

L'APPLICAZIONE DEI **nanomateriali**

» Gianandrea Mazzola

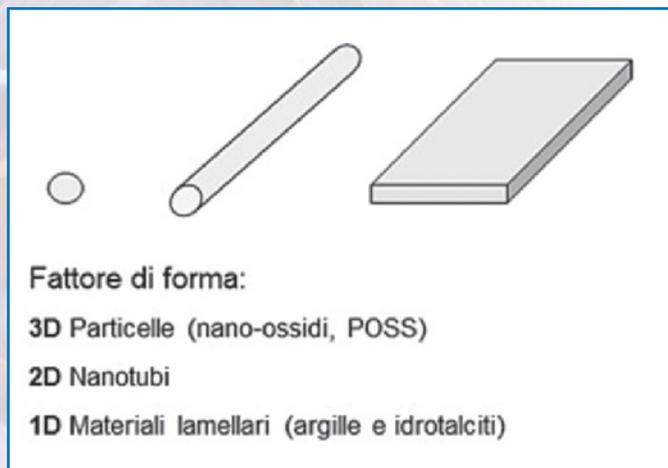
Innovazioni e miglioramenti delle proprietà meccaniche, termiche e superficiali del PVC, possono apportare al comparto, oltre ai vantaggi diretti, anche maggiore versatilità stilistica e di design ai progettisti. Gli studi condotti da un team di ricercatori italiani dimostrano che un approccio innovativo sul profilo esistente può già estendersi dalla superfici esterne al trattamento delle camere ottenendo elevati benefici prestazionali ed impensabili possibilità di personalizzazione

I profili in PVC hanno ormai raggiunto un livello tecnologico e applicativo che li pone dal punto di vista prestazionale in prima fila nella realizzazione di infissi e serramenti. In questo contesto innovazioni e miglioramenti delle proprietà meccaniche, termiche e superficiali del polimero possono apportare al comparto non solo vantaggi diretti, ma anche maggiore versatilità stilistica e di design dalla quale possono trarne beneficio i progettisti. Questo sviluppo necessita di un approccio scientifico articolato, basato sulla conoscenza approfondita dei materiali stessi (con particolare riferimento alla scala nanometrica) e delle metodologie di preparazione, nonché sulla capacità di trasferimento tecnologico, con particolare attenzione all'applicazione industriale finale. A questo proposito **Nova Res Srl**, società nata come spin-off dell'**Università del Piemonte Orientale**, con lo scopo di fornire supporto alle attività di Ricerca e Sviluppo, grazie a un team di ricercatori con esperienza pluriennale nella sintesi chimica, nello sviluppo di processi e nello scouting di nuove applicazioni, si è occupata di fare un'analisi delle prospettive di sviluppo e innovazione nel settore dei materiali e dei profili in PVC per serramenti.

DAGLI ADDITIVI AI SISTEMI

Le nanotecnologie, ovvero lo sfruttamento ottimale delle interazioni interfacciali e superficiali che si instaurano a livello nanometrico (ovvero nell'ordine dei 10^{-9} m) e intermolecolare, presentano un forte impatto sia sul materiale costituente il profilo (additivazione di nanomateriali di rinforzo), sia nella realizzazione di rivestimenti sottili e nanostrutturati.

NEL PROFILO IN PVC: FINALITÀ E OBIETTIVI



Esiste una varietà molto ampia di nanomateriali inorganici, in grado di impartire proprietà diverse in base alla composizione chimica, la forma e le differenze dimensionali relative. In figura i fattori di forma dei nanomateriali utilizzati nelle matrici plastiche

«Nel settore delle materie plastiche e, di conseguenza, anche del PVC – precisa il ricercatore **Enrico Boccaleri** – significativi miglioramenti prestazionali possono basarsi, in primis, sull'additivazione in massa di additivi nanostrutturati, per costituire i cosiddetti sistemi nanocompositi. Attraverso queste metodologie, la modifica delle proprietà fisiche (meccaniche e termiche) dipende fortemente dalle interazioni intermolecolari descritte, particolarmente efficienti anche a basse concentrazioni. In questo ampio contesto esiste una larga varietà di nanomateriali inorganici, in grado di impartire proprietà diverse in base alla composizione chimica, la forma e le differenze dimensionali relative». Poiché la dispersione di particelle inorganiche in una matrice organica è ottenuta grazie alle affinità, a livello interfacciale, del sistema disperso con la matrice polimerica, con approccio "fisico" viene definito, dal gruppo di ricerca di Nova Res, la strategia di modificare chimicamente la superficie dei nanoadditivi. L'intima interrelazione tra le nanocariche e la matrice induce effetti macroscopici (spesso non ottenibili con additivi tradizionali) anche a bassi livelli di additivazione.

