

Ανακύκλωση συνθέτων υλικών εποξειδικής ρητίνης και ανθρακονημάτων (CFRCs) μέσω ενισχυμένης σολβόλυσης με πλάσμα

Δ. Μαρίνης^{1,*}, Ε. Φαρσάρη¹, Ε. Αμανατίδης¹, Δ. Ματαράς¹

¹Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα, Ελλάδα

(*marinis@chemeng.upatras.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα σύνθετα υλικά εποξειδικής ρητίνης ενισχυμένα με ανθρακονήματα (CFRCs) χρησιμοποιούνται ευρέως στις σύγχρονες βιομηχανικές εφαρμογές λόγω των εξαιρετικών μηχανικών τους ιδιοτήτων. Η αυξανόμενη ζήτηση για εποξειδικά CFRCs έχει οδηγήσει στην συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων. Αυτό έχει εξελιχθεί σε ένα παγκόσμιο πρόβλημα, καθώς οι παραδοσιακές μέθοδοι απόρριψης όπως η αποθήκευση σε χωματερές και η αποτέφρωση συμβάλλουν στη ρύπανση του περιβάλλοντος. Επομένως, τα σύνθετα υλικά που έχουν φτάσει στο τέλος του κύκλου ζωής τους πρέπει να ανακυκλώνονται με αποτελεσματικό τρόπο χωρίς να προκαλούνται αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον ^[1].

Η χρήση διαλυτών που επιλεκτικά σπάνε τους δεσμούς του διακλαδισμένου δικτύου της ρητίνης, ονομάζεται σολβόλυση και θεωρείται από τις πιο ελπιδοφόρες μεθόδους ανακύκλωσης. Η έρευνά μας επικεντρώνεται στις υγρές τεχνικές οξειδωσης χρησιμοποιώντας νιτρικό οξύ. Το νιτρικό οξύ ξεχωρίζει ως το πιο αποτελεσματικό οξειδωτικό, οδηγώντας σε ανακτημένες ίνες που διατηρούν σε μεγάλο βαθμό τις μηχανικές τους ιδιότητες. Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα όμως αυτής της μεθόδου είναι ο μεγάλος χρόνος επεξεργασίας που απαιτείται για τη διάλυση και η ποσότητα των παραγόμενων αποβλήτων ^[2,3].

Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, η έρευνά μας συνδυάζει τη κλασική σολβόλυση νιτρικού οξέος με πλάσμα αζώτου και αργού, στοχεύοντας στην επιτάχυνση της διάσπασης της πολυμερικής μήτρας. Συγκεκριμένα, η παραγωγή πλάσματος εντός υγρών ή/και σε φυσαλίδες οδηγεί (α) στο σχηματισμό ενεργών οξειδωτικών ειδών, (β) στη παραγωγή UV ακτινοβολίας και (γ) στη δημιουργία ισχυρών ωστικών κυμάτων, που επιταχύνουν την αποσύνθεση των συνθέτων υλικών. Κατά τη διαδικασία της ενισχυμένης σολβόλυσης με πλάσμα, αρχικά αραιό διάλυμα νιτρικού οξέος χρησιμοποιείται για την προ-επεξεργασία των υλικών και στη συνέχεια σε πυκνό διάλυμα νιτρικού οξέος λαμβάνει χώρα η κύρια επεξεργασία παρουσία πλάσματος. Προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν τα παραπροϊόντα NO_x που εκλύονται, χρησιμοποιείται μια υγρή στήλη δέσμευσής τους (πλυντρίδα) ^[4].

Η μέθοδος εξετάστηκε για τη διάσπαση εποξειδικών CFRCs διαφορετικών μαζών, διαστάσεων και σχημάτων, με έμφαση στην ανάκτηση ινών υψηλής ποιότητας και στην ελαχιστοποίηση του χρόνου επεξεργασίας. Για τον χαρακτηρισμό της επιφάνειας των ανακτηθέντων ινών εφαρμόστηκε ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης (SEM) και ανάλυση ενεργειακής διασποράς με ακτίνες X (EDX), ενώ δοκιμές μονής ίνας σύμφωνα με το πρότυπο ASTM D3379 υλοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των μηχανικών ιδιοτήτων. Τέλος, η αποτελεσματικότητα της μεθόδου κρίθηκε με βάση τον ρυθμό ανάκτησης και την ποιότητα των ινών.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Σολβόλυση, Σύνθετα υλικά, Ανακύκλωση, Πλάσμα σε υγρά, Ανθρακονήματα

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Zhang J, Chevali V S, Wang H, Wang C-H. (2020). *Current status of carbon fibre and carbon fibre composites recycling*, Compos. B. Eng., 193, 108053.
- [2] Tian Z, Wang Y, Hou X. (2022). *Review of chemical recycling and reuse of carbon fiber reinforced epoxy resin composites*, New Carbon Materials, 37, 1021–41.
- [3] Das M, Varughese S. (2016). *A Novel Sonochemical Approach for Enhanced Recovery of Carbon Fiber from CFRP Waste Using Mild Acid–Peroxide Mixture*, ACS Sustain. Chem. Eng., 4, 2080–7.
- [4] Vanraes P, Bogaerts A. (2018). *Plasma physics of liquids—A focused review*, Appl. Phys. Rev., 5, 031103.