

ΑΥΤΟΚΑΘΑΡΙΖΟΜΕΝΑ ΚΤΗΡΙΑ
ΧΑΡΗ ΣΤΗ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

■ Επιμέλεια: Αλεξάνδρα Γούτα

Οι μητροπόλεις του κόσμου υποφέρουν από την ατμοσφαιρική ρύπανση. Μέχρι εδώ, τίποτα καινούργιο. Η ρύπανση υποβαθμίζει τις πόλεις και αισθητικά. Επίσης τίποτα καινούργιο: το φαινόμενο των «μπαρουτοκαπνισμένων» προσώπων των κτηρίων στα μεγάλα αστικά κέντρα είναι σχεδόν τόσο παλιό, όσο και οι ίδιες οι σύγχρονες πόλεις.

Οι ρύποι δεν θέτουν σε κίνδυνο μόνο τη δημόσια υγεία και τη διάρκεια ζωής των κτηρίων, αλλά υποβαθμίζουν και το ευ ζην των κατοίκων τους, όπως αυτό εκφράζεται με τη δυνατότητα του πολίτη να διαβιεί σε ένα αισθητικά «θετικό» περιβάλλον.

Ιδίως στις πυκνοκατοικημένες περιοχές, μια σειρά από ανόργανους ή οργανικούς ρύπους, όπως τα οξείδια του αζώτου (nitrogen oxides) και το βενζένιο (βενζόλιο-benzene), προσκολλώνται στις επιφάνειες των κτηρίων, κάνοντας τον αέρα που αναπνέουμε ανθυγιεινό.

Η πρόκληση δεν μπορούσε να μείνει αναπάντητη. Επιστήμονες από όλον τον κόσμο, με τις ευλογίες της νανοτεχνολογίας, εργάζονται επί αρκετά χρόνια πάνω στη δημιουργία υλικών (από κονιάματα επικάλυψης, βαφές και ειδικά τσιμέντα μέχρι υαλοπίνακες), που θα επιτρέψουν στα κτήρια να «αυτοκαθαρίζονται». Μάλιστα, σε πολλές περιπτώσεις, τα υλικά αυτά συνδυάζονται με την ανάπτυξη και άλλων ιδιοτήτων, όπως για παράδειγμα η δυνατότητα φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.

Στην ΕΕ, η τεχνολογία των «self cleaning buildings» επιδιώκεται –μεταξύ άλλων– μέσω του κοινοτικού έργου **PICADA**, ήτοι Photocatalytic Innovative Covering Applications for De-pollution Assessment (ιστοσελίδα έργου: <http://www.picada-project.com>).

Στόχος του έργου, στο οποίο μετείχαν και Έλληνες εταίροι –το **ΑΠΘ** (Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής) και ο «**Δημόκριτος**»– είχε ως στόχο την ανάπτυξη σειράς αυτοκαθαριζόμενων και απορρυπαντικών (de-polluting) δομικών υλικών και την αξιολόγηση της απόδοσής τους σε μεγάλη κλίμακα. Με απλά λόγια, την **ανάπτυξη κοινιαμάτων επικάλυψης (coatings)**, που θα λειτουργούσαν λίγο πολύ ...σαν τα δέντρα.

Σύμφωνα με στοιχεία που συγκέντρωσε το «Τεχνογράφημα» από διεθνείς επιστημονικές δημοσιεύσεις, το έργο ξεκίνησε το 2002, στο πλαίσιο του 5ου Προγράμματος Πλαισίου της ΕΕ. Δεν ήταν το μόνο, καθώς η δημιουργία υλικών του είδους αποτελεί μια από τις βασικές ερευνητικές προτεραιότητες στον κτηριακό τομέα διεθνώς. Μάλιστα, προϊόντα του είδους, όπως το φωτοκαταλυτικό τσιμέντο TX Millennium, κυκλοφορούν ήδη στην αγορά.

