

ΞΗΡΗ ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗ ΜΕΘΑΝΙΟΥ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ ΣΕ ΥΠΟΣΤΗΡΙΓΜΕΝΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥΣ ΚΑΤΑΛΥΤΕΣ: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ

A. Ανδρουλάκης, I. Γεντεκάκης* και Π. Παναγιωτοπούλου**

Σχολή Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, Ελλάδα

(*yyentek@isc.tuc.gr; **ppanagiotopoulou@chenvenq.tuc.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αντίδραση της ξηρής αναμόρφωσης του μεθανίου (Dry Methane Reforming, DRM) παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια παρέχοντας σημαντικά πλεονεκτήματα συμπεριλαμβανομένης της ταυτόχρονης ελαχιστοποίησης των εκπομπών CH₄ και CO₂, και της αξιοποίησης του ευρέως παραγόμενου βιοαερίου [1]. Παράλληλα, το παραγόμενο αέριο σύνθεσης αποτελεί κατάλληλο καύσιμο για την παραγωγή ενέργειας με χρήση κυψελών καυσίμου στερεού ηλεκτρολύτη (SOFCs) ή μεμβράνης ανταλλαγής πρωτονίων (PEM-FCs) μετά την ελαχιστοποίηση του CO για την αποφυγή της δηλητηρίασης των ηλεκτροδίων Pt. Βασικό μειονέκτημα της αντίδρασης αποτελεί η εναπόθεση άνθρακα στην καταλυτική επιφάνεια που πραγματοποιείται μέσω διάσπασης του μεθανίου ή/και της αντίδρασης Boudouard οδηγώντας σε σταδιακή απενεργοποίηση του καταλύτη. Για τον λόγο αυτό είναι επιτακτική η ανάγκη ανάπτυξης ενεργών και εκλεκτικών καταλυτών με υψηλή ανθεκτικότητα στην εναπόθεση άνθρακα ικανών να οδηγούν στην παραγωγή αερίου σύνθεσης με αναλογία H₂/CO κοντά στη μονάδα.

Στην παρούσα εργασία μελετάται η επίδραση της φύσης του μετάλλου (Rh, Ru, Pt, Ir, Ni, Pt, Re) και του φορέα (Al₂O₃, CeO₂, TiO₂, YSZ, ZrO₂) στην καταλυτική συμπεριφορά και τη σταθερότητα για την αντίδραση DRM. Οι καταλύτες παρασκευάστηκαν με τη μέθοδο του υγρού εμποτισμού και χαρακτηρίστηκαν με τεχνικές φυσικής ρόφησης αζώτου (BET) και εκλεκτικής χημειορόφησης με H₂. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στη θερμοκρασιακή περιοχή 400-750°C με στοιχειομετρική σύσταση τροφοδοσίας αποτελούμενη από 50%CO₂+50%CH₄. Βρέθηκε ότι η καταλυτική ενεργότητα επηρεάζεται σημαντικά από τη φύση του μετάλλου με τον εγγενή ρυθμό της αντίδρασης (TOF) να αυξάνεται έως και δύο τάξεις μεγέθους ακολουθώντας τη σειρά Re<Pt<Ni<Ir<Rh<Ru. Η επίδραση της φύσης του φορέα εξετάστηκε σε καταλύτες Rh και Ru (0.5 wt.%) υποστηριγμένους σε εμπορικά οξειδία μετάλλων και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, και στις δύο περιπτώσεις, η ενεργότητα είναι υψηλότερη όταν το μέταλλο διασπείρεται στο φορέα ZrO₂ και χαμηλότερη όταν διασπείρεται στο φορέα CeO₂. Οι βέλτιστοι καταλύτες 0.5%Rh/ZrO₂ και 0.5%Ru/ZrO₂ υποβλήθηκαν σε μακροχρόνια πειράματα σταθερότητας στους 750°C για 30 ώρες αντίδρασης. Βρέθηκε ότι ο καταλύτης 0.5%Rh/ZrO₂ εμφανίζει εξαιρετική σταθερότητα ενώ ο καταλύτης 0.5%Ru/ZrO₂ παρουσιάζει ελαφριά μείωση των μετατροπών CO₂ και CH₄ κατά 5% και 10%, αντίστοιχα. Παράλληλα πραγματοποιήθηκαν πειράματα υπέρυθρης φασματοσκοπίας σε επιλεγμένους καταλύτες με σκοπό τον προσδιορισμό της φύσης και του πληθυσμού των ενδιάμεσων επιφανειακών ειδών και τη διερεύνηση του μηχανισμού της αντίδρασης.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Ξηρή αναμόρφωση μεθανίου, Υδρογόνο, Βιοαέριο, Αέριο σύνθεσης, καταλύτες ευγενών μετάλλων

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[1] Yentekakis I.V., Panagiotopoulou P., Artemakis G. (2021) Applied Catalysis B: Environmental 296: 120210.

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: Τ2ΕΔΚ-00955).

