

ΠΡΟΣΟΜΙΩΣΗ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΝ ΜΕ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΜΕ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΝΕΡΟ/ΙΟΝΤΙΚΟ ΥΓΡΟ

Κ. Καλλίτσης*, Γ. Παππά, Ε. Βουτσάς

Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα, Ελλάδα

(*kkallitsis@yahoo.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια, τα συστήματα ψύξης αποτελούν μια σημαντική τεχνολογία, τόσο στον οικιακό όσο και στο βιομηχανικό τομέα. Ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί στους ψυκτικούς κύκλους με απορρόφηση, οι οποίοι, σε αντίθεση με τους κύκλους με συμπίεση ατμών, που απαιτούν μηχανικό έργο, χρησιμοποιούν θερμότητα σχετικά χαμηλής θερμοκρασίας και αμελητέο μηχανικό έργο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η κύρια κατανάλωση ενέργειας σε έναν κύκλο με απορρόφηση να είναι φθηνότερη από την ενέργεια που χρησιμοποιείται στον κύκλο συμπίεσης^[1]. Σήμερα, ένα εργαζόμενο ζεύγος ψυκτικού/απορροφητικού μέσου που χρησιμοποιούνται ευρύτατα είναι το H₂O/LiBr. Ωστόσο, το υδατικό διάλυμα LiBr είναι επιρρεπές σε κρυστάλλωση και έχει έντονα διαβρωτικό χαρακτήρα^[2]. Έτσι, η αναζήτηση νέων εργαζόμενων ζευγών αποτελεί τομέα σημαντικής έρευνας. Στα πλαίσια αυτά, τα τελευταία χρόνια, η ακαδημαϊκή κοινότητα διερευνά τη χρήση ιοντικών υγρών ως μέσα απορρόφησης νερού^[2,3]. Τα ιοντικά υγρά είναι οργανικά άλατα, στα οποία τα ιόντα συγκρατούνται με σχετικά ασθενείς ηλεκτροστατικές δυνάμεις, με αποτέλεσμα οι ουσίες αυτές να βρίσκονται σε υγρή κατάσταση ακόμα και σε θερμοκρασία δωματίου ή χαμηλότερα^[2,3]. Τα ιοντικά υγρά χαρακτηρίζονται από εξαιρετικές ιδιότητες, όπως αμελητέα τάση ατμών, μη ευφλεκτότητα, καλή θερμική σταθερότητα και μεγάλο εύρος θερμοκρασιών που βρίσκονται στην υγρή κατάσταση, με αποτέλεσμα, να παρουσιάζουν την προοπτική να αντικαταστήσουν τα συμβατικά μέσα απορρόφησης στους ψυκτικούς κύκλους.

Σκοπός της εργασίας είναι ο προσδιορισμός των ιοντικών υγρών που παρουσιάζουν τις καλύτερες προοπτικές σε σύγκριση με το LiBr και η συσχέτιση της απόδοσης του ψυκτικού κύκλου με τη δομή του ιοντικού υγρού και τις θερμοδυναμικές ιδιότητες του εργαζόμενου συστήματος.

Για το λόγο αυτό, μελετήθηκε ο ψυκτικός κύκλος με απορρόφηση, με χρήση του εμπορικού προσομοιωτή Aspen Plus V8.8. Εξετάστηκε μια σειρά από ιμιδαζολικά ιοντικά υγρά, ως απορροφητικά μέσα, με διάφορα ανιόντα, καθώς και κατιόντα με διαφορετικό μήκος ανθρακικής αλυσίδας. Για την περιγραφή της ισορροπίας φάσεων του συστήματος H₂O/ιοντικού υγρού χρησιμοποιήθηκε το θερμοδυναμικό μοντέλο UNIFAC. Επιπλέον, απαραίτητη πληροφορία για την ορθή προσομοίωση του ψυκτικού κύκλου αποτελεί η ειδική θερμοχωρητικότητα των καθαρών ιοντικών υγρών. Λόγω του περιορισμένου αριθμού πειραματικών μετρήσεων στη βιβλιογραφία, για την πρόρρηση της ειδικής θερμοχωρητικότητας, χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία συνεισφοράς ομάδων, τροποποιημένη, ώστε να περιγράφει τα διαθέσιμα δεδομένα. Για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων, πραγματοποιήθηκε προσομοίωση και του εργαζόμενου συστήματος H₂O/LiBr.

Από τις προσομοιώσεις που πραγματοποιήθηκαν προέκυψε ότι, μεγαλύτερη επίδραση στην απόδοση του ψυκτικού κύκλου παρουσιάζει η επιλογή του ανιόντος στο ιοντικό υγρό. Όσον αφορά την επίδραση του κατιόντος, φάνηκε ότι, αύξηση του μήκους της ανθρακικής αλυσίδας του ιμιδαζολίου οδηγεί σε χαμηλότερη απόδοση. Επιπλέον, σε αντίθεση με βιβλιογραφικές αναφορές, δεν παρατηρήθηκε σαφής συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης του ψυκτικού κύκλου και της ελάχιστης τιμής της ελεύθερης ενέργειας Gibbs του εργαζόμενου συστήματος. Τέλος, από τα ιοντικά υγρά που εξετάστηκαν, τα [DMIM]-[Cl] και [DMIM]-[Br] φαίνεται να παρουσιάζουν τις καλύτερες προοπτικές, αφού, οι ψυκτικοί τους κύκλοι εμφανίζουν ελαφρώς χαμηλότερους συντελεστές λειτουργίας, COP, σε σχέση με τον αντίστοιχο του LiBr.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Somers C, Mortazavi A, Hwang Y, Radermacher R, Rodgers P, Al-Hashimi S. (2011). *Applied Energy*, 88: 4197-4205
- [2] Dong L, Zheng D, Li J, Nie N, Wu X. (2013). *Fluid Phase Equilibria*, 348: 1-8
- [3] Ren J, Zhao Z, Zhang X. (2011). *J. Chem. Thermodynamics*, 43: 576-583