

NANOTECHNOLOGIES IN COIL COATING PRETREATMENT

Le nanotecnologie nel pretrattamento del rivestimento dei *coil*

Marco Zavattoni

*Condoroil Chemical S.r.l.,
Casale Litta (VA), Italy
direzione@condoroil.it*

What is nanotechnology?

Nanotechnology is considered the most important technology for the XXI century. The most used definition is the following: "Nanotechnology is the study and use of structures between 1 and 100 nanometers in size". To put these measures in perspective, you have to consider that the diameter of a human hair measures about 80,000 nanometers. Actually, the definition above does not show that the most interesting things is that some materials at the nano level behave differently compared to what can be observed at micro or macro level.

European Commission tried to fill this lack offering the following definition: "Nanotechnology is the study of the phenomena and fine tuning of materials of atomic, molecular and macromolecular scales, where properties differ significantly from those at a larger scale".

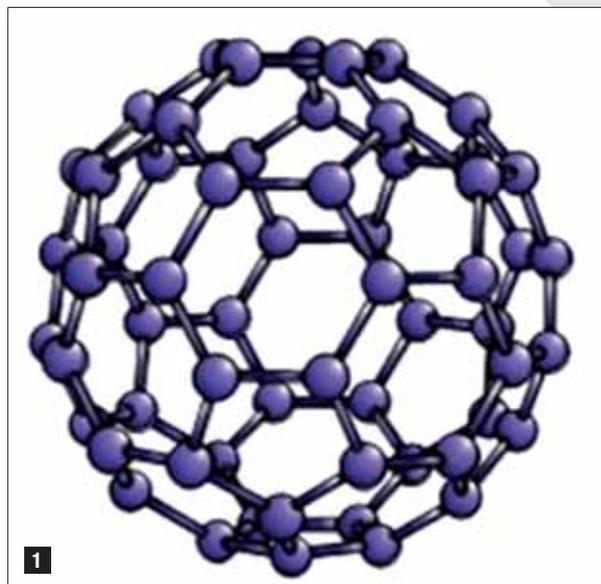
Che cos'è la nanotecnologia?

La nanotecnologia è considerata la tecnologia più importante del XXI secolo. La definizione più usata è la seguente: "La nanotecnologia è lo studio e l'utilizzo di strutture di dimensioni tra 1 e 100 nanometri di dimensione". Per mettere queste misure in prospettiva, si deve considerare che il diametro di un capello umano è di 80.000 nanometri circa. La definizione riportata sopra, in realtà, non evidenzia l'aspetto più interessante, ossia che alcuni materiali a livello nanometrico si comportano in modo diverso rispetto a quanto visibile a livello micro e macro metrico.

La Commissione Europea ha cercato di colmare questa mancanza offrendo la seguente definizione: "La nanotecnologia è lo studio dei fenomeni e della messa a punto dei materiali di scala atomica, molecolare e macromolecolare, dove le proprietà differiscono notevolmente da quelle su una scala più ampia".

Materials at the nano level show different characteristics than the so-called bulk materials - a conglomeration of discrete solid, macroscopic particles whose lower size

limit is about 1 micron, like sand, snow and dust. Nanoparticles contain from only a few atoms to hundreds atoms - not many billions of atoms like in the micro world: This affects their characteristics. In particular they react differently with other elements, behave differently depending on the temperature and they can change colour according to the size. For example, while gold microparticles are almost inert, gold nanoparticles, thanks to their high number of corner atoms, become highly reactive and are used to catalyse oxidation reactions.



1

The structures of the nanomaterials

Size is not the only important variable that changes the characteristics of the nanoparticles. Structure, as if to say "building blocks", is also affecting them very much. Nanoparticles commonly come in one of these forms:

- Nanoparticles
 - Nanowire
 - Nanotube
 - Nanocube
 - Nanorod
 - Nanocrystal
 - Quantum dot (semiconductor nanoparticles)
- To give an idea, the carbon can be present in the nano world in the following shapes:
- Buckyball or fullerene (Fig. 1)
 - Carbon nanotubes (Fig. 2)
 - Graphene (Fig. 3)
 - Diamondoid.

When man started to "play" with nano

The idea that something interesting could happen in the nano world was expressed in 1959 by Dr. Feynman, Nobel Prize for Physics, in his talk titled "There's plenty of room at the bottom".

I materiali a livello nanometrico presentano caratteristiche diverse da quelle della cosiddetta "materia granulare", un insieme di particelle solide il cui limite mini-

mo di dimensione è circa 1 micron (come la sabbia, la neve e la polvere). Le nanoparticelle contengono da pochi atomi a centinaia, non molti miliardi come nel mondo micrometrico, e questo influisce sulle loro caratteristiche. In particolare, gli atomi reagiscono diversamente con gli altri elementi, si comportano diversamente in base alla temperatura e possono cambiare colore a seconda delle dimensioni. Ad esempio, mentre le microparticelle d'oro sono quasi inerti,

le nanoparticelle d'oro, grazie al loro elevato numero di atomi ai vertici, diventano altamente reattive e sono utilizzate per catalizzare reazioni di ossidazione.

