

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΡΟΦΗΤΙΚΩΣ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗΣ ΑΤΜΟΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΜΕΘΑΝΙΟΥ ΜΕΤΑ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΝΑΔΡΑΣΕΩΣ ΣΕ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΚΛΙΝΗΣ

Μ. Νικηφοράκης¹, Θ. Παπαλάς¹, Α. Αντζάρα¹, Α. Λεμονίδου^{1*}

¹Εργαστήριο Πετροχημικής Τεχνολογίας, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
(*alemonidou@cheng.auth.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ευρεία χρήση του H₂ ως βιομηχανικό αέριο αλλά και η πολλά υποσχόμενη δυναμική του ως καύσιμο σε συνδυασμό με στόχους που τίθενται από τη διεθνή κοινότητα για μείωση των εκπομπών CO₂, έχουν υποκινήσει τη μελέτη και την ανάπτυξη διεργασιών παραγωγής του εν λόγω αερίου δια λιγότερο ρυπογόνων και αρκούντως αποδοτικών μεθόδων. Εν έτει 2014, το 64% της παγκόσμιας παραγωγής H₂ αποδόθηκε σε διεργασίες έχουσες ως πρώτη ύλη το CH₄, εξ αυτών, επικρατέστερη και πλέον εφαρμοζόμενη είναι η Ατμοαναμόρφωση Μεθανίου (Steam Methane Reforming-SMR)^[1]. Στα πλαίσια που προδιαγράφονται από τα προαναφερθέντα, συνήχθη και η Ροφητικής-Ενισχυμένη Ατμοαναμόρφωση Μεθανίου μετά Χημικής Αναδράσεως (Sorption Enhanced Chemical Looping Steam Methane Reforming-SE-CL-SMR). Κατ' αυτήν, οι αντιδράσεις αναμόρφωσης με ατμό και μετάθεσης νερού λαμβάνουν χώρα σε κοινό αντιδραστήρα ο οποίος περιέχει τον καταλύτη αναμόρφωσης/υλικό μεταφοράς οξυγόνου (Oxygen Transfer Material-OTM) και ένα στερεό ροφητικό, όπως το CaO. Το OTM ανάγεται από το CH₄ και εν συνεχεία καταλύει τις αντιδράσεις, ενώ το παραγόμενο CO₂ δεσμεύεται από το ροφητικό υλικό. Στο 2^ο στάδιο της διεργασίας το OTM οξειδώνεται εκλύοντας θερμότητα η οποία χρησιμοποιείται επί τόπου για τη διάσπαση του σχηματιζόμενου CaCO₃^[2].

Στην παρούσα εργασία μελετάται η ανάπτυξη ενός μοντέλου για την περιγραφή της διεργασίας SE-CL-SMR σε ένα σύστημα αντιδραστήρων σταθερής κλίνης. Η συγκεκριμένη διεργασία, παρουσιάζει υψηλότερο βαθμό μετατροπής CH₄ και απόδοση σε H₂, καθώς και μειωμένο θερμικό καθήκον, έναντι της συμβατικής αναμόρφωσης^[2]. Η προσομοίωση της προτεινόμενης διεργασίας αναμόρφωσης γίνεται στη βάση της χρήσης συγκεκριμένων υλικών ως OTM/καταλύτη αναμόρφωσης και ροφητικό CO₂, τα οποία έχουν αναπτυχθεί προηγουμένως από την ερευνητική μας ομάδα. Συγκεκριμένα, το OTM αποτελείται από NiO υποστηριγμένο σε εμπορικό φορέα ZrO₂ (φόρτιση 40% κ.β.), ενώ το ροφητικό υλικό, από CaO ενισχυμένο με CaZrO₃ (φόρτιση 66% κ.β.). Τα παραπάνω υλικά επιλέχθηκαν ως τα πλέον βέλτιστα λόγω της σταθερής τους συμπεριφοράς με βάση τη διεξοδική αξιολόγηση τους σε μονάδες εργαστηριακής κλίμακας^[3-5]. Το εν λόγω μοντέλο χαρακτηρίζεται ως δυναμικό, μη-ισοθερμοκρασιακό και ετερογενές και σκοπό έχει να προσομοιάσει την λειτουργία του αντιδραστήρα αναμόρφωσης σε μεγάλο εύρος συνθηκών λειτουργίας και τροφοδοσίας. Οι εξισώσεις εκ των οποίων συνίσταται το μοντέλο είναι τα μερικά ισοζύγια μάζας, το ισοζύγιο ενέργειας της αέριας φάσης, τα ισοζύγια ενέργειας των υλικών (ροφητικό υλικό και OTM/καταλύτης αναμόρφωσης) και το ισοζύγιο ορμής, εν συνόλω 14 το πλήθος μερικές διαφορικές εξισώσεις. Η επίλυση αυτών και η γενικότερη προσομοίωση της διεργασίας γίνεται με χρήση του λογισμικού MATLAB®.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Adolf J, Balzer CH, Louis J, Schabla IU. (2017). *Shell Hydrogen Study*, Shell Deutschland Oil GmbH: Hamburg
- [2] Antzara A, Heracleous E, Lemonidou AA. (2016). *Appl. Energy*, 180: 457-471.
- [3] Ipsakis D, Heracleous E, Silvester L, Bukur DB, Lemonidou AA. (2017). *Chem. Eng. J.*, 308: 840-852.
- [4] Antzara A, Heracleous E, Silvester L, Bukur DB, Lemonnidou AA. (2016). *Cat. Today*, 272: 32-41.
- [5] Antzara A, Heracleous E, Lemonidou AA. (2015), *Appl. Energy*, 156: 331-343.