

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΝΑΝΟΦΥΣΑΛΙΔΩΝ ΟΖΟΝΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΠΑΘΟΓΟΝΟΥΣ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ

Π. Σερίδου¹, Ν. Καλογεράκης^{1,2*}

¹Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, Ελλάδα

²Department of Chemical Engineering, American University of Sharjah, Sharjah, UAE

(*nicolas.kalogerakis@enveng.tuc.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η έρευνα πάνω στην τεχνολογία των νανοφουσαλίδων αέρα (nanobubbles, NBs) έχει παρουσιάσει σημαντική άνοδο τα τελευταία χρόνια λόγω του πλήθους των εφαρμογών τους, συμπεριλαμβανομένης και της επεξεργασίας νερού και λυμάτων. Οι νανοφουσαλίδες, οι οποίες ορίζονται ως μικροσκοπικές σφαιρικές φυσαλίδες με διάμετρο κάτω από 1μm, παρουσιάζουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που τις διαφοροποιούν από τις μακροφουσαλίδες, όπως είναι το μικρό μέγεθος τους και η υψηλή στασιμότητα τους στην υδατική φάση ^{[1], [2]}. Πιο συγκεκριμένα, μπορούν να παραμείνουν για μεγάλο χρονικό διάστημα στην υγρή φάση, σύμφωνα με την βιβλιογραφία μέχρι και μερικούς μήνες ^[3], εν αντιθέσει με τις μακροφουσαλίδες, οι οποίες δεν είναι σταθερές και ανεβαίνουν γρήγορα στην επιφάνεια του νερού, όπου και εκρήγνυνται. Γίνεται αντιληπτό ότι εξαιτίας των μοναδικών τους ιδιοτήτων, υπάρχουν υψηλοί ρυθμοί μεταφοράς μάζας λόγω της μεγαλύτερης ειδικής επιφάνειας μεταξύ της αέριας και της υγρής φάσης συμβάλλοντας στην προώθηση χημικών αντιδράσεων, φυσικής προσρόφησης και μεταφοράς μάζας στη διεπιφάνεια αερίου-υγρού ^{[4], [5]}. Από την άλλη πλευρά, το όζον έχει ισχυρή οξειδωτική δράση και μπορεί να διασπαστεί ταχύτατα στην υδατική φάση σχηματίζοντας οξειδωτικά μέσα μεταξύ των οποίων και η ρίζα υδροξυλίου (OH[•]). Επιπλέον, εμφανίζει καλύτερη απόδοση στην εξουδετέρωση παθογόνων βακτηρίων και ιών και επιπλέον επιτυγχάνεται η αποφυγή τοξικών παραπροϊόντων, τα οποία προκύπτουν από τη χρήση του χλωρίου ^[6]. Ωστόσο, η μέθοδος απολύμανσης με όζον περιορίζεται από το γρήγορο ρυθμό μείωσης της οξειδωτικής ικανότητας του διαλυμένου όζοντος. Ο χρόνος ημιζωής του όζοντος στην υδατική φάση υπολογίζεται 20min στους 20°C, επομένως η υπολειμματικότητα του όζοντος είναι μηδαμινή, λόγω της ταχείας διάσπασής του σε μοριακό οξυγόνο.

Εκμεταλλεόμενοι την πιο κύρια ιδιότητα των νανοφουσαλίδων, η οποία είναι η μεγάλη παραμονή τους μέσα σε υγρά διαλύματα και την ισχυρή οξειδωτική και απολυμαντική δράση του όζοντος, η παρούσα ερευνητική εργασία προτείνει μια εναλλακτική τεχνολογία απολύμανσης, όπου η σύζευξη του όζοντος, ο χρόνος ημιζωής του οποίου στην αέρια φάση είναι 3 μέρες στους 20°C, με την τεχνολογία των νανοφουσαλίδων δύναται να ενισχύσει την απολυμαντική δράση καθώς και την υπολειπόμενη δραστηριότητα.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η εξουδετέρωση τριών ειδών βακτηρίων τα οποία χρησιμοποιούνται στον ποιοτικό έλεγχο του πόσιμου νερού (*Escherichia coli*, *Enterococci* και *Klebsiellapneumoniae*) σε διαφορετικές συγκεντρώσεις όζοντος. Δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν τα χρονικά διαστήματα από 0 μέχρι 30min, και επιπλέον εξετάστηκε η περίπτωση αναγέννησης των βακτηρίων την επόμενη μέρα. Η βακτηριακή συγκέντρωση (CFU/mL) μετρήθηκε με τη μέθοδο διαδοχικών αραιώσεων και η καταγραφή του όζοντος έγινε με ένα αισθητήρα όζοντος (HACH 9185SC) και επιβεβαιώθηκε με την μέθοδο του Indigo. Η κατανομή του μεγέθους (διαμέτρου) των φυσαλίδων ως προς τον όγκο και τον αριθμό, μετρήθηκε με laser diffraction με το όργανο Sald-7500nano της Shimadzu (7nm-400μm).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] A. Agarwal, W. J. Ng, and Y. Liu, "Principle and applications of microbubble and nanobubble technology for water treatment," *Chemosphere*, vol. 84, no. 9, pp. 1175–1180, 2011.
- [2] A. Gurung, O. Dahl, and K. Jansson, "The fundamental phenomena of nanobubbles and their behavior in wastewater treatment technologies," *Geosystem Eng.*, vol. 19, no. 3, pp. 133–142, 2016.
- [3] K. Ebina *et al.*, "Oxygen and Air Nanobubble Water Solution Promote the Growth of Plants, Fishes, and Mice," *PLoS One*, vol. 8, no. 6, pp. 2–8, 2013.
- [4] F. Y. Ushikubo *et al.*, "Evidence of the existence and the stability of nano-bubbles in water," *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.*, vol. 361, no. 1–3, pp. 31–37, 2010.
- [5] T. Uchida *et al.*, "Transmission electron microscopic observations of nanobubbles and their capture of impurities in wastewater," *Nanoscale Res. Lett.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, 2011.
- [6] U.S. EPA., "Wastewater Technology Fact Sheet Ozone Disinfection," *Off. Water Washington, D.C.*, p. 7, 1999.