



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής
και Τεχνολογίας

Μεταπτυχιακή διατριβή

**ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΥ
ΥΛΙΚΟΥ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΠΑΘΗΤΙΚΗ
ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΠΡΩΤΟΤΥΠΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ**

Πέτρος Χρυσοστόμου

Λεμεσός, Μάιος 2023

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

Μεταπτυχιακή διατριβή

ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΥ
ΥΛΙΚΟΥ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΠΑΘΗΤΙΚΗ
ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΠΡΩΤΟΤΥΠΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

του

Πέτρου Χρυσοστόμου

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Γιώργος Κωνσταντινίδης

Λεμεσός, Μάιος 2023

Έντυπο έγκρισης

Μεταπτυχιακή διατριβή

ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΩΤΟΤΥΠΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

Παρουσιάστηκε από

Πέτρος Χρυσοστόμου

Πρόεδρος Επιτροπής: Δρ. Τάσος Γεωργιάδης,

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Υπογραφή _____

Μέλος Επιτροπής: Δρ. Γιώργος Κωνσταντινίδης,

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Υπογραφή _____

Μέλος Επιτροπής: Δρ. Λουκάς Κουτσοκέρας,

Επίκουρος Καθηγητής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Υπογραφή _____

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Λεμεσός, Μάιος 2023

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Χρυσοστόμου Πέτρος, 2023

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της μεταπτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και Επιστήμης και Μηχανικής Υλικών του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου εργασίας θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέπον καθηγητή μου Δρ. Γιώργο Κωνσταντινίδη για την συνεχή υποστήριξη και καθοδήγηση καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου εργασίας.

Οι συμβουλές και οι επισημάνσεις του με βοήθησαν να αναπτύξω τις ικανότητες μου στην έρευνα και να δημιουργήσω μια σοβαρή επιστημονική εργασία. Η ενθάρρυνση και η στήριξη που δέχτηκα με έκαναν να αισθανθώ αυτοπεποίθηση για την δουλειά μου, και αυτό μου έδωσε την ενέργεια και την υπομονή που χρειαζόμουν για να φτάσω ως εδώ.

Θα ήταν παράλειψη μου να μην αναφερθώ ιδιαίτερα στον Δρ. Λουκά Κουτσοκέρα για την εκπαίδευση που μου πρόσφερε τόσο στην διεκπεραίωση των πειραμάτων αλλά και σε όλα τα μηχανήματα του εργαστηρίου που ήταν απαραίτητα για την έρευνα μου. Οι συμβουλές του και η τεχνική του γνώση με βοήθησαν όχι μόνο να προχωρήσω στην διεκπεραίωση των πειραμάτων, αλλά και να εξοικειωθώ με τα διάφορα μηχανήματα του εργαστηρίου, μεταξύ των οποίων το φασματόμετρο, τον φούρνο πυρόλυσης, το πυρανόμετρο, τα θερμοζεύγη και μερικώς το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης. Οι γνώσεις αυτές θα μείνουν ανεξίτηλες και θα με στηρίξουν στην επαγγελματική μου πορεία για πολλά χρόνια.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την μεταδιδακτορική συνεργάτη του ΤΕΠΑΚ Δρ. Ραφαέλα Αγαθοκλέους για τις συμβουλές που μου παρείχε στην χρήση της θερμοκάμερας και όχι μόνο, αλλά και στην ορθή χρήση του ηλιακού προσομοιωτή.

Δεν πρέπει να παραλείψω το τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών που μου παρείχε το εργαστήριο στο οποίο εργαζόμουν όπου χωρίς όλον αυτόν τον εξοπλισμό τίποτα δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί.

Τις μεγαλύτερες ευχαριστίες τις οφείλω στους φίλους και στην οικογένεια μου για την συνεχή στήριξη, ώθηση, κατανόηση αλλά και εμπιστοσύνη που μου παρείχαν κατά την διάρκεια αυτής της μελέτης, όπου ήταν λιγοστός ο χρόνος που τους αφιέρωνα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας είναι η σύνθεση και βελτιστοποίηση ενός απορροφητικού υλικού στην ηλιακή ενέργεια, για παθητική αφαλάτωση θαλασσινού νερού. Δευτερεύων στόχος είναι η κατασκευή πρωτότυπης συσκευής παθητικής αφαλάτωσης και συλλογής του αφαλατωμένου νερού.

