



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ – ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

**ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΑΠΟ
ΑΝΟΡΓΑΝΕΣ ΑΖΩΤΟΥΧΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΜΕ ΦΥΣΙΚΑ
ΡΟΦΗΤΙΚΑ ΜΕΣΑ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σφυρόερας Μιχάλης

Επιβλέπων Καθηγητής:

Γ. Αναστασάκης

Αθήνα 2011



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ – ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

“ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΑΠΟ
ΑΝΟΡΓΑΝΕΣ ΑΖΩΤΟΥΧΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΜΕ ΦΥΣΙΚΑ
ΡΟΦΗΤΙΚΑ ΜΕΣΑ”

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σφυρόερας Μιχάλης

Επιβλέπων: Γεώργιος Αναστασάκης
Καθηγητής

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή στις

Ε. Ρεμουντάκη, Επίκουρη Καθηγήτρια, (Υπογραφή)
Κ. Τσακαλάκης, Καθηγητής, (Υπογραφή)
Γ. Αναστασάκης, Καθηγητής, (Υπογραφή)

ΑΘΗΝΑ 2011

Copyright © Μιχάλης Σφυρόερας, 2011

Με επιφύλαξη κάθε δικαιώματος. All rights reserved.

Περίληψη

Οι ιλιγγιώδεις ρυθμοί αύξησης του παγκοσμίου πληθυσμού μας έχουν οδηγήσει σε μια δύσκολα αναστρέψιμη κατάσταση. Η δεκαετία του 1980 είδε να αναδύουν οι πρώτες απειλές προς το περιβάλλον (Rao, 2011), μέχρι τότε, η προστασία του περιβάλλοντος ήταν έννοια χωρίς μεγάλη απήχηση, και οι προσπάθειες που καταβάλλονταν για την αποκατάσταση του, ήταν αμελητέες. Η ραγδαία ανάπτυξη των αστικών περιοχών του 20ού αιώνα ελάττωσε σε μεγάλο βαθμό τις αποστάσεις ανάμεσα σε κατοικημένες περιοχές, εμπορικές ζώνες και βιομηχανικές δραστηριότητες με αποτέλεσμα την ευαισθητοποίηση του κόσμου και την θεσμοθέτηση κανόνων και νομοθεσιών για την προστασία του περιβάλλοντος, σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Η ολοένα μεγαλύτερη ανάγκη σίτισης του πληθυσμού συνεχίζεται χωρίς κανένα δείγμα υποχώρησης και επιβεβαιώνει την αλλαγή που επιβάλλεται στον τρόπο αντιμετώπισης του περιβάλλοντος. Θέλοντας να αντεπεξέλθουν στη ζήτηση, οι βιομηχανίες και οι αγροτικές κοινότητες ασκούν τεράστιες πιέσεις στη Γη. Η εκμετάλλευση που προκύπτει από τις αγροτικές και βιομηχανικές δραστηριότητες δημιουργεί σοβαρές οικολογικές επιπλοκές. Η ρύπανση των υδάτινων πόρων είναι ένα από τα πιο σημαντικά φαινόμενα αυτής της εποχής το οποίο πλήττει την παγκόσμια κοινωνία. Ο κύκλος του νερού στον πλανήτη μας είναι ένα κλειστό σύστημα και ο άνθρωπος βασίζεται στην σωστή λειτουργία του για να επιβιώσει. Για τον λόγο αυτό όταν ένας ρύπος εμφανίζεται στο νερό είναι πολύ σημαντικό να εντοπίζεται η πηγή του ώστε να μπορεί να εξουδετερωθεί. Η εντατική γεωργία είναι μια μέθοδος η οποία προωθεί την μαζική χρήση προηγμένων τεχνολογιών, χημικών λιπασμάτων και φυτοφάρμακων. Οι επιπτώσεις είναι γνωστές: Τα χημικά λιπάσματα με υψηλά ποσοστά αζωτούχων και φωσφόρου ρυπαίνουν επιφανειακά και υπόγεια πόσιμα νερά με βλαβερές ουσίες που έχουν ως τελικό αποδέκτη το οικοσύστημα αλλά και τον άνθρωπο. Παρότι υπάρχουν τρόποι εξουδετέρωσης των επικίνδυνων χημικών που καταλήγουν στο νερό, είναι ωστόσο, πολύ δύσκολο να αντεπεξέλθουμε χωρίς διεισδυτικές τροποποιήσεις και αποφεύγοντας τυχόν αλυσιδωτές αντιδράσεις. Η απομάκρυνση μέσω φυσικών ροφητικών μέσων είναι μια λύση, ευνοϊκή με στόχο την ομαλή ανάπτυξη όπως υπαγορεύεται πλέον και από την πλειοψηφία των αρμοδίων οργανισμών (E.E., O.H.E.) . Η μελέτη αυτή εξετάζει μία διάσταση του προβλήματος της παρουσίας αζωτούχων ενώσεων σε υδάτινα σώματα και επιχειρεί να συγκεντρώσει προτάσεις της επιστημονικής κοινότητας για την απομάκρυνση αμμωνιακών, νιτρικών και νιτρωδών ρύπων. Η εν λόγω διπλωματική εργασία αποτελεί επισκόπηση εδραιωμένων προτάσεων μαζί με πολλά υποσχόμενες προσπάθειες στον τομέα της απομάκρυνσης ρύπων από υδατικά διαλύματα.