Το ...λαίμαργο διοξείδιο του τιτανίου

Την τελευταία δεκαετία, οι ερευνητές έχουν εργαστεί πάνω στην ανάπτυξη μιας μεθόδου που θα επιτρέψει στο τσιμέντο (cement) και το σκυρόδεμα (concrete) να αυτοκαθαρίζονται και να απορρυπαίνονται. Για να το πετύχουν αυτό, αποφάσισαν να επωφεληθούν από τις ιδιότητες του διοξειδίου του τιτανίου (TiO₂), ενός ισχυρού φωτοκαταλύτη.

Πώς λειτουργεί; Με απλά λόγια, η **λευκή ουσία του TiO₂ «συμπεριφέρεται» σαν ημιαγωγός**. Όταν ακτινοβοληθεί με επαρκή φωτονική ενέργεια, ξεκινά μια χημική αντίδραση.

Συγκεκριμένα, τα ηλεκτρόνια των σωματιδίων του διοξειδίου του τιτανίου υπερφορτίζονται και αντιδρούν με τα μόρια του νερού στην ατμόσφαιρα. Η αντίδραση αυτή αποδραμεύει ελεύθερες ρίζες, που διασπούν το οργανικό υλικό πάνω στην πρόσοψη του κτηρίου και τους ρύπους –όπως τα οξείδια του αζώτου– στην περιβάλλουσα ατμόσφαιρα.

Σε γενικές γραμμές, ένα ετερογενές φωτοκαταλυτικό σύστημα αποτελείται από νανοσωματίδια ενός ημιαγωγού, όπως εν προκειμένω το TiO₂, σε κοντινή επαφή με κάποιο υγρό ή αέριο αντιδραστήριο (όπως ρύποι, μικροβιο-οργανισμοί). Η έκθεση του φωτοκαταλύτη στο φως οδηγεί στη δημιουργία διεγερμένων ενεργειακών σταθμών, οι οποίες θέτουν σε εφαρμογή αντιδράσεις οξειδοαναγωγής.

Κατά συνέπεια, η **προσθήκη διοξειδίου του τιτανίου σε δομικά υλικά και κονιάματα όπως το τσιμέντο ή το σκυρόδεμα επιτρέπει σε αυτά να «συλλάβουν» και να διασπάσουν τους αέριους ρύπους. Μετά την ...επίθεση, οι «καταναλωθέντες» ρύποι έχουν πλέον μετατραπεί σε αβλαβείς ουσίες, που ξεπλένονται με τη βροχή**.

Ο **Αρνό Πλασέ (Arnaud Plassais)**, μηχανικός που εργάστηκε για το έργο PICADA πιστεύει στο μέλλον των αυτοκαθαριζόμενων κτηρίων. «Το έργο απέδειξε ότι τα προϊόντα που έχουν ως βάση το φωτοκαταλυτικό τσιμέντο είναι χρήσιμα για την απορρύπανση και τον αυτοκαθαρισμό των κτηρίων, γεγονός που μας βοηθάει να προχωρήσουμε στην ανάπτυξη τελικών βιομηχανικών προϊόντων, αλλά και να εφαρμόσουμε μια σειρά από εργαστηριακές και onsite δοκιμές και ελέγχους, προκειμένου να αξιολογήσουμε πλήρως την αποτελεσματικότητα αυτών των προϊόντων», δήλωσε.

