

Air filtration against Chemical Warfare Agent Surrogate Vapors: The optimization of Green ZIF Synthesis and their Deposition on Activated Carbon Textiles

Fivos Florides¹, Kyriakos Ioannou^{1,2}, Nikolaos Kostoglou³, Claus Rebholz², Mariusz Barczak¹,
Dimitrios A. Giannakoudakis¹

¹*Institute of Chemical Sciences, Faculty of Chemistry, Maria Curie-Skłodowska University, 20-031 Lublin, Poland*

²*Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, University of Cyprus, 2109 Nicosia, Cyprus*

³*Institute of Geoenergy, Foundation for Research and Technology-Hellas, 73100, Chania, Greece*

ABSTRACT

The use of toxic chemical warfare agents since World War I established the development of effective protective materials/media essential. In this context, nanoporous activated carbon textiles constitute a promising platform for protective fabrics due to their high porosity, lightweight, flexibility, and tunable surface chemistry heterogeneity. However, their limited catalytic detoxifying properties remain a key drawback. The incorporation of meta-organic frameworks (MOFs) can significantly enhance their multifunctionality owing to their porous structure and catalytic sites. This study aimed to develop an optimal “green” synthesis route for mono- and bimetallic zeolitic imidazolate frameworks (ZIFs) and to achieve their efficient deposition onto activated carbon fabrics. The resulting materials were evaluated for their detoxification performance against simulants of organosulfur and organophosphate chemical warfare agents, demonstrating that bimetallic and defect-rich ZIF nanostructures exhibit superior performance, even in small quantities, by improving physicochemical properties and catalytic detoxification efficiency, ultimately leading to superior protection media against toxic vapors/aerosols.

Προστασία από αέρια χημικών πολεμικών παραγόντων: Βελτιστοποίηση πράσινης σύνθεσης διμεταλλικών ZIFs και εναπόθεση τους σε υφάσματα ενεργού άνθρακα

Φοίβος Φλωρίδης¹, Κυριάκος Ιωάννου^{1,2}, Νικόλαος Κώστογλου³, Claus Rebholz², Mariusz Barczak¹, Δημήτριος Α. Γιαννακουδάκης¹

¹*Institute of Chemical Sciences, Faculty of Chemistry, Maria Curie-Skłodowska University, 20-031 Lublin, Poland*

²*Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, University of Cyprus, 2109 Nicosia, Cyprus*

³*Institute of Geoenergy, Foundation for Research and Technology-Hellas, 73100, Chania, Greece*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χρήση τοξικών χημικών ουσιών ως χημικών πολεμικών παραγόντων από τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο έως σήμερα καθιστά επιτακτική την ανάπτυξη αποτελεσματικών μέσων προστασίας. Στο πλαίσιο αυτό, τα νανοπορώδη υλικά ενεργού άνθρακα αποτελούν υποσχόμενη βάση για προστατευτικά υφάσματα, λόγω της υψηλής ειδικής επιφάνειας και της δυνατότητας επιφανειακής τροποποίησης. Ωστόσο, βασικό μειονέκτημα παραμένει η περιορισμένη καταλυτική τους ικανότητα. Η εναπόθεση νανοσωματιδίων μεταλλικών οργανικών πλαισίων (MOFs), μπορεί να ενισχύσει σημαντικά τη πολυλειτουργικότητα τους, χάρη στη νανοπορώδη δομή και τις καταλυτικές τους ιδιότητες των MOF. Στόχος της εργασίας ήταν η ανάπτυξη βέλτιστης «πράσινης» μεθόδου σύνθεσης μονο- και δι-μεταλλικών ζεολιτικών ιμιδαζολικών πλαισίων (ZIFs) και η αποτελεσματική εναπόθεση τους σε υφάσματα ενεργού άνθρακα. Τα παραγόμενα υλικά αξιολογήθηκαν ως προς την αποτοξινωτική τους δράση έναντι προσομοιωτών χημικών παραγόντων, δείχνοντας ότι οι διμεταλλικές και ελαττωματικές δομές ZIFs υπερέχουν, καθώς βελτιώνουν τις φυσικοχημικές ιδιότητες, οδηγώντας σε σημαντικά ενισχυμένη συνεργιστική προσροφητική-καταλυτική προστασία.