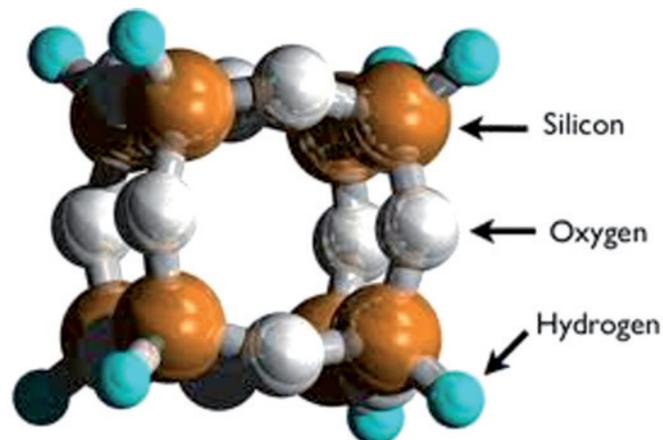
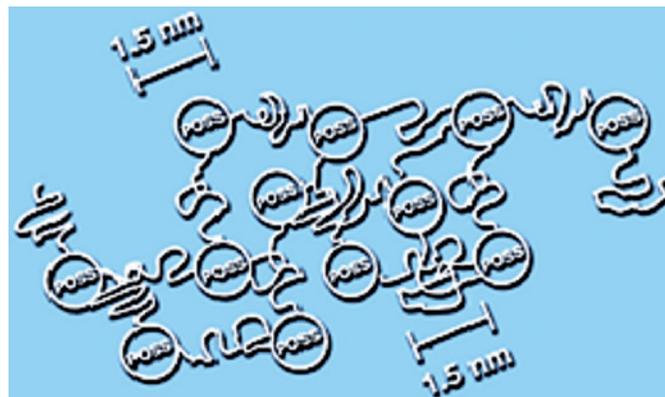
IBRIDI ORGANICI-INORGANICI

«Un differente approccio perseguibile – aggiunge Boccaleri – viene definito di tipo "chimico", attraverso la sintesi e l'utilizzo di nanomateriali ibridi organici-inorganici. Un esempio pratico deriva dall'utilizzo dei POSS, ovvero Silsesquiosani Polie-

drici Oligomerici, molecole costituite da gabbie cubiche silicee, estremamente stabili da un punto di vista termico, con opportuni gruppi organici ai vertici».

La natura chimica dei frammenti organici permette di considerare i sistemi **POSS** a metà strada tra silice e siliconi, rendendoli versatili come molecole organiche, ma con proprietà analoghe a sistemi inorganici. Cambiando la reattività di uno o di tutti i gruppi organici con la matrice polimerica, si possono ottenere combinazioni di strutture a livello molecolare mediante interazione covalente, che possono portare a strutture reticolate, copolimerizzate o sistemi contenenti inserzioni di POSS nella struttura polimerica.

«Un approccio di questo tipo – sottolinea lo stesso Boccaleri – può modificare in modo significativo le proprietà del profilo di PVC in termini di proprietà meccaniche, ma anche di stabilità dimensionale, termica e ottica».



I POSS, ovvero Silsesquiosani Poliedrici Oligomerici, sono molecole costituite da gabbie cubiche silicee, estremamente stabili da un punto di vista termico, con opportuni gruppi organici ai vertici

FINITURE E PROTEZIONI SUPERFICIALI

Materiali, tecnologie e nanoscienze possono così apportare importanti e sostanziali benefici, e contribuire all'innovazione nel settore dei profili e serramenti.

Un approccio innovativo sul profilo PVC può ad esempio riguardare i seguenti punti: superfici esterne, superfici interne, superficie delle cavità e cavità interne.

