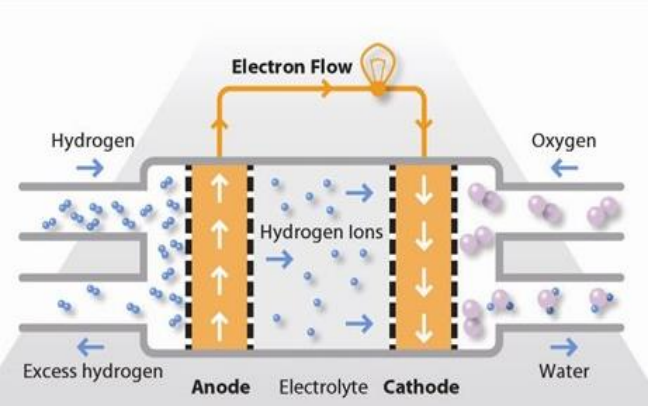
FUEL CELL

Δασκαλάκης Στυλιανός mtk18

Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο- Δι-ιδρυματικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα "Νανοτεχνολογία για Ενεργειακές Εφαρμογές"

Οι κυψέλες καυσίμου είναι γαλβανικά κελιά που μετατρέπουν την χημική ενέργεια σε ηλεκτρική, με την αρωγή οξειδωτικού μέσου, όταν η παροχή καυσίμου είναι συνεχόμενη. Σε αντίθεση με τις διατάξεις αποθήκευσης ενέργειας, μπορούν συνεχώς να τροφοδοτούν με καύσιμο το κελί έτσι ώστε η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια να διατηρείται επ αόριστόν [2]. Η ενεργειακή απόδοση τους είναι μεταξύ 40% με 60% και αν η εκπεμπόμενη θερμότητα συλλεχθεί μπορούν να φτάνουν έως και 85% [9] [4]. Ουσιαστικά, μετατρέπουν το υδρογόνο των ηλεκτρολυτών σε ηλεκτρική ενέργεια παράγοντας ταυτόχρονα θερμότητα και νερό [3].



Εικόνα 1 Σχηματική αναπαράσταση κυψέλης PEM [5].

Παρόλο που οι κυψέλες καυσίμου βασίζονται στο υδρογόνο, οποιοδήποτε υλικό το οποίο περιέχει υδρογόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο, όπως η μεθανόλη, η αιθανόλη, το φυσικό αέριο κλπ. Έτσι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα πλήθος εφαρμογών με διαφορετικές θερμοκρασίες και πιέσεις λειτουργίας, ανάλογα με τον τύπο του ηλεκτρολύτη που χρησιμοποιείται. Σε υβριδικά ενεργειακά συστήματα εφαρμογές τέτοιου τύπου, μπορούν να συνδεθούν με φωτοβολταικες διατάξεις, ανεμογεννήτριες ή υπερπυκνωτες και να τροφοδοτούν με ηλεκτρική ενέργεια [8]. Λόγω του ότι το υδρογόνο και το οξυγόνο μετατρέπονται ηλεκτροχημικά σε νερό, οι κυψέλες καυσίμου εμφανίζουν πλεονεκτήματα στην χρήση τους συγκριτικά με τις θερμικές μηχανές. Κάποια από αυτά είναι η υψηλή απόδοση, ο μειωμένος θόρυβος και οι μειωμένες εκπομπές ρύπων καθώς επίσης και η υψηλή πυκνότητα αποθήκευσης του υδρογόνου. Τα κύρια μειονεκτήματα όταν χρησιμοποιείται υδρογόνο σαν καύσιμο είναι η δυσκολία στην αποθήκευση του, το κόστος επένδυσης και το κόστος παραγωγής [1]. Οι δυο κύριες αντιδράσεις στην καύση οποιουδήποτε υδρογονανθρακικου καυσίμου είναι ο σχηματισμός νερού και διοξειδίου του άνθρακα. Όσο αυξάνεται η περιεκτικότητα του καυσίμου σε υδρογόνο αυξάνεται σημαντικά ο σχηματισμός νερού και μειώνεται η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα [9].