Le strutture dei nanomateriali

La dimensione non è l'unica variabile importante che cambia le caratteristiche delle nano particelle, anche la struttura influisce molto su di esse. Le nanoparticelle sono comunemente disponibili in una di queste forme:

- Nanoparticelle
 - Nanofilo
 - Nanotubo
 - Nanocubo
 - Nanoasta
 - Nanocristallo
 - Punto quantico (nanoparticelle di semiconduttrici).
- Per dare un'idea, il carbonio può essere presente nel mondo nanometrico nelle seguenti forme:
- Fullerene (fig. 1)
 - Nanotubi di carbonio (fig. 2)
 - Grafene (fig. 3)
 - Diamantoide.

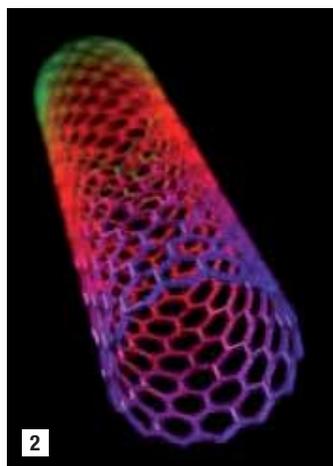
Quando l'uomo ha iniziato a "giocare" con la dimensione nanometrica

L'idea che qualcosa d'interessante potesse accadere nel mondo nano è stata espressa nel 1959 dal Dott. Feynman, premio Nobel per la Fisica, nel suo discorso dal titolo

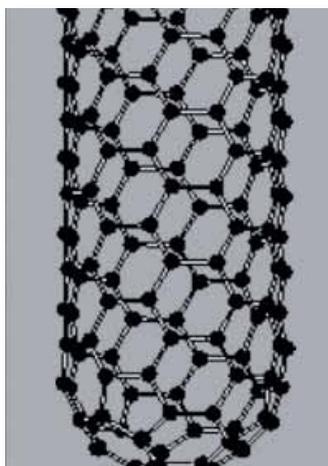
1

Bucky balls or fullerene: Spherical structures with 20 or more atoms (most common C60). Very good electron acceptors (used e.g. in solar cells).

Buckminsterfullerene o fullerene: strutture sferiche con venti o più atomi (più comune C60). Ottimi accettori di elettroni (utilizzati per esempio nelle celle solari).



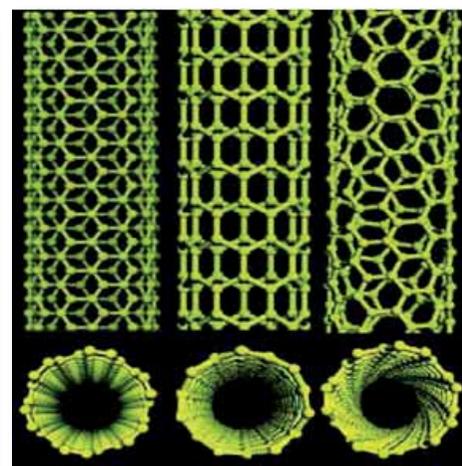
OPEN END



CLOSED END



MULTI WALL



ARMCHAIR - ZIG ZAG - CHIRAL

2 Different kinds of carbon nanotubes.

Tipologie di nanotubi di carbonio.

In his talk Feynman offered up the possibility of working with and controlling the atoms and the molecules, asking “what would happen if we could arrange the atoms one by one the way we want them?” But the real breakthrough came in 1981, when Dr. Gerd Binnig and Dr. Heinrich Rohrer, Nobel Prizes in Physics, invented a machine named “Scanning Tunneling Microscope” (STM), which can see even moving objects at the atomic scale.

This data are important because man had the possibility to start working and building nanomaterials in a controlled way. In any case we have to remember that both nature and man (even if unaware) were already using nanoparticles before this discovery.

Just think about the lotus flower “Nasturzio”: it keeps its petals clean thanks to the morphology at nano level of its surface where the small drops of water flow without adhering (Fig. 4). This lotus effect has been already used to develop easy to clean paints and ceramics.

Another example is the Van der Waals bond: geckos, spiders, flies and beetles can walk on the ceiling thanks to “nano hairs” that create Van der Waals bond. The heavier is the animal, the thinner are the hairs.

Man used nanotechnology in some ancient objects. A typical example are the Cologne cathedral windows, in Germany (Fig. 5).

The different colours have been obtained using different shapes and dimensions of gold and silver nanoparticles.

“C’è un sacco di spazio sul fondo” (There’s plenty of room at the bottom). Nel suo discorso, Feynman ha offerto la possibilità di lavorare e controllare atomi e molecole, chiedendo “che cosa accadrebbe se potessimo organizzare gli atomi, uno per uno, nel modo in cui vogliamo?” Ma il vero balzo in avanti avvenne nel 1981, quando il Dott. Gerd Binnig e il Dott. Heinrich Rohrer, premi Nobel per la Fisica, inventarono una macchina chiamata “Microscopio a effetto tunnel” (STM, Scanning Tunneling Microscope), che può vedere anche gli oggetti in movimento su scala atomica.

