

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ CO₂ ΣΕ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΗΣ ΚΛΙΝΗΣ ΠΛΗΡΩΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΜΕ ΥΔΑΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΑΜΙΝΗΣ**Μ. Καντούρος¹, Π. Καζεπίδης², Α. Παπαδόπουλος², Π. Σεφερλής^{1,*}**¹Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα²Εθνικό Κέντρο Έρευνας & Τεχνολογικής Ανάπτυξης, Θέρμη, Ελλάδα(*seferlis@auth.gr)**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Σήμερα η δέσμευση CO₂ με χρήση διαλυτών πραγματοποιείται σε συμβατικές κλίνες απορρόφησης πληρωτικού υλικού. Οι κλίνες αυτές απαιτούν πολύ μεγάλο όγκο για την αποτελεσματική επεξεργασία των μεγάλων ογκομετρικών ροών βιομηχανικών αερίων. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονη ερευνητική προσπάθεια για την κλιμάκωση αντιδραστήρων περιστρεφόμενης κλίνης πληρωτικού υλικού (ΠΚΛ- rotating packed bed). Οι αντιδραστήρες αυτοί εκμεταλλεύονται την περιστροφή του πληρωτικού υλικού επιτρέπουν μεγάλη εντατικοποίηση των φαινομένων μεταφοράς μάζας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δυνατότητα μείωσης του όγκου του εξοπλισμού περίπου 10-15 φορές, οδηγώντας σε μεγάλη μείωση του κόστους επένδυσης και λειτουργίας μονάδων δέσμευσης CO₂^[1]. Η αποτελεσματική μοντελοποίηση των μονάδων απορρόφησης ΠΚΛ είναι υψίστης σημασίας για την λεπτομερή προσομοίωση της απορρόφησης CO₂ με υδατικά διαλύματα αμίνης. Τα υπάρχοντα μοντέλα ενσωματώνουν απλουστευμένες παραδοχές και δεν αποτυπώνουν τις ταυτόχρονες μεταβολές κρίσιμων φαινομένων που συμβαίνουν στο εσωτερικό του ΠΚΛ, όπως ο ρυθμός απορρόφησης CO₂, οι θερμοκρασίες υγρού και αερίου, καθώς και η πτώση πίεσης^[2-3].

Η παρούσα εργασία αντιμετωπίζει αυτές τις προκλήσεις αναπτύσσοντας ένα μαθηματικό μοντέλο για το σχεδιασμό και την προσομοίωση της δέσμευσης CO₂ χρησιμοποιώντας μονοαιθανολαμίνη (MEA) ως διαλύτη. Πιο συγκεκριμένα, αναπτύχθηκε για λειτουργία μόνιμης κατάστασης και ενσωματώνει τους ρυθμούς μεταφοράς μάζας των συστατικών μεταξύ των δύο φάσεων. Σε αντίθεση με προηγούμενες μελέτες, το μοντέλο αποτυπώνει αποτελεσματικά όλα τα προαναφερόμενα κρίσιμα φαινόμενα ταυτόχρονα. Βασίζεται στις θεμελιώδεις αρχές των εξισώσεων ισοζυγίου μάζας και ενέργειας και ενσωματώνει τη μέθοδο αρχικών τιμών για την επίλυση τους. Η θεωρία διπλού φιλμ (two-film theory) χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση της μεταφοράς μάζας. Η επικύρωση του μοντέλου βασίστηκε σε πειραματικά δεδομένα της βιβλιογραφίας για διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας^[4]. Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων παρουσιάζουν εξαιρετική συμφωνία με τα πειραματικά δεδομένα για διάλυμα MEA 30 κ.β.%, συγκρίνοντας τα αντίστοιχα σε σύσταση CO₂ διαλύματα. Η ανάλυση των φαινομένων κατά την απορρόφηση CO₂ παρέχει σημαντικές πληροφορίες για τις μεταβολές των βασικών παραμέτρων κατά μήκος της ακτίνας, όπως η επίδραση της πτώσης πίεσης και της θερμοκρασίας. Η παρατηρούμενη μείωση της πίεσης του αερίου και η απότομη πτώση κοντά στην εσωτερική ακτίνα καταδεικνύουν τη σημαντική επίδραση των απωλειών λόγω τριβής. Επιπλέον, προσομοιάζεται η επίδραση της εξώθερμης αντίδρασης μεταξύ CO₂ και αμίνης, στα προφίλ θερμοκρασιών των δύο φάσεων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: αντιδραστήρες απορρόφησης περιστρεφόμενης κλίνης, δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), υδατικά διαλύματα αμίνης, εντατικοποίηση φαινομένων μεταφοράς μάζας, μοντελοποίηση διεργασίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Hendry, J. R., Lee, J. G., & Attidekou, P. S. (2020). *Pressure drop and flooding in rotating packed beds. Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, 151, 107908.
- [2] Qian, Z., Xu, L., Cao, H., & Guo, K. (2009). *Modeling study on absorption of CO₂ by aqueous solutions of N-methyldiethanolamine in rotating packed bed. Industrial & engineering chemistry research*, 48(20), 9261-9267.
- [3] Yi, F., Zou, H. K., Chu, G. W., Shao, L., & Chen, J. F. (2009). *Modeling and experimental studies on absorption of CO₂ by Benfield solution in rotating packed bed. Chemical Engineering Journal*, 145(3), 377-384.
- [4] Jassim, M. S. (2002). *Process intensification: absorption and desorption of carbon dioxide from monoethanolamine solutions using Higee technology (Doctoral dissertation, Newcastle University)*.