Attraverso queste azioni si possono aumentare le prestazioni dei profili dal punto di vista della finitura superficiale (stabilità del colore e riduzione dell'invecchiamento) e dell'isolamento termico. «La possibilità di riflettere i raggi infrarossi – prosegue il ricercatore **Giuseppe Rombolà** – su un profilo già opportunamente strutturato per avere bassi coefficienti di trasmissione, diventa un'opzione perseguibile attraverso un processo di metallizzazione, tramite verniciatura, delle superfici interne ed esterne del profilo. Il processo prevede la spruzzatura contemporanea e convergente, per mezzo di una pistola a doppio ugello, di due soluzioni a base acquosa e contenenti due reagenti».

A contatto, precursori chimici danno vita a una reazione di ossido-riduzione e la conseguente formazione di un sottile film metallico. Preparando opportunamente la superficie, si possono ottenere varie finiture (opaco, lucido, sfumato), mentre la protezione finale del film sottile si ottiene mediante verniciatura UV o con curing termico.

«In termini di film sottili – precisa Rombolà – si può anche intervenire mediante l'additivazione di vernici PU o acriliche con pigmenti IR riflettenti. Da questo punto di vista, anche l'utilizzo di pigmenti fosforescenti inorganici può generare interessi sia per la riduzione del riscaldamento



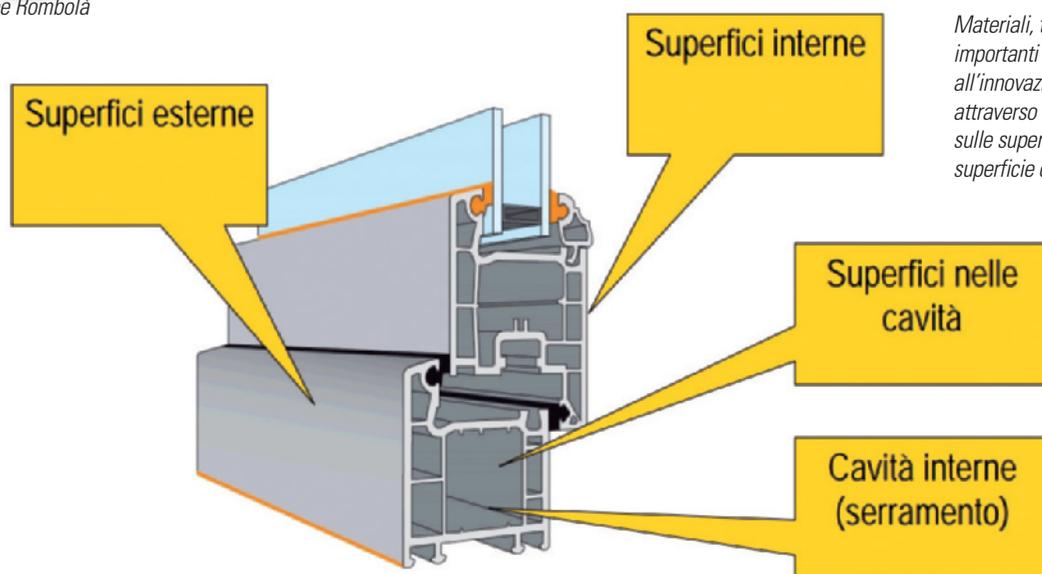
dell'infisso, sia per i particolari effetti di rilascio della radiazione luminosa durante le ore notturne». In generale, la stabilità del colore, l'ingiallimento e lo sfogliamento superficiale dipendono fortemente dalla resistenza ai raggi UV. Anche in questo caso le nanotecnologie corrono in soccorso fornendo soluzioni per l'additivazione di resine standard o l'adattamento di resine non altrimenti applicabili. In entrambi i casi, i POSS rappresentano l'elemento chiave. Nel primo caso gli stessi POSS possono essere modificati per ospitare centri metallici con ottime proprietà di assorbimento dei raggi UV e di stabilità nel tempo. «L'elevata disperdibilità dei POSS – spiega Rombolà – favorisce quindi la fruibilità di questi assorbitori inorganici».