Questi dati sono importanti perché l’uomo ha avuto la possibilità di iniziare a lavorare e costruire nanomateriali in modo controllato. In ogni caso, va ricordato che sia la natura che (inconsapevolmente) l’uomo stavano già utilizzando la nanotecnologia prima di questa scoperta.

Pensiamo all’effetto loto: Il fiore di loto “Nasturzio” mantiene i suoi petali puliti grazie alla morfologia a livello nanometrico della sua superficie, dove le piccole gocce d’acqua scorrono senza aderire (fig. 4). L’effetto loto è già stato utilizzato per sviluppare vernici e ceramica facili da pulire. Un altro esempio è il legame di Van der Waals: gechi, ragni, mosche e scarafaggi possono camminare sul soffitto grazie a “peli nanometrici” che creano il legame di Van der Waals. Più pesante è l’animale, più sottili saranno i peli.

L’uomo ha inconsapevolmente utilizzato la nanotecnologia in alcuni oggetti antichi. Un esempio tipico dove è possibile vedere che l’uomo era in grado di usare le nanoparticelle sono le finestre della cattedrale di Colonia, in Germania (fig. 5). I diversi colori sono stati ottenuti usando varie forme e dimensioni di nanoparticelle di oro e argento. È stato inoltre dimostrato che le straordinarie caratteristiche delle lame saracene erano dovute alla presenza di nanotubi di carbonio sulla loro superficie.

Putting nanotechnologies at work

Nanotechnologists have offered two approaches for fabricating materials or manipulating devices using nanotechnologies:

- top-down (from top to bottom)
- bottom-up (from bottom to top).

Using the bottom up approach means using the nanotechnology to assemble the nanoparticles atom by atom, placing each type of atom in a specific location. Using the top down method means using nanotools, which remove portion of bulk materials, to create nano-sized features.

Furthermore it has been proved that the extraordinary characteristics of the Saracen blades were due to the presence of carbon nanotubes on their surface.

Maximizing surface area

By reducing the size of a particle, the surface area increases and more atoms are available to interact with other atoms or ions of other substances.

This characteristic is used for example to:

- Increase charging rate and storage capacity of a battery;
- Improve the catalyst in order to reduce the temperature and energy required to run chemical reactions;
- Improve the explosives by increasing the power generated.

Le nanotecnologie all'opera

Gli esperti di nanotecnologie hanno offerto due approcci per la fabbricazione di materiali o la manipolazione di dispositivi utilizzando le nanotecnologie:

- top-down (dall'alto verso il basso)
- bottom up (dal basso verso l'alto).

Utilizzando il secondo approccio si può usare la nanotecnologia per assemblare le nanoparticelle atomo per atomo, mettendo ogni tipo di atomo in una posizione specifica. Utilizzando il metodo top-down, s'impiegano nanomacchine che rimuovono porzioni dei materiali granulari per creare caratteristiche di dimensioni nanometriche.

Massimizzare l'area di superficie

Riducendo le dimensioni di una particella, la superficie aumenta e più atomi sono disponibili per interagire con altri atomi o ioni di altre sostanze.

Questa caratteristica è usata, per esempio, per:

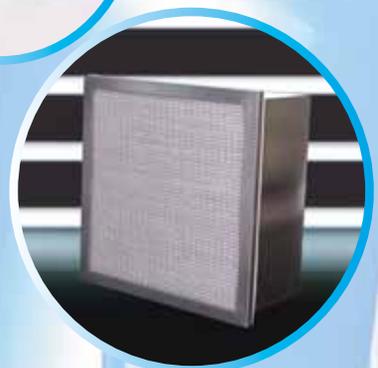
- Aumentare la velocità di carica e la capacità di una batteria
- Migliorare il catalizzatore per abbassare la temperatura e l'energia necessaria per eseguire reazioni chimiche
- Migliorare gli esplosivi aumentando la potenza generata.

Filtrazione per impianti di verniciatura

Rotoli, pannelli e celle in fibra di vetro
Celle filtranti per alte temperature
Rotoli e pannelli in fibra sintetica
Accumulatore vernice "Columbus"
Filtri "Andreae"
Cartucce filtranti
Filtri assoluti
Applicazioni speciali

filtering for finishing lines

Rolls, panels and cells of glass fiber
Filtering cells for high temperatures
Rolls and panels of synthetic fiber
Paint accumulator "Columbus"
"Andreae" filters
Filtering cartridges
Absolute filters
Special application