Αρχικά, έγινε μια εις βάθος έρευνα στα ήδη υπάρχοντα υλικά που χρησιμοποιούνται για τον σκοπό αυτό, για άντληση ιδεών ως προς το είδος των υλικών που είναι συμβατά αλλά και στις μεθοδολογίες χαρακτηρισμού και ελέγχου τους. Ως απορροφητικό υλικό αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί αφρός άνθρακα ο οποίος παράχθηκε μετά από ελεγχόμενη πυρόλυση αφρού μελαμίνης λόγω των διαφόρων υποσχόμενων ιδιοτήτων που κατέχει. Έγινε έλεγχος κάθε πιθανής παραμέτρου που μπορεί να ελεγχθεί τόσο κατά τη σύνθεση του υλικού, αλλά και στην πειραματική διάταξη. Στη συνέχεια, έγινε χαρακτηρισμός του υλικού (μικροδομή, υδροφιλικότητα, απορροφητικότητα, διαπερατότητα, θερμικές ιδιότητες, στοιχειομετρία, φυσικά χαρακτηριστικά, κ.α.) ως προς τις διάφορες παραμέτρους σύνθεσης του (θερμοκρασία και χρόνος πυρόλυσης, συνθήκες θαλάμου, κ.λπ.). Η δημιουργία της συσκευής σκοπό είχε την αναπαράσταση του φαινομένου της εξάτμισης και συλλογής του νερού. Για το χαρακτηρισμό του υλικού και της συσκευής χρησιμοποιήθηκε μικροσκόπιο ηλεκτρονικής σάρωσης ενισχυμένο με αισθητήρα ενεργειακής διασποράς ακτινών X, συσκευή γωνίας διαβροχής, φασματοφωτόμετρο σε ορατό και υπεριώδες, θερμοκάμερα, ηλιακός προσομοιωτής, κ.α. Τέλος, εξάχθηκαν αποτελέσματα για το ρυθμό εξάτμισης που παρέχει το τελικό και βέλτιστο υλικό, υπό ακτινοβολία 1000 W/m^2 . Τα αποτελέσματα αυτά συγκρίθηκαν με όσα βρέθηκαν από την βιβλιογραφική ανασκόπηση, και με ρυθμό εξάτμισης ίσο με $2.59 \text{ kg/m}^2/\text{h}$, η έρευνα αυτή κατατάσσεται στη 3^η θέση μεταξύ όλων των δημοσιευμένων δεδομένων με ελάχιστη απόκλιση (-1.5%) από το 1^ο σε κατάταξη υλικό ($2.63 \text{ kg/m}^2/\text{h}$).

Λέξεις κλειδιά: αφρός άνθρακα, αφρός μελαμίνης, πυρόλυση, ρυθμός εξάτμισης, ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης, φασματομέτρο, θερμοκάμερα, ηλιακός προσομοιωτής, σχεδιασμός

ABSTRACT

The main objective of this master thesis is the synthesis and optimization of an absorbent material for solar energy based passive seawater desalination. A secondary objective is the construction of a prototype device for passive desalination and collection of desalinated water.

Initially, an in-depth literature review was conducted on the already existing materials used for this purpose, to derive ideas as to the type of materials that are compatible as well as their characterization and control methodologies. As absorbent material it was decided to use carbon foam which was produced after controlled pyrolysis of melamine foam due to its various promising properties. Every possible controllable parameter was investigated both during the material synthesis and in the experimental setup. The synthesized material was characterized (microstructure, hydrophobicity, absorption, transmittance, thermal properties, stoichiometry, physical characteristics, etc.) in relation to its various synthesis parameters (pyrolysis temperature and time, chamber conditions, etc.). The purpose of constructing the prototype device was to simulate the phenomenon of water evaporation and collection. For the characterization of the material and the device, a scanning electron microscope enhanced with an energy dispersive X-ray sensor, a contact angle device, a uv-vis spectrophotometer, a thermal camera, a solar simulator, etc., were used.

Finally, results were derived for the evaporation rate provided by the final and optimal material, under 1000 W/m^2 irradiation (1 sun). These results were compared with what was found from the literature review, and with an evaporation rate equal to $2.59 \text{ kg/m}^2/\text{h}$, this research ranks 3rd among all published data with minimal deviation (-1.5%) from the 1st ranked material ($2.63 \text{ kg/m}^2/\text{h}$).

Keywords: carbon foam, melamine foam, pyrolysis, evaporation rate, scanning electron microscope, spectrometer, thermal camera, solar simulator, design