

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΦΩΤΟ-ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΩΝ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ

Κ. Β. Πλάκας^{1,*}, Α. Ταξινάρη², Α. Ι. Καράμπελας¹

¹Ινστιτούτο Χημικών Διεργασιών και Ενεργειακών Πόρων, ΙΔΕΠ/ΕΚΕΤΑ, 57001, Θέρμη, Ελλάδα

²Τμήμα Φυσικής, Σχολή Θετικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 45110 Ιωάννινα, Ελλάδα
(*kplakas@cperi.certh.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αναζήτηση νέων αποτελεσματικών και φιλικών στο περιβάλλον μεθόδων επεξεργασίας νερού και υγρών αποβλήτων, έχει οδηγήσει σε έντονη ερευνητική δραστηριότητα για την ανάπτυξη των λεγόμενων *Προηγμένων Οξειδωτικών Μεθόδων Αντιρρύπανσης (ΠΟΜΑ)*. Η ετερογενής φωτοκατάλυση αποτελεί τη δημοφιλέστερη ΠΟΜΑ κατά την οποία φωτοενεργά ημιαγώγιμα υλικά όταν αναμιχθούν με το νερό (σε μορφή αιωρήματος) και εκτεθούν σε τεχνητό ή ηλιακό φως, επιφέρουν τη σχεδόν πλήρη καταστροφή των οργανικών ενώσεων που υπάρχουν σ' αυτό [1]. Η εφαρμογή, ωστόσο, της ετερογενούς φωτοκατάλυσης, σε βιομηχανική κλίμακα, περιορίζεται από τα εγγενή μειονεκτήματα, που περιλαμβάνουν τη συσσωμάτωση των διεσπαρμένων νανοσωματιδίων του φωτοκαταλύτη στο αιώρημα (η οποία περιορίζει την δραστηριότητά του) και την ανάγκη για αποτελεσματική και οικονομική ανάκτησή του. Μία λύση αποτελεί η εναπόθεση του φωτοκαταλύτη σε ένα στερεό υπόστρωμα, όπως τα πορώδη προσροφητικά υλικά, τα οποία προσδίδουν στο σύστημα τόσο την ικανότητα ρόφησης των τοξικών οργανικών ενώσεων σε αυτά όσο και την αποικοδόμηση των τελευταίων κατά την έκθεση του υποστρώματος σε υπεριώδη ακτινοβολία [2].

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η σύνθεση, ο χαρακτηρισμός και η απόδοση σύνθετων πορωδών υποστρωμάτων με βάση τον άνθρακα, με καθηλωμένα νανοσωματίδια TiO_2 , ως προς τη ρόφηση και τη φωτοκαταλυτική αποικοδόμηση ενός τυπικού οργανικού ρυπαντή (φαινόλη). Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα εναπόθεσης TiO_2 σε ίνες ενεργού άνθρακα με βάση την κυτταρίνη (ACFNW-EM3, SO-EN Co., Ltd, Japan) με την εφαρμογή δύο διαφορετικών τεχνικών εναπόθεσης, του υγρού εμποτισμού (dip-coating) και της ηλεκτροφόρησης (electrophoretic coating). Ως πηγή τιτανίου χρησιμοποιήθηκε διάλυμα ισοπροποξειδίου του τιτανίου (TIP) και Degussa-P25, ενώ η ξήρανση των δειγμάτων έγινε με ρεύμα αέρα στους 200 °C. Ο χαρακτηρισμός των μορφολογικών ιδιοτήτων, της σύστασης και της ειδικής επιφάνειας των καταλυτικών δειγμάτων ACF έγινε με τη βοήθεια ηλεκτρονικής μικροσκοπίας σάρωσης (SEM), φασματοσκοπίας περίθλασης ακτίνων Χ (XRD) και προσρόφησης αζώτου (BET). Η προσροφητική και φωτοκαταλυτική συμπεριφορά των καταλυτικών ACF διερευνήθηκε με την επεξεργασία φαινολικών διαλυμάτων νερού απουσία ή παρουσία ακτινοβολίας UV-A. Παράλληλα, εξετάστηκε η επίδραση του χρόνου υγρού εμποτισμού/ηλεκτροφόρησης και του χρόνου υπεριώδους ακτινοβολίας στην φωτοκαταλυτική απόδοση των δειγμάτων ACF/ TiO_2 .

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δύο τεχνικές εναπόθεσης οδηγούν στη σύνθεση υλικών ACF/ TiO_2 που χαρακτηρίζονται από μεγάλη ειδική επιφάνεια ($844,67 \pm 45,58 \text{ m}^2/\text{g}$), ομοιόμορφη κατανομή των νανοσωματιδίων TiO_2 στις ίνες του ενεργού άνθρακα και σε υψηλή ρόφηση φαινόλης. Η μέθοδος και ο χρόνος εναπόθεσης επηρέασε το δυναμικό ρόφησης της φαινόλης σε κάθε δείγμα, ενώ η μεγαλύτερη ρόφηση προσδιορίστηκε στην περίπτωση του δείγματος ACF/ TiO_2 που παρασκευάστηκε με τη μέθοδο της ηλεκτροφόρησης για χρόνο ηλεκτρόλυσης (στα 20 V) 120 sec ($7,93 \text{ mg}_{\text{phenol}}/\text{g}_{\text{ACF/TiO}_2}$ έναντι $10,16 \text{ mg}_{\text{phenol}}/\text{g}_{\text{ACF}}$). Η εφαρμογή ακτινοβολίας UV-A σε όλα τα δείγματα ACF/ TiO_2 οδήγησε σε ταχύτερη απομάκρυνση της φαινόλης από το νερό ως αποτέλεσμα της συνδυασμένης ρόφησης και της ετερογενούς φωτοκατάλυσης στη διεπιφάνεια των καταλυτικών ινών. Το δείγμα που παρασκευάστηκε με βάση τη μέθοδο της ηλεκτροφόρησης, για χρόνο ηλεκτρόλυσης 30 sec, παρουσίασε την υψηλότερη απόδοση, με ταχύτητα απομάκρυνσης περιγραφόμενη από εξισώσεις κινητικής 2^{ης} τάξης. Πειράματα ρόφησης και ακτινοβολίας UV-A του εν λόγω δείγματος επιβεβαίωσαν την επιτυχή αναγέννηση του φωτοκαταλύτη και την σταθερή απόδοσή του ως προς την απομάκρυνση της φαινόλης σε πολλαπλούς κύκλους διήθησης.

Η εργασία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της Δράσης ΕΡΕΥΝΩ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ – ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ και συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνεΚ) (κωδικός έργου:Τ1ΕΔΚ-04456).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Byrne C, Subramanian G, Pillai SC. (2018). *J. Environ. Chem. Eng.*, 6(3): 3531-3555.
- [2] Yahya N, Aziz F, Jamaludin NA, Mutalib MA, Ismail AF, Salleh WNW, Jaafar J, Yusof N, Ludin NA. (2018). *J. Environ. Chem. Eng.*, 6(6): 7411-7425.