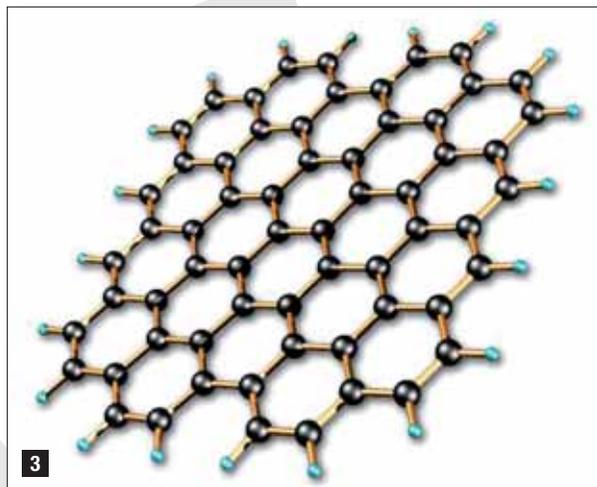


Via Vincenzo Monti 173
20099 Sesto San Giovanni (MI) – ITALY
Tel. (+39).02.24.89.583/02.26.224.313
Fax (+39).02.26.21.065
e-mail: info@defil.it
www.defil.it

Reducing pore size of materials

Materials containing nano-sized holes – called nanopores – offer some intriguing possibilities for the way in which pores can be used. A few examples of application of nanopores include:

- Improving the volume of air that can be stored in a solid, nanoporous material becomes a very good insulator;
- Metallorganic frameworks are used to capture CO² or to store hydrogen for fuel cell use;
- Membranes containing nanopores are used for nanofiltration of water;
- Nanopores can be used to quickly analyze the DNA structure.



3

Grafene: sheet structure, Faster electron mobility.

Grafene: struttura in lamiera; mobilità degli elettroni più veloce.

Modifying material properties through functionalization

The properties of nanoparticles can be customized for their use in particular applications by bonding molecules to the nanoparticles in the process called “functionalization”.

Functionalization is a process that involves attaching atoms or molecules to the surface of a nanoparticle with a chemical bond to change the properties of those nanoparticles. The bond used can be either a covalent bond or a Van Der Waals bond (Fig. 6).

Functionalization is used to prepare the nanoparticles for many uses, for example:

- Making sensor's elements that can be used to detect very low levels of chemical or biological molecules;
- Forming lightweight and high strength composites;
- Producing targeted drug delivery agents.

Making nanocomposites

When you include functionalized nanoparticles in a composite material, these nanoparticles can form covalent bonds with the primary material used in composites. In a carbon fiber composite, functionalized nanotubes bond with the carbon

Ridurre la dimensione dei pori nei materiali

I materiali contenenti pori di dimensioni nanometriche – i nanopori – offrono alcune possibilità interessanti per il modo in cui essi possono essere utilizzati:

- Migliorando il volume d'aria che può essere immagazzinato in un solido, il materiale nanoporoso diventa un ottimo isolante
- Le strutture metallorganiche sono utilizzate per catturare CO² o per immagazzinare l'idrogeno per l'utilizzo delle celle a combustibile
- Membrane contenenti nanopori sono utilizzate per la nanofiltrazione dell'acqua
- I nanopori possono essere usati per analizzare rapidamente la struttura del DNA.

Modificare le proprietà dei materiali attraverso la funzionalizzazione

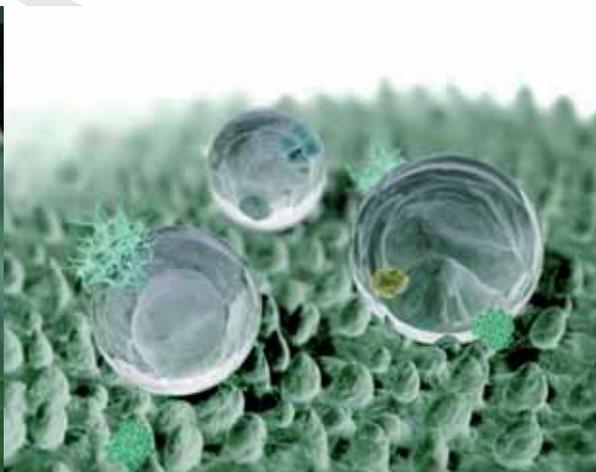
Le proprietà delle nanoparticelle possono essere personalizzate per il loro utilizzo in particolari applicazioni legando le molecole alle nanoparticelle nel processo chiamato “funzionalizzazione”. La funzionalizzazione è un processo che comprende l'attaccamento di atomi o molecole alla superficie di una nanoparticella con un legame chimico, al fine di modificare le proprietà di tali nanoparticelle. Il legame può essere sia covalente sia del tipo di Van Der Waals (fig. 6).

La funzionalizzazione è utilizzata per preparare le nanoparticelle per molti usi, per esempio:

- Produrre elementi di sensori che possono essere usati per rilevare livelli molto bassi di molecole chimiche o biologiche
- Formare compositi leggeri ad alta resistenza
- Produrre agenti di somministrazione mirata di farmaci.

Produrre nanocompositi

Quando s'includono nanoparticelle funzionalizzate in un materiale composito, queste possono formare legami covalenti con il materiale primario usato nei compositi. In un composito di fibra di carbonio, i nanotubi funzionalizzati legano con le fibre di carbonio



4

A lotus flower: thanks to the nanometric morphology of its leaves, it keeps itself clean.

