

## ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΗ ΔΕΣΜΕΥΣΗ ΚΑΙ ΜΕΘΑΝΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΜΕ ΦΥΣΙΚΗ ΑΝΑΜΙΞΗ ΔΥΟ ΥΛΙΚΩΝ: Na<sub>2</sub>O/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> και Ni(Ru)/Pr-CeO<sub>2</sub>

Α. Τσιότσιας<sup>1</sup>, Π. Μανωλόπουλος<sup>1</sup>, Ν.Δ. Χαρισίου<sup>1</sup>, Μ.Α. Γούλα<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Εργαστήριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Περιβαλλοντικής Κατάλυσης (LAFEC), Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Κοζάνη, Ελλάδα

\*[mgoula@uowm.gr](mailto:mgoula@uowm.gr)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αντίδραση της μεθανοποίησης του CO<sub>2</sub> στοχεύει στη δημιουργία ενός κλειστού κύκλου άνθρακα με αξιοποίηση του δεσμευμένου CO<sub>2</sub> από βιομηχανικά απαέρια καύσης και δυνατότητα αποθήκευσης της περίσσειας ανανεώσιμης ενέργειας με τη μορφή συνθετικού φυσικού αερίου (μεθανίου) [1,2]. Οι διεργασίες της προσρόφησης και της μεθανοποίησης μπορούν να πραγματοποιηθούν σε ένα συνδυασμένο κύκλο, στην ίδια θερμοκρασία, με τη χρήση ενός δι-λειτουργικού υλικού, το οποίο περιέχει τόσο ροφητικά, όσο και καταλυτικά ενεργές φάσεις [3]. Το υλικό αυτό μπορεί να παρασκευαστεί και με φυσική ανάμιξη δύο ξεχωριστών υλικών, ενός ροφητή και ενός καταλύτη. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία, ήταν: ροφητής 12% Na<sub>2</sub>O/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> και καταλύτης 10% Ni/ Ce<sub>0.9</sub>Pr<sub>0.1</sub>O<sub>2-δ</sub> ή 1% Ru, 10% Ni/ Ce<sub>0.9</sub>Pr<sub>0.1</sub>O<sub>2-δ</sub>, σε διαφορετικές αναλογίες. Οι ισοθερμοκρασιακοί κύκλοι προσρόφησης-μεθανοποίησης πραγματοποιήθηκαν με αρχική ροή μίγματος αραιωμένου CO<sub>2</sub> (προσρόφηση), καθαρισμό με Ar και στη συνέχεια υδρογόνωση υπό ροή 10% H<sub>2</sub>/Ar (μεθανοποίηση). Η ανάλυση των αερίων πραγματοποιούταν με αναλυτή φασματομέτρου μαζών.

Αρχικά, ο φυσικοχημικός χαρακτηρισμός των υλικών έδειξε πως ο ροφητής αποτελούταν από ενεργά ροφητικές θέσεις Al-O<sup>-</sup>-Na<sup>+</sup>, με υψηλή διασπορά Na<sup>+</sup>, και πως οι καταλύτες αποτελούταν από μετρίου-μεγέθους νανοσωματίδια Ni, με το Ru στο διμεταλλικό καταλύτη να είναι ατομικά διεσπαρμένο, ή με τη μορφή μικρών clusters. Οι αρχικές καταλυτικές δοκιμές στους 300 °C έδειξαν πως η βέλτιστη αναλογία βάρους καταλύτη: ροφητή ήταν 1:3, κάτι που οδήγησε και στην υψηλότερη απόδοση σε μεθάνιο σε σχέση με τις υπόλοιπες αναλογίες βάρους. Στη συνέχεια, οι δοκιμές σταθερότητας με διαδοχικούς κύκλους προσρόφησης-μεθανοποίησης στους 300 °C έδειξαν πως τα υλικά χαρακτηρίζονταν από εξαιρετική ενεργότητα και σταθερότητα, ακόμη και παρουσία O<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O κατά το στάδιο της προσρόφησης (O<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O περιέχονται σε βιομηχανικά απαέρια καύσης), κάτι που οφείλεται στην εξαιρετική αναγωγισιμότητα της κύριας μεταλλικής ενεργής φάσης του Ni που υποστηρίζεται στο υπόστρωμα Ce<sub>0.9</sub>Pr<sub>0.1</sub>O<sub>2-δ</sub> (CeO<sub>2</sub> τροποποιημένο με Pr). Η παρουσία της δεύτερης μεταλλικής φάσης 1% Ru στο διμεταλλικό καταλύτη μπορεί να αυξήσει περαιτέρω την αναγωγισιμότητα και την τελική παραγωγή CH<sub>4</sub>, ιδιαίτερα παρουσία O<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O κατά το στάδιο της προσρόφησης.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Δέσμευση CO<sub>2</sub>; Μεθανοποίηση CO<sub>2</sub>; Δι-λειτουργικά υλικά; Διμεταλλικοί καταλύτες; Αναγωγισιμότητα.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Tsiotsias AI, Charisiou ND, Harkou E, Hafeez S, Manos G, Constantinou A, Hussien AGS, Dabbawala AA, Sebastian V, Hinder SJ, Baker MA, Polychronopoulou K, Goula MA. (2022). *Appl. Catal. B: Environ.*, 318, 121836.
- [2] Tsiotsias AI, Charisiou ND, Italiano C, Ferrante GD, Pino L, Vita A, Sebastian V, Hinder SJ, Baker MA, Sharan A, Singh N, Polychronopoulou K, Goula MA. (2024). *Appl. Surf. Sci.*, 646, 158945.
- [3] Tsiotsias AI, Charisiou ND, Yentekakis IV, Goula MA. (2020). *Catalysts*, 10, 812.