

## Μελέτη του μηχανισμού ηλεκτροχημικής συναπόθεσης Ni-MWCNT/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> και της εκλεκτικής απόθεσης MWCNT

Φαίδων Γιαννόπουλος<sup>1</sup>, Νικολίνα Χρονοπούλου<sup>2</sup>, Δημήτρης Παντελής<sup>3</sup>, Ευαγγελία Παυλάτου<sup>2</sup>, Αντώνης Καραντώνης<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Τομέας Επιστήμης και Τεχνικής των Υλικών, Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ

<sup>2</sup>Τομέας Χημικών Επιστημών, Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ

<sup>3</sup>Τομέας Θαλάσσιων Κατασκευών, Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, ΕΜΠ

Η σύνθεση σύνθετων υλικών αποτελούμενα από μία μεταλλική φάση που περιέχει υβριδικούς πολυφλοιικούς νανοσωλήνες άνθρακα με σωματίδια αλούμινας (MWCNT/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) είναι εφικτή ηλεκτροχημικά. Η συναπόθεση αυτή παρουσιάζει ιδιαίτερο μηχανιστικό ενδιαφέρον καθόσον το μέταλλο μέσα στο διάλυμα βρίσκεται σε μορφή ιόντων και κινούμενο προς την κάθοδο ανάγεται προς στοιχειακό μέταλλο, συμπαρασύροντας (πιθανόν) και τους νανοσωλήνες άνθρακα. Η συναπόθεση, αλλά και η εκλεκτική απόθεση, έχει επιτευχθεί σε μεταλλικές επιφάνειες (Ni, Cu) καθώς και σε άνθρακα. Η περίπτωση εκλεκτικής απόθεσης στρώματος MWCNT/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ή μόνον MWCNT σε ηλεκτρόδιο παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς μπορεί να αποτελέσει μία οικονομική μέθοδο παραγωγής ηλεκτροδίων για τη μελέτη μεγάλων βιολογικών μορίων (π.χ. ενζύμων) με προοπτική στη χρήση τους ως αισθητήρες με μεγάλη εκλεκτικότητα.

Σκοπός της παρούσης ερευνητικής εργασίας είναι η μελέτη του μηχανισμού ηλεκτροχημικής συναπόθεσης νικελίου και πολυφλοιικών νανο-σωλήνων άνθρακα (Ni-MWCNT) καθώς και της εκλεκτικής απόθεσης MWCNT/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Η μελέτη πραγματοποιείται με χρήση ηλεκτροδίων εργασίας άνθρακα ή/και νικελίου διαφορετικών διαμέτρων (0.1 cm, 0.3 cm και 0.7 cm) εμβαπτισμένα σε διάλυμα Watts που περιέχει πολυφλοιικούς νανο-σωλήνες άνθρακα (MWCNTs) τροποποιημένους σε Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, με ή χωρίς την προσθήκη πρόσθετων (SDS).

Η διερεύνηση του μηχανισμού βασίζεται στην συνδυαστική ανάλυση πειραματικών αποτελεσμάτων που έχουν προκύψει από τις τεχνικές: (α) Κυκλικής βολταμετρίας, (β) ηλεκτροαπόθεσης υπό συνθήκες παλμικού δυναμικού (σε στατικές συνθήκες και σε περιστρεφόμενο ηλεκτρόδιο), (γ) δισδιάστατης ποτενσιοστατικής απόθεσης σε διεπιφάνεια υγρού - αέρα (γ) φασματοσκοπίας ηλεκτροχημικής εμπέδησης υπό συνθήκες ποτενσιοστατικής ηλεκτροαπόθεσης, (δ) μετρήσεων ζ-δυναμικού, (ε) οπτικής μικροσκοπίας και SEM.

Οι πειραματικές μετρήσεις οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η συναπόθεση Ni-MWCNT υπό ποτενσιοστατικές συνθήκες τείνει να είναι δενδριτικού τύπου, η οποία πραγματοποιείται σε δύο χρονικά στάδια. Κατά το πρώτο στάδιο σχηματίζεται ένα ομογενές στρώμα νικελίου πάνω στο υπόστρωμα όπου απουσιάζουν τα νανοσωματίδια. Κατά το δεύτερο παρατηρείται η δενδριτική ανάπτυξη του σύνθετου υλικού με τους νανοσωλήνες κυρίως στα άκρα των δενδριτών. Τα στάδια αυτά εκδηλώνονται ως διαφορετικό αποτύπωμα στο φάσμα της ηλεκτροχημικής εμπέδησης καθώς τόσο η χωρητικότητα όσο και η αντίσταση πόλωσης μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια της συναπόθεσης. Το pH φαίνεται να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο ποσοστό ενσωμάτωσης των νανοσωματιδίων αλλά και στην επιτυχή εκλεκτική απόθεση τους καθώς υπάρχουν πειραματικές ενδείξεις ότι επηρεάζει έντονα το φορτίο τους.