Οι κυψέλες καυσίμου αποτελούνται από 3 βασικά μέρη, το ηλεκτρόδιο της ανόδου, της καθόδου και τον ηλεκτρολύτη που περιέχεται αναμεσά τους και ταξινομούνται με βάση αυτόν. Το πιο γνωστό είδος είναι η κυψέλη καυσίμου με μεμβράνη ανταλλαγής πρωτονίου (**PEM**) η οποία λειτουργεί σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες. Κατά την διάρκεια αυτής της διαδικασίας μια ηλεκτροχημική αντίδραση διασπά το υδρογόνο σε ιόντα H^+ και ηλεκτρόνια$^-$. Η μεμβράνη χρησιμοποιείται για να διαχωρίσει τα ηλεκτρόδια και να τα απομονώσει από τις αντιδράσεις των αερίων. Επίσης λειτουργεί σαν ηλεκτρολύτης αρά θα πρέπει να έχει και υψηλή αγωγιμότητα. Το ηλεκτρόδιο και ο ηλεκτρολύτης είναι τέτοιας κατασκευής ώστε η διάχυση των ατόμων του υδρογόνου να γίνεται με ομοιόμορφο τρόπο και να μην εμποδίζεται. Η μεμβράνη επιτρέπει μόνο στα παραγόμενα ιόντα υδρογόνου να διοχετεύονται από το εσωτερικό της ενώ εμποδίζει τα ηλεκτρόνια τα οποία μεταφέρονται από το ένα ηλεκτρόδιο στο άλλο μέσω ενός εξωτερικού ηλεκτρικού κυκλώματος. Αυτή η διαδικασία μεταφοράς παράγει ηλεκτρικό ρεύμα και θερμότητα.

Οι ηλεκτροχημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται σε μια κυψέλη καυσίμου είναι η οξείδωση του υδρογόνου(άνοδος) και η αναγωγή του οξυγόνου(κάθοδος) και φαίνονται παρακάτω:

Αντίδραση στην άνοδο: $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

Αντίδραση στην κάθοδο: $\frac{1}{2}O_2 + 2e^- + 2H^+ \rightarrow H_2O$

Συνολική αντίδραση: $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$

Οι παραπάνω αντιδράσεις παράγουν ηλεκτρικό δυναμικό κοντά στα 0,7 Volts σε μία κυψέλη καυσίμου. Η απόδοση της κυψέλης καθορίζεται από την ταχύτητα της αντίδρασης στην κάθοδο, η οποία είναι πολύ πιο αργή από αυτή στην άνοδο (περίπου 100 φορές) [10]. Προκειμένου να παραχθεί το απαιτούμενο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και να επιτραπεί η χρήση υψηλοτέρων τάσεων, χρησιμοποιούνται περισσότερες κυψέλες σε σειρά (fuel cell stack) [7]. Η θεωρητική απόδοση της κυψέλης, ελαττώνεται όταν φτάσει στην θερμοκρασία λειτουργείας της, με το δυναμικό να χαμηλώνει παράλληλα με την αύξηση της έντασης του ρεύματος και οφείλεται κυρίως σε απώλειες της ενέργειας ενεργοποίησης, ωμικές απώλειές και απώλειες μεταφοράς μάζας [6].

Βιβλιογραφία

[1] Buttler A., Spliethoff H., Current status of water electrolysis for energy storage, grid balancing and sector coupling via power-to-gas and power-to-liquids: a review (in English), Renewable and Sustainable Energy Reviews 82 (February 2018) .

[2] Connihan M.A., (1981) Dictionary of Energy, Routledge and Kegan Paul.

[3] Cook, Brian *(2001) AN INTRODUCTION TO* FUEL CELLS *AND HYDROGEN TECHNOLOGY* Heliocentris 3652 West 5th Avenue Vancouver, BC V6R-1S2. Canada.

[4] Fuel cells and hydrogen 2 joint undertaking, Addendum to the Multi - Annual Work Plan 2014e2020, 2018.

[5] http://www.fuelcelltoday.com/technologies/pemfc

[6] Larminie, James (1 May 2003). Fuel Cell Systems Explained, Second Edition. SAE International. ISBN 978-0-7680-1259-0.

[7] Nice, Karim and Strickland, Jonathan. "How Fuel Cells Work: Polymer Exchange Membrane Fuel Cells". How Stuff Works, accessed 4 August 2011.

[8] R. P. a. O'Hayre, S.-W. a. Cha, W. G. a. Colella, and F. B. a. Prinz, Fuel Cell Fundamentals, third ed./ R. O'Hayre, S.-W. Cha, W. Colella, F.B. Prinz. ed.

[9] Salameh, Z. Renewable Energy System Design, Academic Press, 2014.

[10] Wikipedia, the free encyclopedia.