

Μελέτη σπινελικών νανοδομών Li-Mn για χρήση σε μπαταρίες λιθίου

Πηνελόπη Αγγελουπούλου^{1,2}, Φώτης Παλούκης², Γεωργία Γκούζια¹,
Γιώργος Αυγουρόπουλος^{1,*}

¹Τμήμα Επιστήμης των Υλικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, 26504 Πάτρα.

²Ινστιτούτο Επιστημών Χημικής Μηχανικής, Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ/ΙΕΧΜΗ), 26504 Πάτρα.

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, οι πιο υποσχόμενες πηγές ενέργειας για τις ηλεκτρονικές συσκευές του καταναλωτή (κινητά τηλέφωνα, φορητοί υπολογιστές κ.α) θεωρούνται οι μπαταρίες ιόντων λιθίου. Τα πιο κοινά εμπορικά καθοδικά υλικά που χρησιμοποιούνται στις μπαταρίες λιθίου είναι οι ενώσεις οξειδίων μετάλλων μετάπτωσης όπως: LiCoO_2 (layered), LiMn_2O_4 (κυβική σπινελική δομή), LiNiO_2 (layered) και LiFePO_4 (ορθορομβική δομή). Το χαμηλό κόστος, η εύκολη παρασκευή, η μη τοξικότητα και η ασφάλεια της σπινελικής νανοδομής LiMn_2O_4 , είναι κάποια από τα χαρακτηριστικά που το καθιστούν αρκετά ενδιαφέρον υλικό για χρήση σαν θετικό ηλεκτρόδιο. Ωστόσο, αυτό το καθοδικό υλικό παρουσιάζει κάποια μειονεκτήματα όπως η μείωση χωρητικότητας κατά τη διάρκεια κύκλων φόρτισης-αποφόρτισης, γεγονός που έχει ωθήσει πολλούς ερευνητές να τροποποιήσουν την δομή του υλικού, είτε αλλάζοντας τις παραμέτρους σύνθεσης ή/και υποκαθιστώντας ένα μικρό ποσοστό των ιόντων Mn, με διάφορα ιόντα Co, Ni, Al, Mo, Cr κ.α. Πρόσφατα, οι Kebede et al. [1] παρασκεύασαν για χρήση ως καθοδικό υλικό, καθαρό LiMn_2O_4 αλλά και ενισχυμένο με Al ($\text{LiAl}_x\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$) με την μέθοδο της καύσης. Τα υλικά $\text{LiAl}_{0.05}\text{Mn}_{1.95}\text{O}_4$ και $\text{LiAl}_{0.1}\text{Mn}_{1.9}\text{O}_4$ παρουσίασαν μεγαλύτερη χωρητικότητα για τους δύο πρώτους κύκλους, συγκριτικά με την χωρητικότητα μετά τον πρώτο κύκλο του καθαρού LiMn_2O_4 . Η μέθοδος της καύσης περιλαμβάνει την αυτανάφλεξη ενός οξειδοαναγωγικού μίγματος, το οποίο περιέχει έναν οξειδωτικό (νιτρικά μέταλλα) και έναν αναγωγικό (ουρία) παράγοντα. Τα χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος (ειδική επιφάνεια, μέγεθος κρυστάλλων κ.λ.π) εξαρτώνται έντονα από την αναλογία αναγωγικού/οξειδωτικού παράγοντα [2]. Σε αυτή την εργασία, μελετώνται οι φυσικοχημικές και ηλεκτροχημικές ιδιότητες των σπινελικών νανοδομών LiMn_2O_4 καθαρών ή και ενισχυμένων με διάφορα μέταλλα όπως Cu και Al, που παρασκευάστηκαν μέσω της μεθόδου καύσης. Τα υλικά χαρακτηρίστηκαν με ρόφηση N_2 , περίθλαση ακτίνων X (XRD), ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης (SEM), και

φασματοσκοπία φωτοηλεκτρονίων από ακτίνες X (XPS), ενώ ηλεκτροχημικές μετρήσεις (φόρτιση-αποφόρτιση, κυκλική βολταμετρία), πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, χρησιμοποιώντας εργαστηριακή μοναδιαία κυψελίδα μπαταρίας. Η μέθοδος της καύσης οδήγησε στο σχηματισμό σπινελικών νανοράβδων, οι οποίες δίνουν χωρητικότητες αποφόρτισης καλύτερες από τις εμπορικές σκόνες LiMn_2O_4 και με σημαντική σταθερότητα σε κύκλους φόρτισης/αποφόρτισης. Η τροποποίηση της σπινελικής νανοδομής με την είσοδο ιόντων χαλκού και αλουμινίου βελτίωσε σημαντικά τις ηλεκτροχημικές ιδιότητες του καθοδικού ηλεκτροδίου.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- [1] M.A. Kebede, M.J. Phasha, N. Kunjuzwa, L.J.le Roux, D.Mkhonto, K.I. Ozoemena, M.K. Mathe, Sustainable Energy Technologies and Assessments 5, 44 (2014).
- [2] G. Avgouropoulos and T. Ioannides, Applied Catalysis A 244, 155 (2003).