

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑΛΥΣΗΣ ΜΕ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΗΣ ΕΜΠΕΔΗΣΗΣ (EIS) ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ (AFM)

Α. Μπαντή^{1*}, Χ. Προχάσκα¹, Σ. Σωτηρόπουλος¹

¹Τμήμα Χημείας, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

(*ampantic@chem.auth.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ηλεκτροδιάλυση είναι μια ηλεκτροχημική μέθοδος διαχωρισμού των ιοντικών συστατικών του νερού με τη βοήθεια μεμβρανών και την επίδραση ενός ηλεκτρικού πεδίου. Όταν νερό με υψηλή συγκέντρωση ιόντων εκτεθεί σε ένα ηλεκτρικό πεδίο τότε παρατηρείται κίνηση των κατιόντων προς την κάθοδο και των ανιόντων προς την άνοδο. Μεταξύ των ηλεκτροδίων τοποθετούνται με παράλληλη εναλλαγή οι ειδικές μεμβράνες ηλεκτροδιάλυσης (από τις οποίες οι μισές είναι διαπερατές σε ανιόντα και οι υπόλοιπες σε κατιόντα). Οι μεμβράνες ηλεκτροδιάλυσης είναι αδιαπέραστες από το νερό, αλλά επιτρέπουν τη διέλευση των ιονιζόμενων ομάδων ή ορισμένου μόνο μεγέθους αυτών, υπό την επίδραση διαφοράς δυναμικού μεταξύ των διαλυμάτων που βρίσκονται σε επαφή με τις δύο πλευρές τους. Για την κατασκευή των μεμβρανών χρησιμοποιούνται συνήθως κατιονικές ή ανιονικές ρητίνες ιονανταλλαγής ^[1].

Στην παρούσα εργασία, με σκοπό να επιτευχθεί πλήρης χαρακτηρισμός της ιονικής αγωγιμότητας χρησιμοποιούμενων και νέου τύπου μεμβρανών ηλεκτροδιάλυσης (Ralex, EET Corporation και PCA, GmbH, αντίστοιχα) διεξήχθησαν πειράματα Φασματοσκοπίας Ηλεκτροχημικής Εμπέδησης (Electrochemical Impedance Spectroscopy, EIS). Η EIS αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για τη μελέτη των χημικών και φυσικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα σε ηλεκτροχημικά συστήματα ^{[2][3]}. Οι μετρήσεις της αγωγιμότητας/αντίστασης των ανιονικών και κατιονικών μεμβρανών πραγματοποιήθηκαν εκτός διεργασίας (ex situ) σε μια μικροκυψέλη αποτελούμενη από τη μεμβράνη, τα ηλεκτρόδια (φύλλα λευκοχρύσου, Pt) τα οποία συμπιέζονται με δύο πλακίδια (blocks) από Teflon με τη βοήθεια βιδών, εφαρμόζοντας συγκεκριμένη ροπή 0.6 N m. Οι μετρήσεις EIS διεξήχθησαν σε σύστημα δύο ηλεκτροδίων (μετρήσεις που αφορούν το κελί συνολικά) σε διάφορες καταστάσεις της μεμβράνης (υγρή, ξηραμένη, αναγεννημένη) προκειμένου να προσδιοριστούν τιμές ανοχής για τη χρήση τους. Για τη λήψη των φασμάτων χρησιμοποιήθηκε ο ποτεντιοστάτης - γαλβανοστάτης (PGSTAT302N, Autolab), ο οποίος είναι εξοπλισμένος με αναλυτή απόκρισης συχνότητας (Frequency Response Analyzer, FRA) σε εύρος συχνότητας 100 kHz–100 mHz σε ανοιχτό κύκλωμα με πλάτος διαταραχής δυναμικού 10 mV. Ο υπολογισμός της αγωγιμότητας της μεμβράνης πραγματοποιήθηκε από την τετμημένη επί την αρχή του άξονα x των διαγραμμάτων Nyquist της γραμμικής προσαρμογής του φάσματος σε υψηλές συχνότητες καθώς και με προσομοίωση του υπό μελέτη ηλεκτροχημικού κελιού με ένα ισοδύναμο ηλεκτρικό κύκλωμα (equivalent circuit). Παρατηρήθηκε ότι οι χρησιμοποιημένες μεμβράνες στην πλήρη ενυδατωμένη φάση τους συνεχίζουν να έχουν την ίδια περίπου τιμή αντίστασης (18-20 Ω cm²) με την αρχική τουλάχιστον 1 h μετά την ενυδάτωσή τους. Όσον αφορά την ξηραμένη μεμβράνη, η τιμή της αντίστασής της είναι αρκετά υψηλότερη (>1000 Ω cm²) από αυτήν της υγρής και παραμένει σταθερή, ενώ όσον αφορά την αναγεννημένη, παρατηρήθηκε ότι αναγεννάται πλήρως (17-20 Ω cm²) μετά την εκ νέου παραμονή της για διάστημα 24 h σε διάλυμα 0.5 M NaCl. Τέλος, μελετήθηκε η μορφολογία των μεμβρανών με τη βοήθεια της οπτικής μικροσκοπίας και μικροσκοπίας ατομικών δυνάμεων (Atomic Force Microscopy, AFM) για τον εντοπισμό μορφολογικών αλλοιώσεων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] C. Vogel and J. Meier-Haack, "Preparation of ion-exchange materials and membranes," *Desalination*, vol. 342, pp. 156–174, Jun. 2014.
- [2] E. Fontananova *et al.*, "Probing membrane and interface properties in concentrated electrolyte solutions," *J. Memb. Sci.*, vol. 459, pp. 177–189, Jun. 2014.
- [3] Y. Xu, M. Wang, Z. Ma, and C. Gao, "Electrochemical impedance spectroscopy analysis of sulfonated polyethersulfone nanofiltration membrane," *Desalination*, vol. 271, no. 1–3, pp. 29–33, Apr. 2011.