Un fiore di loto: grazie alla morfologia nanometrica delle sue foglie, si mantiene pulito autonomamente.

fibers to create a stronger structure (Fig. 7).

Nanocomposites are used in several applications:

- *Nanoparticles are used to improve strength while reducing weight in sports equipments;*
- *Nanocomposites are used to replace metals in cars and to make more durable windmill;*
- *Nanocomposites using carbon nanotubes and polymers are being developed to make lighter spacecraft.*

Adding nanoparticles to fibre

By adding nanoparticles to fibres it is possible to change their properties and create, for example, fabrics that repel water and stains, that kill bacteria, helping to reduce odours in clothing. Nanoparticles that store up ions or electrons within the fibres, helps turning fabrics into batteries.

Customizing the structure of coatings and films

Nanoparticles can be added to bulk materials,

such as paint, to improve a particular property, e.g. making the paint more resistant to UV rays.

Nanoparticles can also be used to entirely form a film: A nanoparticle that has been functionalized by adding a hydrophobic molecule, for example, can be used to create a waterproof film.

Walls and other surfaces can be painted with a film containing various types of nanoparticles that kill bacteria. A coating made with aluminium oxide nanoparticles has been shown to improve the resistance of ship propeller shafts to corrosion. Nanocoatings are also used to give waterproof properties or to reduce the loss of air of porous material.

per creare una struttura più forte (fig. 7).

I nanocompositi sono usati in molte applicazioni:

- per migliorare la resistenza riducendo al tempo stesso il peso nelle attrezzature sportive;
- per sostituire i metalli nelle automobili e per costruire mulini a vento più resistenti;
- i nanocompositi che usano nanotubi e polimeri di carbonio sono in sviluppo per ridurre il peso dei mezzi spaziali.

Aggiungere nanoparticelle alla fibra

Con l'aggiunta di nanoparticelle alle fibre, è possibile modificarne le proprietà e creare, ad esempio tessuti in grado di respingere l'acqua e le macchie o che eliminano i batteri, contribuendo a ridurre gli odori degli abiti. Nanoparticelle che immagazzinano ioni o elettroni all'interno delle fibre, contribuiscono a trasformare tessuti in batterie.

Personalizzare la struttura di rivestimenti e film

Le nanoparticelle possono essere aggiunte a materiali granulari, come la vernice, per migliorare una determinata proprietà, per esempio rendere una vernice più resistente ai raggi UV. Una nanoparticella che è stata funzionalizzata con l'aggiunta di una molecola idrorepellente, per esempio, può essere utilizzata per creare un film impermeabile.

Pareti e altre superfici possono essere verniciate con un film che contiene vari tipi di nanoparticelle che uccidono i batteri. È stato mostrato un rivestimento realizzato con nanoparticelle di ossido di alluminio per migliorare la resistenza alla corrosione degli alberi portaelica delle navi. I nanorivestimenti vengono utilizzati anche per dare proprietà impermeabili o per ridurre la perdita d'aria del materiale poroso.

Nanotechnologies in metal surface treatment

Regarding the world of metal surface treatment we can remember some application of nanotechnology:

- Self cleaning coating that simulates the lotus flower;
- Self cleaning paint containing hydrophobic nanoparticles or containing titanium oxide nanoparticles - sometimes with silver nanoparticles - which uses the light energy to kill bacteria on surfaces through photocatalysis;
- Aluminium profiles that are kept sterile thanks to the insertion of silver nanoparticles in the nanopores that are generated in the anodic oxidation process;
- Scratch-resistant clear coats that help the paint to stay glossy longer and that protects the paint by producing a surface similar to glass;
- Nanoparticles to clean air, water and contaminated groundwater or soil;
- Nanoporous membrane to purify, soft or demineralise water;
- Nanotechnological metal surfaces conversion coatings in preparation of paint deposition.



5

Windows of the gothic Cathedral in Colon, Germany: nanoparticles of gold and silver were used to create the colours.

Vetrata della Cattedrale gotica di Colonia: nanoparticelle di oro e argento furono utilizzate per creare i colori delle vetrate.

6

Different functionalization of nanoparticles with either covalent (left) or Van Der Waals bonds (middle and right).

Schematizzazioni di funzionalizzazioni di nano particelle con legami covalenti (sinistra) o di Van Der Waals (centro e destra).

