

ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΥ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ

Γ. Γιαννακάκης¹, Ζ. Σκούφα¹, Ε. Ηρακλέους^{2,3}, Α. Α. Λεμονίδου^{1,2}

¹Εργαστήριο Πετροχημικής Τεχνολογίας, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

²Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών & Ενεργειακών Πόρων (ΙΔΕΠ), ΕΚΕΤΑ, Θεσσαλονίκη

³Σχολή Επιστημών και Τεχνολογίας, Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδας, Θεσσαλονίκη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η καταλυτική οξειδωτική αφυδρογόνωση του αιθανίου αποτελεί μια εναλλακτική μέθοδο παραγωγής αιθυλενίου με ιδιαίτερο τεχνολογικό και οικονομικό ενδιαφέρον και σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι της συμβατικής μεθόδου της ατμοπυρόλυσης [1]. Ανάμεσα στα διάφορα καταλυτικά συστήματα που έχουν προταθεί για την οξειδωτική αφυδρογόνωση του αιθανίου, ο καταλύτης $\text{Ni}_{0.85}\text{Nb}_{0.15}\text{O}_x$ παρουσιάζει υψηλή ενεργότητα και εκλεκτικότητα σε χαμηλές θερμοκρασίες ($\leq 400^\circ\text{C}$) [2]. Εκτός από την ανάπτυξη κατάλληλου καταλυτικού συστήματος, η επιτυχής βιομηχανική εφαρμογή της διεργασίας οξειδωτικής αφυδρογόνωσης αιθανίου απαιτεί λεπτομερή σχεδιασμό των σχεδιαστικών και λειτουργικών παραμέτρων του αντιδραστήρα. Παράγοντες που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον σχεδιασμό του αντιδραστήρα είναι, μεταξύ άλλων, η ταυτόχρονη παρουσία αλκανίου/οξυγόνου στην τροφοδοσία που οδηγεί σε ανεπιθύμητες αντιδράσεις ολικής οξείδωσης, καθώς και ο εξώθερμος χαρακτήρας των αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη σημαντικών σχεδιαστικών και λειτουργικών παραμέτρων του αντιδραστήρα, μέσω υπολογιστικής προσομοίωσης της λειτουργίας ενός αντιδραστήρα οξειδωτικής αφυδρογόνωσης παρουσία καταλύτη $\text{Ni}_{0.85}\text{Nb}_{0.15}\text{O}_x$ με τη χρήση υπολογιστικού προγράμματος γραμμένου σε κώδικα Matlab. Ως βάση για τη μελέτη προσομοίωσης αξιοποιήθηκε λεπτομερές μηχανιστικό μοντέλο [3], ενώ οι παράμετροι που μελετήθηκαν αφορούν αρχικά τη θερμοκρασία και πίεση λειτουργίας, καθώς και τον λόγο $\text{C}_2\text{H}_6/\text{O}_2$ στην τροφοδοσία. Μελετήθηκε επίσης εκτενώς η λειτουργία του αντιδραστήρα με σταδιακή προσθήκη οξυγόνου στην τροφοδοσία (καταλυτικός αντιδραστήρας πολλαπλών κλινών), με σκοπό την αύξηση της απόδοσης προς αιθυλένιο μέσω του περιορισμού των ανεπιθύμητων αντιδράσεων ολικής οξείδωσης, αλλά και της αποδοτικότερης διαχείρισης της παραγόμενης θερμότητας κατά μήκος του καταλυτικού αντιδραστήρα.

Σε συνδυασμό με πειραματικά δεδομένα [4], προσδιορίστηκαν οι βέλτιστες τιμές των παραμέτρων που εξετάστηκαν με σκοπό τη μεγιστοποίηση της απόδοσης προς αιθυλένιο. Πραγματοποιήθηκε λεπτομερής σχεδιασμός του αντιδραστήρα πολλαπλών κλινών με σταδιακή προσθήκη οξυγόνου, μέσω παραμετρικής μελέτης σημαντικών σχεδιαστικών μεγεθών (σύσταση τροφοδοσίας σε κάθε κλίνη, συντελεστής μεταφοράς θερμότητας, ψυκτικό μέσο, κ.ά.) και διαπιστώθηκε η δυνατότητα αύξησης της απόδοσης προς αιθυλένιο. Τέλος, στο πλαίσιο της ενεργειακής μελέτης που διενεργήθηκε, αποδείχθηκε ότι η σταδιακή προσθήκη οξυγόνου στον αντιδραστήρα έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μικρότερων ποσών θερμότητας λόγω θερμοτονισμού των αντιδράσεων, εξαιτίας της υψηλότερης εκλεκτικότητας αλλά και των χαμηλότερων ρυθμών αντίδρασης που καταγράφονται για τον αντιδραστήρα πολλαπλών κλινών. Παράλληλα επιτυγχάνεται καλύτερη κατανομή της παραγόμενης θερμότητας κατά μήκος του αντιδραστήρα, καθιστώντας αποτελεσματικότερη την απαγωγή της μέσω συστήματος ψύξης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] F. Cavani, N. Ballarini, A. Cericola, Catal. Today. 127 (2007) 113-131.
- [2] E. Heracleous, A.A. Lemonidou, J. Catal. 237 (2006) 162-174.
- [3] E. Heracleous, A.A. Lemonidou, J. Catal. 237 (2006) 175-189.
- [4] Z. Skoufa, E. Heracleous, A.A. Lemonidou, Chem. Eng. Sci. 84 (2012) 48-56.