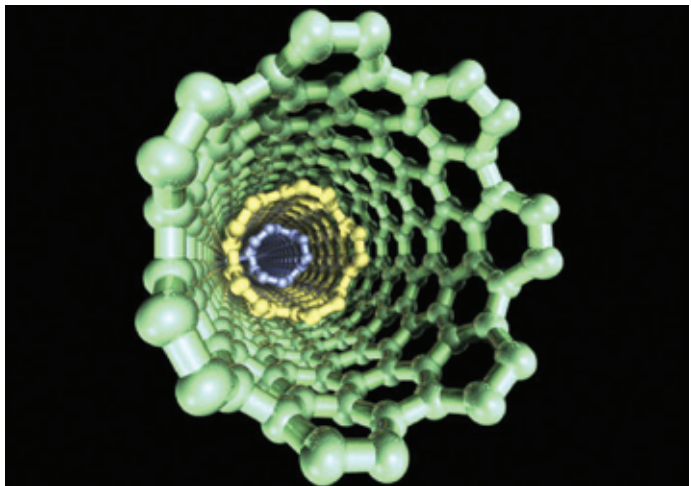
Το όφελος θα είναι προφανώς μεγάλο για τη δημόσια υγεία, αφού **τα νέα δομικά υλικά, όπως όλα δείχνουν, μπορούν να μειώσουν τις συγκεντρώσεις οξειδίων του αζώτου και άλλων τοξικών ουσιών, όπως το βενζόλιο, που προκαλούν αναπνευστικά προβλήματα και αυξάνουν την πιθανότητα δημιουργίας νέφους**.

Νανοσωματίδια στα δομικά υλικά: είναι ασφαλή για την ανθρώπινη υγεία;

Εντάξει, τα νανοσωματίδια «τρώνε» τους επιβλαβείς ρύπους. Μήπως όμως είναι τα ίδια εκ της φύσεώς τους επιβλαβή; Μήπως τελικά κάνουν χειρότερο κακό στη δημόσια υγεία από αυτό που προσπαθούν να προλάβουν; Το ερώτημα τέθηκε στους αρμόδιους: είναι ασφαλή για τη δημόσια υγεία τα νανοσωματίδια που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία δομικών υλικών;

Ο **Ρομπέρ Κοπέ (Robert Copé)**, ανεξάρτητος εμπειρογνώμονας του Επιστημονικού και Τεχνικού Κέντρου Οικοδόμησης της Γαλλίας έκανε εργαστηριακές δοκιμές και πειράματα πάνω στα συγκεκριμένα υλικά για να βρει την απάντηση.

«Σήμερα, η αναλογία ενεργών νανοσωματιδίων στο τσιμέντο ή το σκυρόδεμα είναι πολύ χαμηλή. Επίσης, από τη στιγμή που το υλικό θα εκτεθεί στον αέρα, τα σωματίδια έχουν την τάση να σχηματίζουν στοιβάδες μεταξύ τους ή να προσκολλώνται στα σωματίδια του τσιμέντου [και να γίνονται ένα με αυτά]. Ως αποτέλεσμα, πρακτικά δεν ανήκουν πλέον στην κλίμακα νάνο», είπε.

<http://independentsciencenews.org>



Τι έδειξε ένα πείραμα στο Μιλάνο

Τα πρώτα πειράματα με τα φωτοκαταλυτικά υλικά έδειξαν ότι έχουν όντως τη δυνατότητα να βελτιώνουν την ποιότητα του αέρα. Το 2002, επιστήμονες επικάλυψαν μια επιφάνεια εμβαδού 7000 τετραγωνικών μέτρων στο Μιλάνο με ένα φωτοκαταλυτικό υλικό και διαπίστωσαν ότι οι συγκεντρώσεις οξειδίου του αζώτου είχαν μειωθεί κατά 60%!

Παρόμοια υλικά, τα οποία φιλοδοξούν να καταστήσουν παρελθόν, σε λίγα χρόνια, τον παραδοσιακό τρόπο αερισμού των σπιτιών, έχουν αναπτυχτεί στο Πανεπιστήμιο της Κρήτης. Όπως εξήγησε στην εφημερίδα «Πατρίς» ο αναπληρωτής καθηγητής του Πανεπιστημίου Κρήτης, ερευνητής του Ινστιτούτου Ηλεκτρονικής Δομής και Λέιζερ του ΙΤΕ και επικεφαλής της ομάδας Διαφανών Αγώγιμων Οξειδίων και Διατάξεων, Γιώργος Κυριακίδης, το ίδιο το σπίτι θα περιέχει συστήματα καθαρισμού του αέρα που όχι μόνο θα «διώχνουν» τις οσμές αλλά και τα μικρόβια που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα! Η έρευνα της ομάδας διακρίθηκε στον Πανελλήνιο Διαγωνισμό Εφαρμοσμένης Έρευνας & Καινοτομίας με τίτλο «Η Ελλάδα Καινοτομεί!» που συνδιοργανώθηκε από το Σύνδεσμο Ελλήνων Βιομηχάνων και τον όμιλο Eurobank EFG.