Abstract

The vertiginous rhythms of population growth have led our environment to a nearly irreversible situation according to many scholars. The 1980's saw the first emerging threats to environmental sustainability (Rao, 2011), at that time, the concept of environment protection had very small impact and the effort put into the actual preservation and restoration of the environment was negligible. The rapid development of urban areas in the 20th century (Glaeser, 1998) significantly reduced the distances between heavy industries commercial zones and residential areas, raising awareness on the matter. This led to the passing of laws and legislations in order to regulate the interactions between humanity and the natural environment, both nationally and internationally. The ascending food demands for an ever-growing population still continue without any sign of retreat only confirming the need of change in the way we think of and interfere with our environment. Wanting to meet worldwide demand, the industries and agricultural activities exert tremendous amounts of pressure on the planet Earth, creating very important safety issues. The pollution of water bodies is one of the most important environmental issues. Humans and the ecosystem depend upon the hydrologic cycle because its proper maintenance is essential to the species survival. This is the reason why when a pollutant emerges in our water resources it is very important to locate its source in order for it to be neutralized. Intensive farming through its mass use of new technologies, pesticides and chemical fertilizers is one of the major sources of water pollution. The aftermath is well-known and the major negative consequences are trying to be dealt with: Chemical fertilizers with high nitrogen and phosphorus levels defile surface and underground waters with substances harmful to man. However, this form of pollution is very difficult to manage without using intrusive measures which can eventually, through domino effect, lead to other important problems. Today, dealing with these problems with this kind of methods is imperative to ensure the regular behavior of our environment in the future. Furthermore this course of action is also imposed by rules and regulations of the International and European institutions and organisms (UNCED, E.U.) that suggest today's legislative and institutional framework able to deal with such trans-boundary problems. This research examines one aspect of the problem caused by the presence of highly concentrated nitrogen compounds within water bodies and gathers suggestions from the global scientific community, stating both promising and already established removing techniques of pollutants through sorption.

Ευχαριστίες

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα αρχικά να απευθύνω στον Επιβλέποντα Καθηγητή κ. Γεώργιο Αναστασάκη για την ανάθεση του θέματος και την επιστημονική του καθοδήγηση, καθώς επίσης και για την συνεχή προθυμία του να λύσει οποιοδήποτε πρόβλημα παρουσιαζόταν. Επίσης, ιδιαίτερα ευχαριστώ τον κ. Ηλία Σαμμά, για τη βοήθειά του και την καθοδήγησή του κατά την εκπόνηση της εργασίας.

Ένα ιδιαίτερο ευχαριστώ στην κα. Παυλίνα Κιούση και στον κ. Αρτιν Χατζηκιοσεγιάν για τη συμβολή τους και φιλοξενία στο χώρο του εργαστηρίου.

Τέλος, θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους συμφοιτητές και φίλους για τη συμπαράσταση και βοήθεια όλων αυτών των χρόνων, και κυρίως ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για την τεράστια υποστήριξή τους και την κατανόησή τους όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1. Διεθνές πλαίσιο.....	1
1.2. Εθνικό και Ευρωπαϊκό πλαίσιο.....	2
1.3 Στόχοι.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΙΑ.....	8
2.1. Ο κύκλος του αζώτου.....	8
2.2. Αζωτούχες ενώσεις.....	9
2.3. Πηγές αζωτούχων.....	12
2.4. Έκταση του προβλήματος.....	12
2.4.1. Επιπτώσεις στον άνθρωπο.....	13
2.4.2. Επιπτώσεις στο περιβάλλον.....	17
2.4.3. Χερσαίο περιβάλλον.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΙ.....	23
3.1. Μέθοδοι απομάκρυνσης αζωτούχων από υδατικά διαλύματα.....	23
3.2. Προσρόφηση.....	26
3.2.1. Μηχανισμοί ρόφησης.....	26
3.2.2. Εφαρμογές ρόφησης.....	29
3.3. Πειραματικές μέθοδοι προσρόφησης.....	31
3.3.1. Προετοιμασία ροφητικού υλικού.....	31
3.3.2. Πείραμα πλήρους ανάμιξης.....	31
3.3.3. Πείραμα σε στήλη.....	32
3.4. Αναλυτικές Μέθοδοι.....	32
3.4.1. Ισόθερμες προσρόφησης (Adsorption isotherms).....	32
3.4.2. Ισόθερμη του Freundlich.....	33
3.4.3. Ισόθερμη του Langmuir.....	33
3.4.4. Μοντέλο Dubinin – Radushkevitch (D-R).....	34
3.5. Κινητική ανάλυση προσρόφησης (Adsorption kinetics).....	34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Φυσικά Ροφητικά Υλικά	36
4.1. Γενικά χαρακτηριστικά	36
4.2. Αργιλικά υλικά	37
4.2.1. Σεπτιόλιθος	37
4.2.2. Μπεντονίτης	38
4.2.3. Ιλλίτης	40
4.3. Ζεόλιθοι	41
4.4. Κλινοπτιλόλιθος	44
4.5. Ασβεστόλιθος	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Συμπεράσματα	46
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	48