Nanotechnological conversion coating

Some nanoparticles are currently used in pretreatment processes to form conversion coatings. Most of the chemical companies present

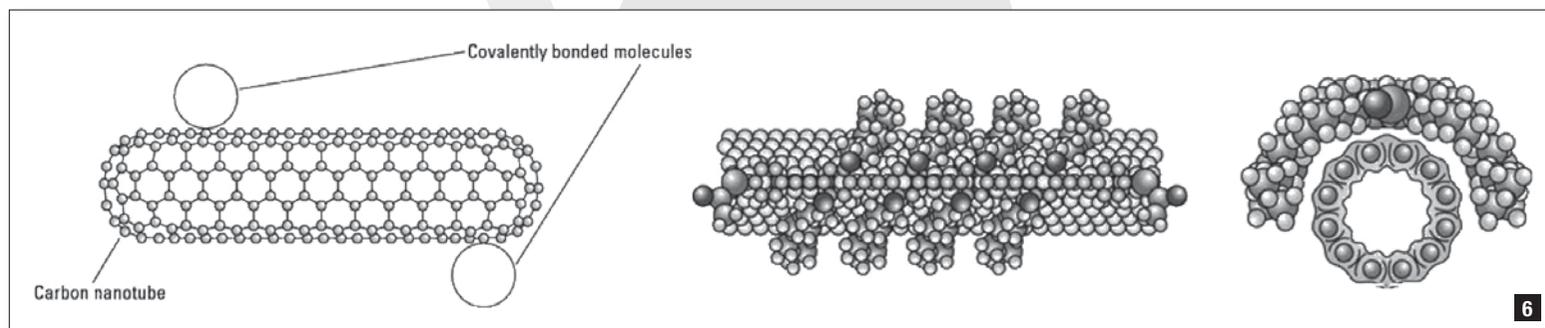
La nanotecnologia nel trattamento superficiale del metallo

Riguardo al mondo del trattamento delle superfici metalliche, possiamo ricordare alcune applicazioni della nanotecnologia:

- Rivestimento autopulente che simula l'effetto del fiore di loto.
- Rivestimento autopulente contenente nanoparticelle idrorepellenti o contenenti nanoparticelle di ossido di titanio (talvolta nanoparticelle d'argento) che utilizza l'energia luminosa per uccidere i batteri sulle superfici attraverso la fotocatalisi.
- Profili in alluminio che vengono tenuti sterili grazie all'inserimento di nanoparticelle d'argento nei nanopori generati nel processo di ossidazione anodica.
- Rivestimento trasparente antigraffio che aiuta la vernice a rimanere lucida più a lungo e che la protegge producendo una superficie simile al vetro.
- Nanoparticelle per pulire aria, acqua, acque sotterranee o suolo contaminati.
- Membrana nanoporosa per purificare, addolcire o demineralizzare l'acqua.
- Rivestimenti di conversione nanotecnologici per superfici metalliche in vista della deposizione di vernice.

Rivestimento nanotecnologico di conversione

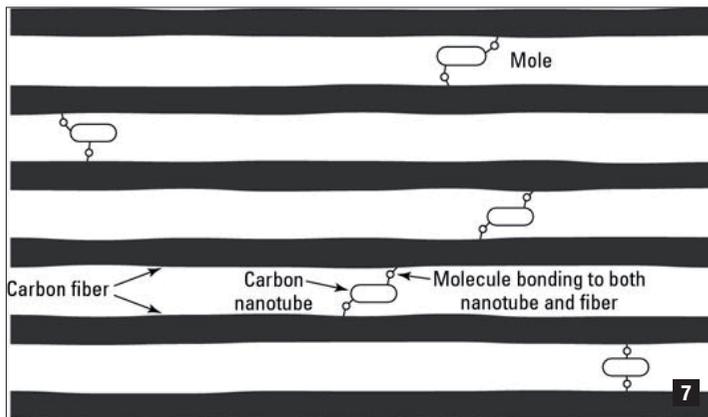
Alcune nanoparticelle sono attualmente utilizzate nei processi di pretrattamento per formare rivestimenti di conversione. La maggior parte delle aziende chimiche



6

in this field are currently using, for example:

- Zirconium, titanium and manganese acidic solutions which form – in specific conditions and following the bottom up procedure – nanoparticles of oxides that cover the surface with a very thin, compact and corrosion resistant layer
- Silicium, cerium and aluminium oxide nanoparticles dispersions or emulsions that are added directly are often used in the formulation to increase the corrosion resistance properties of the conversion coatings.
- Organosilanes nanocompounds able to create bonds between the metal surface, the conversion coating and the paint, increasing the paint adhesion and, indirectly, the corrosion resistance. The silanes help also to form a flexible compact layer that creates a barrier effect with inhibitor properties (Fig. 8).



7
Structure of a carbon fibre nano-composite.
Struttura di un nano composto in fibra di carbonio.

presenti in questo campo stanno attualmente utilizzando, per esempio:

- Le soluzioni acide di zirconio, titanio e manganese formano - in condizioni specifiche e seguendo la procedura *bottom-up* - nanoparticelle di ossidi che ricoprono la superficie con uno strato molto sottile, compatto e resistente alla corrosione.
- Le dispersioni o le emulsioni di particelle di ossido di silicio, cerio e alluminio che vengono aggiunte direttamente sono spesso usate nella formulazione per aumentare le proprietà di resistenza alla corrosione dei rivestimenti di conversione.
- I nanocomposti organosilani che sono in grado di creare legami tra la superficie metallica, il rivestimento di conversione e la pittura, aumentando l'adesione della vernice e, indirettamente, la resistenza alla corrosione. I silani aiutano anche a formare uno strato flessibile compatto che crea un effetto barriera con proprietà d'inibizione (fig. 8).



