

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΣΗΣ H₂ ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ ΠΑΛΛΑΔΙΟΥ

Χ. Ματσούκα^{1,*}, Ν. Λαζαρίδου¹, Δ. Κουτσονικόλας¹, Α. Ασημακοπούλου¹, Γ. Καραγιαννάκης¹

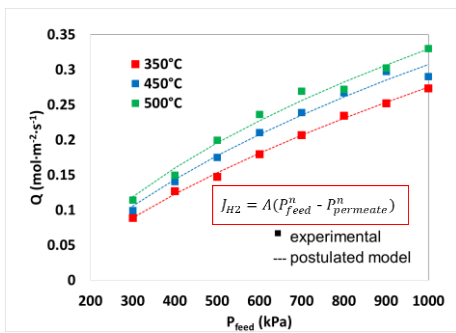
¹Εργαστήριο Καινοτόμων Τεχνολογιών και Προηγμένων Υλικών-ARTEMIS, Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών & Ενεργειακών Πόρων-ΙΔΕΠ, Εθνικό Κέντρο Έρευνας & Τεχνολογικής Ανάπτυξης-ΕΚΕΤΑ, 57001, Θέρμη, Θεσσαλονίκη

(*ch.matsouka@certh.gr)

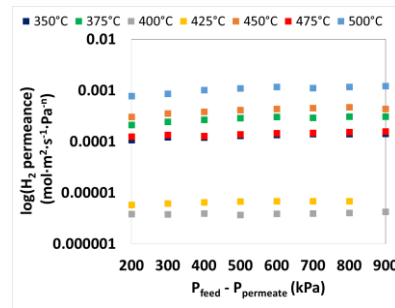
ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το υδρογόνο αποτελεί ένα πολλά υποσχόμενο καθαρό εναλλακτικό καύσιμο για εφαρμογές μικρής και μεγάλης κλίμακας, όπου οι απαιτήσεις καθαρότητας διαφέρουν ανάλογα με την τελική εφαρμογή του^[1]. Ανάμεσα στις διάφορες μεθόδους παραγωγής υδρογόνου, οι τεχνολογίες μεμβρανών διαχωρισμού εμφανίζουν εγγενή πλεονεκτήματα, όπως χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, ευέλικτη και εύκολη λειτουργία και γραμμική και απλή κλιμάκωση μεγέθους^{[1],[2]}. Σε αντίθεση με τις συμβατικές μεθόδους προσρόφησης, έχουν τη δυνατότητα να εκτελούν συνεχή διαχωρισμό, μειώνοντας το λειτουργικό κόστος. Για την παραγωγή H₂ υψηλής καθαρότητας σε ένα στάδιο έχουν προταθεί οι μεταλλικές μεμβράνες παλλαδίου, οι οποίες παρουσιάζουν σχεδόν 100% εκλεκτικότητα H₂ και υψηλή διαπερατότητα H₂ σε μεσαίες και υψηλές θερμοκρασίες^{[2],[3]}.

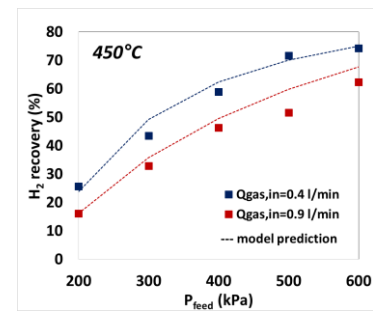
Το αντικείμενο της εργασίας είναι η αξιολόγηση της διαπέρασης υδρογόνου και της διαχωριστικής ικανότητας σύνθετων εμπορικών μεμβρανών παλλαδίου (Mr.Hydrogen®, REB-Research & Consulting). Για το σκοπό αυτό, πραγματοποιήθηκαν πειράματα διαπέρασης με χρήση καθαρού H₂ σε θερμοκρασίες 300°C-500°C και για ΔΡ μεταξύ 200-900 kPa. Προκύπτει ότι η ροή του H₂ διαμέσου της μεμβράνης αυξάνεται με αύξηση της πίεσης τροφοδοσίας και της θερμοκρασίας (Σχήμα 1). Με χρήση του νόμου Sieverts^{[3],[4]}, υπολογίζεται ο εκθετικός παράγοντας εξάρτησης της ροής από την πίεση, n , για τη βελτιστοποίηση της αξιολόγησης και τη μελέτη του μηχανισμού διαπέρασης. Ο παράγοντας n κυμαίνεται μεταξύ 0.41-0.56, υποδηλώνοντας ότι η διαπέραση καθορίζεται από τη διάχυση του ατομικού υδρογόνου διαμέσου του μετάλλου στις θερμοκρασιακές περιοχές 300°C > T > 400°C και 425°C > T > 500°C. Στους 400°C και 425°C και για 0.78 < n < 0.81, συμπεραίνεται ότι η διαπέραση καθορίζεται από τη διάχυση και τη διάσπαση (dissociation) του υδρογόνου στην επιφάνεια της μεμβράνης. Από το Σχήμα 2 προκύπτει ότι η διαπέραση του H₂ παραμένει σταθερή με αύξηση του ΔΡ και λαμβάνει μέγιστη τιμή στους 500°C. Ωστόσο, η πολύπλοκη δομή της σύνθετης μεμβράνης επηρεάζει τη διαπέραση στους 400°C και 425°C, όπου λαμβάνεται η χαμηλότερη τιμή της. Η αξιολόγηση της διαχωριστικής ικανότητας της μεμβράνης πραγματοποιήθηκε με χρήση αέριου μίγματος H₂ με αδρανή αέρια σε θερμοκρασίες 300°C-450°C, ΔΡ μεταξύ 200-600 kPa και για διάφορες ροές εισόδου. Προκύπτει ότι η ανάκτηση H₂ αυξάνεται με αύξηση του ΔΡ με μέγιστη τιμή στους 450°C (Σχήμα 3). Για τη μελλοντική βελτιστοποίηση της διεργασίας αναπτύχθηκε μαθηματικό μοντέλο που περιγράφει τη λειτουργία της συσκευής και προσομοιώνει αρκετά καλά τα πειραματικά ευρήματα.



Σχήμα 1: Ροή διαπέρασης υδρογόνου συναρτήσει της πίεσης τροφοδοσίας στους 350°C, 450°C και 500°C



Σχήμα 2: Διαπέραση υδρογόνου συναρτήσει της διαμεμβρανικής πίεσης για $T=350^{\circ}\text{C}-500^{\circ}\text{C}$



Σχήμα 3: Ανάκτηση H_2 συναρτήσει της πίεσης τροφοδοσίας στους 450°C και για ροές εισόδου 0.4 και 0.9 l/min

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: παραγωγή υδρογόνου, μεμβράνες διαχωρισμού, μεμβράνες παλλαδίου

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Alique D, Martinez-Diaz D, Sanz R, Calles J.A. (2018). *Membranes*, 8, 5.
- [2] Yun S, Oyama S.T. (2011). *J. Membr. Sci.*, 375, 25–45.
- [3] Alraeesi A, Gardner T. (2021). *Membranes*, 11, 778.
- [4] Caravella A, Scura F, Barbieri G, Drioli E. (2010). *J. Phys. Chem. B*, 114, 6033–6047.