

University of Groningen

**Design and development of novel layered nanostructured hybrid materials for environmental, medical, energy and catalytic applications**

Potsi, Georgia

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

2016

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Potsi, G. (2016). *Design and development of novel layered nanostructured hybrid materials for environmental, medical, energy and catalytic applications*. University of Groningen.

**Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

**Take-down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.*

## Περίληψη

Ο τομέας των φυλλόμορφων νανοδομημένων υβριδικών υλικών επικεντρώνεται κυρίως στη σύνθεση και στις πιθανές εφαρμογές υλικών που συνδυάζουν τις ιδιότητες των δομικών τους μονάδων σε κλίμακα νανομέτρων. Συνδυάζοντας αυτές τις δομικές μονάδες μπορούμε να βελτιώσουμε ή και να δημιουργήσουμε νέες ιδιότητες οι οποίες δεν ήταν παρούσες στα επιμέρους αρχικά μας υλικά. Στόχος της παρούσας διατριβής είναι ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη ολιγοστρωματικών νανοδομημένων υβριδικών υλικών για περιβαλλοντικές, βιο-ιατρικές ενεργειακές και καταλυτικές εφαρμογές. Πιο συγκεκριμένα, στο πόνημα αυτό περιγράφεται η σύνθεση, ο χαρακτηρισμός και οι πιθανές εφαρμογές μια πληθώρας υλικών που έχουν σαν βάση αλλοτροπικές δομές του άνθρακα ή άλλα ανόργανα υλικά όπως οι φυλλόμορφοι άργιλοι.

Το κεφάλαιο 3 περιγράφει την σύνθεση πολυλειτουργικών υποστυλωμένων υλικών τα οποία έχουν αναπτυχθεί μέσω της ενσωμάτωσης μορίων αμινοαδαμαντίνης στον ενδοστρωματικό χώρο οξειδίου του γραφίτη και φυλλόμορφων αργιλοπυριτικών αργίλων. Οι διάφορες τεχνικές χαρακτηρισμού που χρησιμοποιούνται αποδεικνύουν την επιτυχή ενσωμάτωση της αμινοαδαμαντίνης καθώς και ότι τα τελικά υποστυλωμένα υλικά παρουσιάζουν αυξημένη ειδική επιφάνεια. Επιπροσθέτως τα υβριδικά υλικά βρέθηκαν να έχουν σημαντική προσροφητική ικανότητα οργανικών ρύπων γεγονός που τα καθιστά κατάλληλα για χρήση σε περιβαλλοντικές εφαρμογές. Επιπλέον παρουσιάζουν βελτιωμένη κυτταροτοξική ικανότητα σε καρκινικά κύτταρα (A549) σε σχέση με υγιή κύτταρα (MRC-5) στα οποία η δράση τους είναι ελάχιστη γεγονός που τα καθιστά κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν ως ανασταλτικοί παράγοντες ανάπτυξης σε βιο-ιατρικές εφαρμογές.

Στο κεφάλαιο 4 περιγράφεται η χημική οξείδωση νανοδίσκων άνθρακα που έχουν παραχθεί βιομηχανικά μέσω της πυρολυτικής διαδικασίας Knæner Carbon Black & H<sub>2</sub> και ο σχηματισμός ενός υδρόφιλου αναλόγου. Περιγράφεται ο λεπτομερής χαρακτηρισμός τόσο του αρχικού όσο και του οξειδωμένου υλικού καθώς και μελέτη των κυτταροτοξικών ιδιοτήτων του οξειδωμένου υλικού. Κατά την οξείδωση των νανοδίσκων επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός τους από το μίγμα νανοδίσκων/νανοκόνων/καταλοίπων του αρχικού υλικού και η δημιουργία λειτουργικών ομάδων οξυγόνου (επόξυ-, υδρόξυ-, καρβόξυ-) στην επιφάνεια τους βελτιώνοντας την διαλυτότητα τους σε πολικούς διαλύτες ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες εφαρμογές. Η μελέτη των κυτταροτοξικών ιδιοτήτων τους έδειξε ότι οι οξειδωμένοι νανοδίσκοι δρουν ως κυτταροτοξικοί παράγοντες και αποτελούν ένα πολλά υποσχόμενο υλικό για την ανάπτυξη νανο βιοκαταλυτικών συστημάτων.

Στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζεται μια ανασκόπηση διαφόρων πειραματικών μελετών πάνω στην σύνθεση και τις ιδιότητες νανοδομών άνθρακα που περιέχουν οργανικά-ανόργανα πολυεδρικά ολιγομερή σιλοξάνια (POSS) (cage-like). Στόχος είναι να τονιστεί η βελτίωση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων που επιτυγχάνεται με προσθήκη τους επικεντρώνοντας στον αντίκτυπο που μπορεί να έχουν τα υβριδικά αυτά υλικά σε διάφορες τεχνολογικές εφαρμογές.

Στο κεφάλαιο 6 αναφέρεται η ενσωμάτωση υποκατεστημένων κυβικών σιλοξανίων του σιδήρου (Fe<sup>+3</sup>), σε νατριούχο μοντμοριλλονίτη καθώς και στο όξινα ενεργοποιημένο ανάλογό του με σκοπό την δημιουργία καινοτόμων καταλυτικών υποστυλωμένων δομών. Μια πληθώρα τεχνικών χαρακτηρισμού εφαρμόστηκε ώστε να αποδειχθεί η επιτυχής ενσωμάτωση των σιλοξανίων στις αργλικές μήτρες καθώς και ο σχηματισμός υποστυλωμένων δομών μέσω της θέρμανσης τους. Τα τελικά παραγόμενα

υλικά βρέθηκαν να διαθέτουν μεγάλη ειδική επιφάνεια ενώ η παρουσία νανοσωματιδίων αιματίτη ( $\alpha\text{-FeO}_3$ ) επιβεβαιώθηκε μέσω της φασματοσκοπία Mössbauer. Καταλυτικές πειραματικές μετρήσεις έδειξαν ότι τα τελικά υβριδικά υλικά καταλύουν την αφυδάτωση της ισοπροπανόλης σε προπένιο και δισο-προπυλαιθέρα λόγω της μεγάλης ειδικής επιφάνειας και των ενεργών καταλυτικών κέντρων στην επιφάνεια τους ενώ η εκλεκτικότητα προς την διάσπαση της ισοπροπανόλης επηρεάζεται από στερεοχημικές παραμέτρους

Στο κεφάλαιο 7 παρουσιάζεται η δημιουργία λεπτών ολιγοστρωματικών υμενίων υποκατεστημένων με μέταλλα ( $\text{Cu}^{2+}$  και  $\text{Fe}^{+3}$ ) πολυεδρικών ολιγομερικών σιλοξανίων (POSS) μέσω της μεθόδου Langmuir –Schaefer ή με συνδυασμό της με τη μέθοδο αυτο-οργάνωσης (self-assembly) με τη χρήση μιας απλής τασιενεργής ένωσης όπως το αραχιδικό οξύ (AA). Ο χαρακτηρισμός με διάφορες τεχνικές απέδειξε την επιτυχή εναπόθεση των στρωμάτων της τασιενεργής με αποτέλεσμα την δημιουργία περιοδικών δομικών μονάδων που αποτελούνται αντίστοιχα από στρώματα αραχιδικού οξέος και υποκατεστημένων με μέταλλα ( $\text{Cu}^{2+}$  και  $\text{Fe}^{+3}$ ) POSS. Επιπλέον, η ενδοστρωματική απόσταση μεταξύ των δομικών μονάδων εξαρτάται από την γεωμετρία και τον αριθμό ένταξης των μεταλλικών ιόντων. Επιπροσθέτως η σύγκριση των δύο πειραματικών πρωτοκόλλων σύνθεσης έδειξε ότι τα υβριδικά υμένια που έχουν εναποτεθεί με τη συνδυασμένη συνθετική διαδικασία που περιλαμβάνει το στάδιο της αυτό-οργάνωσης των μορίων οδηγούν σε καλύτερα οργανωμένες δομές.