Sistema di verniciatura a polveri senz'aria DDF
Powder coating system Airless DDF



www.cmspray.it

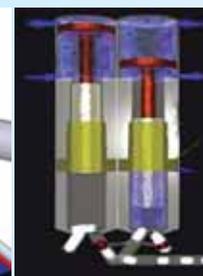


Sistema automatico di miscelazione delle vernici liquide pluri-componenti con metodo proporzionale

Automatic mixing of multi-component liquid paints with a proportionate system



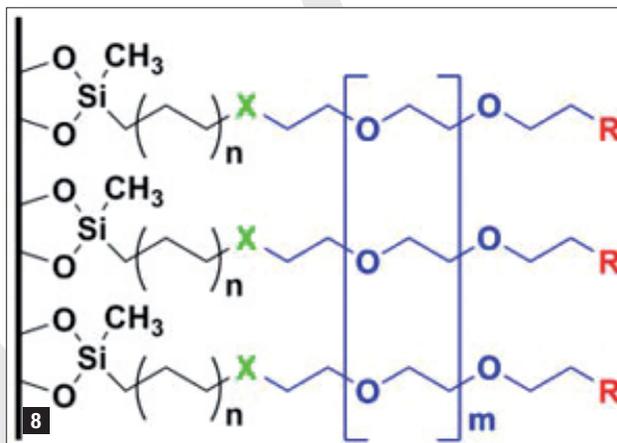
Partners:



cmspray@cmspray.it

Everyone knows the advantages that coil coating industry achieved with the development of this technology:

- Reduction of pretreatment stages, at least from three to one;
- Faster and easier solution control and management;
- Elimination of toxic and carcinogenic elements, like hexavalent chromium, nickel and cobalt;
- Elimination of waste to treat in the water treatment plant and consequent elimination of waste sludges disposal;
- Elimination of rinsing stages with demineralized water consumption;
- Elimination of crystals and sludges in the treatment tanks, ramps and nozzles that require maintenance;
- Energetic consumption reduction, because it's not necessary to heat the baths and thanks to the reduction of the required paint PMT;
- Broad versatility with multimetal applications;
- Increase of the mechanical characteristics and corrosion resistance performances.



8
Silanes helps creating a flexible but compact layer which produces a barrier effect.

I silani aiutano a formare uno strato flessibile compatto che crea un effetto barriera.

Nanotechnological pretreatment primer

One of the next steps where both pretreatment and paint chemical producers are working is the development of a product able to integrate the pretreatment and the primer in one single formulation (Fig. 9).

Main characteristics required will be:

- Compatibility with all kind of topcoat paints;
- Formability, pigmentation and corrosion protection similar to the one achieved today in the two steps process;
- Possibility to cure with both IR and conventional technology;
- Possibility to use it on every metal substrate.

Obviously, the studies are in progress and researchers are evaluating new nanotechnological products.

Nanosafety

Most of the material safety data sheets of the nanocompound consider them like they have the same characteristics of the bulk material, but the questions that arise immediately are the following:

Tutti conoscono i vantaggi che l'industria del rivestimento coil ha raggiunto con lo sviluppo di questa tecnologia:

- Riduzione degli stadi di pretrattamento, almeno da tre a uno
- Soluzione di controllo e gestione più veloce e più facile
- Eliminazione di elementi tossici e cancerogeni come cromo esavalente, nichel e cobalto
- Eliminazione dei rifiuti da trattare nell'impianto di trattamento delle acque e conseguente eliminazione dei fanghi da smaltire
- Eliminazione delle fasi di risciacquo con consumo d'acqua demineralizzata
- Eliminazione dei cristalli e dei fanghi nelle vasche di trattamento, rampe e ugelli che richiedono manutenzione
- Riduzione del consumo energetico, poiché non è necessario riscaldare le vasche e grazie alla riduzione del PMT della vernice
- Ampia versatilità con le applicazioni multimetalliche
- Aumento delle caratteristiche meccaniche e delle prestazioni di resistenza alla corrosione.

Primer nanotecnologico di pretrattamento

Uno dei passi successivi cui i produttori di sostanze per il pretrattamento e di vernici stanno lavorando è lo sviluppo di un prodotto in grado d'integrare il pretrattamento e il primer in una singola formulazione (fig. 9).

