

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΠΑΝΙΟΥ ΜΕ ΑΤΜΟ ΣΕ ΥΠΟΣΤΗΡΙΓΜΕΝΟΥΣ ΚΑΤΑΛΥΤΕΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

Α. Κόκκα και Π. Παναγιωτοπούλου*

Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, Ελλάδα

(* ppanagiotoπούλου@isc.tuc.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από κυψέλες καυσίμου με ενδιάμεση παραγωγή υδρογόνου (H_2) αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη και φιλική προς το περιβάλλον τεχνολογία^[1]. Ανάμεσα στις διεργασίες παραγωγής H_2 , η αναμόρφωση του υγροποιημένου αερίου του πετρελαίου (Liquefied Petroleum Gas, LPG) με ατμό παρουσιάζει ενδιαφέρον κυρίως σε απομακρυσμένες περιοχές που αντιμετωπίζουν δυσκολίες με τα υπάρχοντα ηλεκτρικά δίκτυα. Το LPG αποτελεί μίγμα υδρογονανθράκων, κυρίως προπανίου (C_3H_8) και βουτανίου (C_4H_{10}), σε ποικίλες συστάσεις ανάλογα με την πηγή προέλευσής του. Οι αντιδράσεις αναμόρφωσης του προπανίου και του βουτανίου με ατμό είναι ισχυρά ενδόθερμες, με αποτέλεσμα μέγιστες αποδόσεις σε H_2 να είναι εφικτές σε υψηλές θερμοκρασίες (τυπικά $>700^\circ C$). Εκτός από H_2 , μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το LPG μπορεί να μετατραπεί σε μεθάνιο (CH_4), αιθάνιο (C_2H_6) και αιθάνιο (C_2H_4) μέσω των αντιδράσεων μεθανοποίησης των CO και CO_2 και διάσπασης των C_3H_8 και C_4H_{10} , αντίστοιχα^[1]. Το βασικό πρόβλημα της αντίδρασης αναμόρφωσης του LPG με ατμό είναι η εναπόθεση άνθρακα, λόγω διάσπασης των CH_4 , C_2H_4 και C_2H_6 , η οποία λαμβάνει χώρα σε υψηλές θερμοκρασίες οδηγώντας σε σταδιακή απενεργοποίηση του καταλύτη. Για τον λόγο αυτό, είναι επιτακτική η ανάγκη ανάπτυξη ενεργών και σταθερών καταλυτών ικανών να μετατρέπουν εκλεκτικά το LPG σε H_2 παρεμποδίζοντας ταυτόχρονα την ανεπιθύμητη εναπόθεση άνθρακα.

Στην παρούσα εργασία μελετάται η καταλυτική συμπεριφορά υποστηριγμένων καταλυτών ευγενών μετάλλων για την αντίδραση αναμόρφωσης του προπανίου με ατμό, σε συνάρτηση της φύσης (Ni, Ru, Rh, Ir, Re, Pt) και της φόρτισης (0.5-5 wt.%) του μετάλλου, του είδους του φορέα (Al_2O_3 , SiO_2 , YSZ, CeO_2) και των λειτουργικών συνθηκών αντίδρασης (θερμοκρασία, λόγος H_2O/C , ταχύτητα χώρου). Σκοπός είναι η διερεύνηση των παραμέτρων εκείνων που επηρεάζουν την καταλυτική ενεργότητα και η ανάπτυξη ενεργών και εκλεκτικών καταλυτών. Οι καταλύτες παρασκευάστηκαν με τη μέθοδο του υγρού εμποτισμού και χαρακτηρίστηκαν με τις τεχνικές φυσικής ρόφησης αζώτου σε θερμοκρασία υγρού αζώτου (BET) και εκλεκτικής χημειορόφησης με H_2 . Τα πειράματα καταλυτικής ενεργότητας πραγματοποιήθηκαν στη θερμοκρασιακή περιοχή $400-800^\circ C$ με σύσταση τροφοδοσίας αποτελούμενη από 4.5% C_3H_8 , 0.15% Ar και 44% H_2O (σε He). Ανάμεσα στα μέταλλα που εξετάστηκαν, βέλτιστη συμπεριφορά παρουσιάζει ο καταλύτης Rh, η ενεργότητα και εκλεκτικότητα του οποίου βελτιώνεται περαιτέρω με αύξηση της φόρτισης σε Rh. Τα αποτελέσματα από την επίδραση της φύσης του φορέα έδειξαν ότι όταν το Rh διασπείρεται σε φορέα YSZ παρουσιάζει καλύτερη συμπεριφορά σε σχέση με τον φορέα CeO_2 , ενώ οι φορείς Al_2O_3 και SiO_2 παρουσιάζουν ενδιάμεση συμπεριφορά. Ο ειδικός ρυθμός της αντίδρασης (TOF) μεταβάλλεται περίπου κατά μία τάξη μεγέθους ακολουθώντας τη σειρά $CeO_2 < SiO_2 < Al_2O_3 < YSZ$. Η μετατροπή του C_3H_8 και η εκλεκτικότητα ως προς H_2 ενισχύονται αυξάνοντας τον λόγο H_2O/C στην τροφοδοσία από 1.2 σε 3.3. Τα αποτελέσματα φανερώνουν ότι κατάλληλος συνδυασμός μετάλλου-φορέα και λειτουργικών συνθηκών μπορεί να οδηγήσει στην εκλεκτική παραγωγή H_2 .

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της Δράσης ΕΡΕΥΝΩ - ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ - ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ και συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ) (Κωδικός έργου: Τ1ΕΔΚ-02442).



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Faria E.C., Rabelo-Neto R.C., Colman R.C., Ferreira R.A.R., Hori C.E., Noronha F.B., (2016) Catal. Letters. 146: 2229–2241.