Η ομάδα έχει πραγματοποιήσει με επιτυχία το σχεδιασμό και τη σύνθεση καινοτόμων φωτο-καταλυτικών νανο-υλικών, τα οποία ενεργοποιούνται με την χρήση ορατής ακτινοβολίας (εσωτερικού φωτισμού). Αναπτύσσονται στο εργαστήριο και έχουν εφαρμογή τόσο σε επιστρώσεις επιφανειών σκυροδέματος και επικρισμάτων (τοιχοί, δάπεδα) όσο και σε επιστρώσεις εξωτερικών χώρων, (πεζοδρομίων, περιβάλλοντος χώρου κτιρίων, χώρων στάθμευσης), και αποσκοπούν στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα και της υγιεινής των εσωτερικών χώρων, τη μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων και τη βελτίωση των συνθηκών αστικού περιβάλλοντος.

Συγκεκριμένα, η ομάδα συνέθεσε ένα καινοτόμο φωτοκαταλυτικό στερεό σε μορφή σκόνης, το οποίο ενεργοποιείται παρουσία ορατής ακτινοβολίας. Η καινοτομία του φωτοκαταλυτικού αυτού υλικού έγκειται στο ότι συμβάλλει στην αποδόμηση ρύπων εσωτερικών χώρων με τη χρήση ορατής ακτινοβολίας σε αντιδιαστολή με υπάρχοντα προϊόντα στο εμπόριο που λειτουργούν με την χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας.

Το φωτοκαταλυτικό υλικό -για το οποίο έχει επιδοθεί Ελληνικό Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας (No 1007062) ενώ παράλληλα έχει υποβληθεί αίτηση Διεθνούς Διπλώματος Ευρεσιτεχνίας στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Βιομηχανικής Ιδιο-

Από το παρόν τεύχος του «Τεχνογραφήματος», ξεκινάμε μια νέα στήλη, αφιερωμένη στην έρευνα και την καινοτομία στο χώρο των κατασκευών και των δομικών υλικών και στις διεθνείς τάσεις στην επιστήμη και την τεχνολογία.

Το «Τεχνογράφημα» περιμένει τις προτάσεις και τα κείμενα όσων συναδέλφων θα ήθελαν να περιγράψουν, να αναλύσουν, να τεκμηριώσουν ή και να αμφισβητήσουν θέματα που σχετίζονται με τα αντικείμενα που αναφέρθηκαν παραπάνω. Μπορείτε να στέλνετε τις προτάσεις και τα κείμενά σας στη διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου: laskarid@central.tee.gr

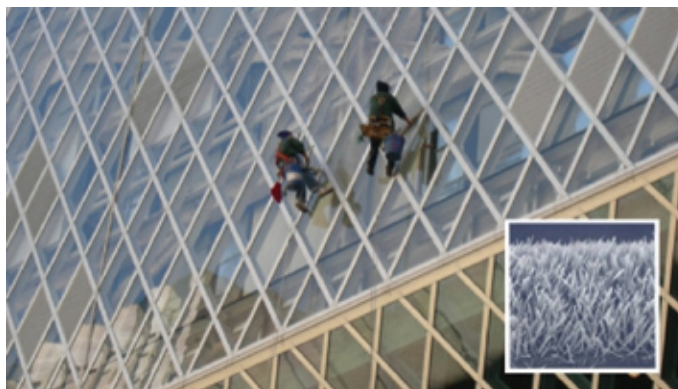
κτησίας, European Patent Organization (No: PCT/EP2010/070872)- αποτελείται από νανο-σωματίδια οξειδίου του τιτανίου (TiO_2) εμπλουτισμένα με Οξείδιο του Μαγγανίου (MnO_2), και είναι κατάλληλο για την αποδόμηση τόσο ανόργανων ρύπων, όπως το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), οξείδια του αζώτου (NO_x), όσο και πτητικών οργανικών ρύπων (Volatile Organic Compounds, VOCs), όπως αλδεΐδες (Φορμαλδεΐδη, Ακεταλδεΐδη), Βενζόλιο, τολουόλιο κλπ, με τη χρήση ορατής ακτινοβολίας (εσωτερικού φωτισμού).