Le principali caratteristiche richieste saranno:

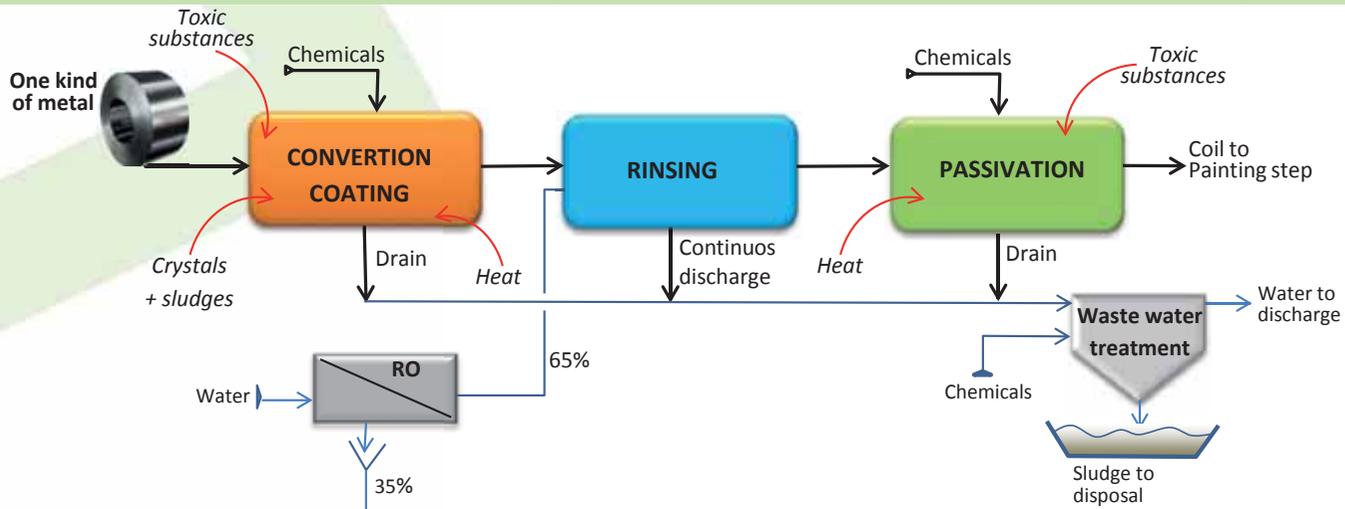
- Compatibilità con tutti i tipi di vernici top coat
- Formabilità, pigmentazione e protezione contro la corrosione simile a quella raggiunta oggi nel processo a due fasi
- Possibilità di polimerizzazione sia con la tecnologia IR che convenzionale
- Possibilità di utilizzo su qualsiasi substrato metallico.

Ovviamente, le ricerche sono in corso e i ricercatori stanno valutando nuovi prodotti nanotecnologici.

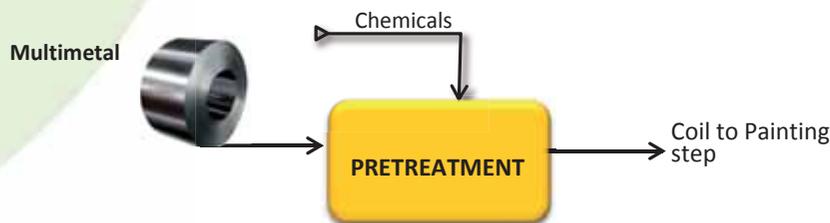
La sicurezza delle nanoparticelle

La maggior parte delle schede di sicurezza dei materiali nanocompositi li considera come se avessero le stesse caratteristiche del materiale granulare, ma le domande che sorgono immediatamente sono le seguenti:

CONVENTIONAL PRETREATMENT PROCESS



NANOTECHNOLOGICAL TREATMENT + CHEMICAL COATER



9

CONDOROILCHEMICAL
CHEMICAL PRODUCTS FOR INDUSTRIES

- "The inhalation or ingestion of nanoparticles can affect differently the human body?"

- "Nanoparticles can affect the ecosystem and indirectly, man's health?"

Studies indicate that a few nanoparticles in some condition can be toxic (e.g. inhalation of carbon nanotubes can cause mesothelioma like asbestos). For this reason, it's very important to continue the development without forgetting safety. ■

- L'inalazione o ingestione di nanoparticelle può influire diversamente sul corpo umano?

- Le nanoparticelle possono colpire l'ecosistema e, indirettamente, la salute dell'uomo?

Gli studi indicano che alcune nanoparticelle in certe condizioni possono essere tossiche (per esempio, l'inalazione di nanotubi di carbonio può causare il mesotelioma, come l'amianto). Per questo motivo, è molto importante continuare lo sviluppo senza dimenticare la sicurezza. ■

9

Comparison between a traditional and a nanotechnological pretreatment process.

Comparazione fra un processo di pretrattamento convenzionale e uno nano tecnologico.

BIBLIOGRAPHY

Michael L. Roukes; Sandy Fritz, "Understanding Nanotechnology", USA, dagli editori di Scientific American, Warner Books (libro tecnico)

Linda Williams; Dott. Wade Adams, "Nanotechnology Demystified", USA, McGraw Hill Companies (libro tecnico)

Mathias Schulenburg, "Nanotechnology – Innovation for Tomorrow's World", Bruxelles, Commissione Europea (relazione tecnica)

Fabrizio Mancin, "Nanosistemi", Padova, Università di Padova (relazione)