Ζητείται φως ή πιο ...ευαίσθητοι φωτοκαταλύτες

Τα οξείδια του τιτανίου με την παρουσία φωτός λειτουργούν -όπως προαναφέρθηκε- σαν καταλύτες που αποδομούν ρύπους. Ωστόσο, οι σημερινοί φωτοκαταλύτες απαιτούν μέχρι σήμερα απαιτούν φωτισμό υψηλής ενέργειας, όπως η υπεριώδης περιοχή της ηλιακής ακτινοβολίας. Τι χρειάζεται να γίνει; Να φτιαχτούν καταλύτες οι οποίοι να ενεργοποιούνται από ορατό φως. Η ερευνητική ομάδα στο Πανεπιστήμιο της Κρήτης έχει παρασκευάσει ένα τέτοιο υλικό εμπλουτισμένο με μαγγάνιο το οποίο εμφανίζει αυτές τις ιδιότητες ενώ συνεχίζεται η έρευνα και ο σχεδιασμός παρασκευής νέων καινοτόμων υλικών. Η συνθετική πορεία που ακολουθείται είναι οικονομική, απλή, πολύ γρήγορη και επιτρέπει τη σύνθεση υλικού σε μεγάλη κλίμακα. Αυτό οδηγεί σε μια οικονομική λύση για την καταπολέμηση ρύπων εσωτερικών χώρων και γενικότερα για τη διαχείριση της ποιότητας του αέρα σε κάθε εσωτερικό χώρο (νοικοκυριά, βιομηχανικές μονάδες, νοσοκομεία, σχολεία, οργανισμούς και υπηρεσίες). Τελικά, το μέλλον είναι πιο κοντά από ό,τι φαίνεται. ■



Πηγή φωτογραφίας: <http://www.zigersnead.com> και www.businessweek.com. Το αιθυλενικό τετραφθοροαιθυλένιο (Ethylene Tetrafluoroethylene) ευρύτερα γνωστό ως ETFE είναι εξαιρετικά ανθεκτικό είδος διαφανούς πολυμερούς, που αυτοκαθαρίζεται χάρη στη χημική του σύνθεση. Επιπλέον, το ETFE επιτρέπει τη διέλευση περισσότερου φωτός από το γυαλί και το βάρος του είναι ίσο μόλις με το 1% ενός υαλοπίνακα συγκρίσιμου μεγέθους. Τέλος, το κόστος εγκατάστασης είναι μικρότερο κατά 24%-70% σε σχέση με τους υαλοπίνακες.



Πηγή φωτογραφίας: gizmag.com. Επιστήμονες ανέπτυξαν ένα νέο νανοϋλικό, που μπορεί να απωθήσει τη σκόνη και το νερό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αυτοκαθαριζόμενο επίχρισμα σε υαλοπίνακες και φωτοβολταϊκά πάνελ. Το νέο υλικό είναι φτιαγμένο από μόρια «πεπτιδίων» (peptides), που μοιάζουν με συστάδες γκαζόν σε μικροσκοπική κλίμακα. Παράλληλα, το υλικό μπορεί να λειτουργήσει ως ένας υπερηλεκτρικός (super-capacitor), ικανός να ...φορτίσει μπαταρίες ηλεκτρικών αυτοκινήτων.