Enrico Boccaleri



Giuseppe Rombolà



Materiali, tecnologie e nanoscienze possono apportare importanti e sostanziali benefici, e contribuire all'innovazione nel settore dei profili e serramenti. Ciò attraverso un intervento puntuale che può avvenire sulle superfici esterne, sulle superfici interne, sulle superficie delle cavità o ancora sulle cavità interne



L'impiego di pigmenti fosforescenti inorganici può generare interessi sia per la riduzione del riscaldamento dell'infisso, sia per i particolari effetti di rilascio della radiazione luminosa durante le ore notturne.



Leonardo Maffia



Marco Milesio
che in Nova Res
segue i progetti di ricerca

Nel secondo caso permettono l'utilizzo di resine poliimmidiche come fattore protettivo esterno. Le resine poliimmidiche offrono un buon taglio della radiazione UV (e del relativo danneggiamento) e una buona resistenza termica e meccanica. Presentano però un colore giallo-arancione (derivante da interazioni intermolecolari delle catene polimeriche) che ne riduce l'utilizzo per applicazioni estetiche. «I POSS all'interno delle resine poliimmidiche – aggiunge lo stesso Rombolà – si comportano da spaziatori delle catene polimeriche, sopprimendo i centri di colore presenti nella struttura chimica del polimero. La resina poliimmidica diventa così trasparente, e questo apre un ampio spettro di applicazioni per questa classe di materiali».

SOL-GEL E TECNOLOGIE A FILM SOTTILI

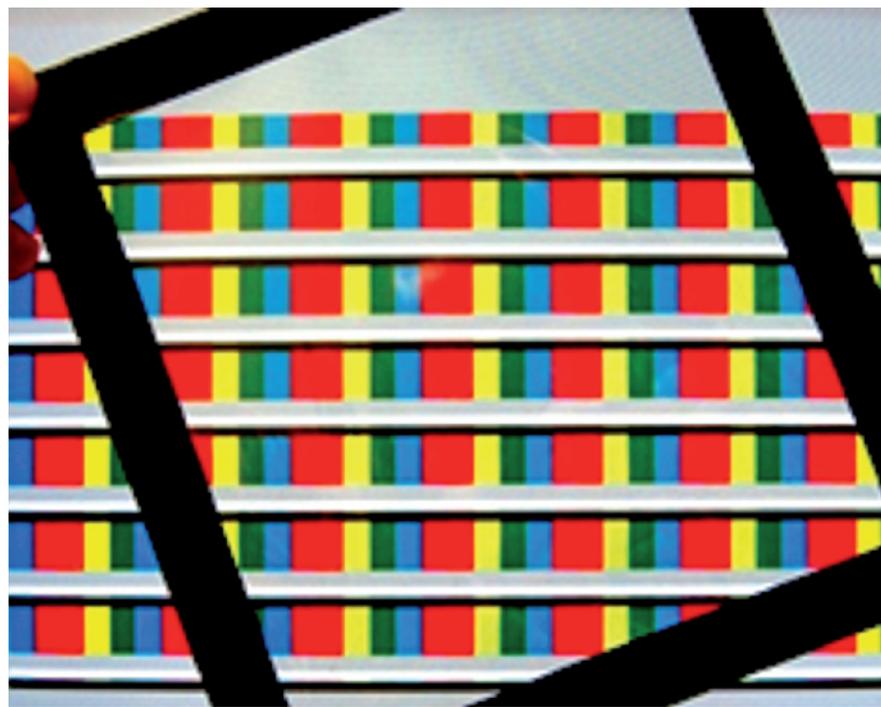
In ambito di rivestimenti superficiali, non si possono poi trascurare le opportunità che la tecnologia Sol-Gel può offrire. «Stiamo parlando di un processo – precisa Rombolà – che prevede l'utilizzo di soluzioni acquose o idroalcoliche di particolari precursori organosilicei, che formano un gel di silice stabile e applicabile superficialmente con tecnologie di spruzzatura o immersione. Le formulazioni e le finiture possono essere gestite in maniera molto versatile per ottenere diverse caratteristiche: idrofobia, idrofilia, elevata durezza. La stessa matrice silicea può ospitare pigmenti per colorazione, assorbitori UV e materiali IR reflecting».

Tra le tecnologie a film sottili, la Atomic Layer Deposition (ALD) presenta notevoli spunti di interesse. Può essere utilizzata per depositare, in condizioni di bassa pressione, film ceramici ultrasottili, nanostrutturati e tali da imporre caratteristiche di riflessione dei raggi IR.

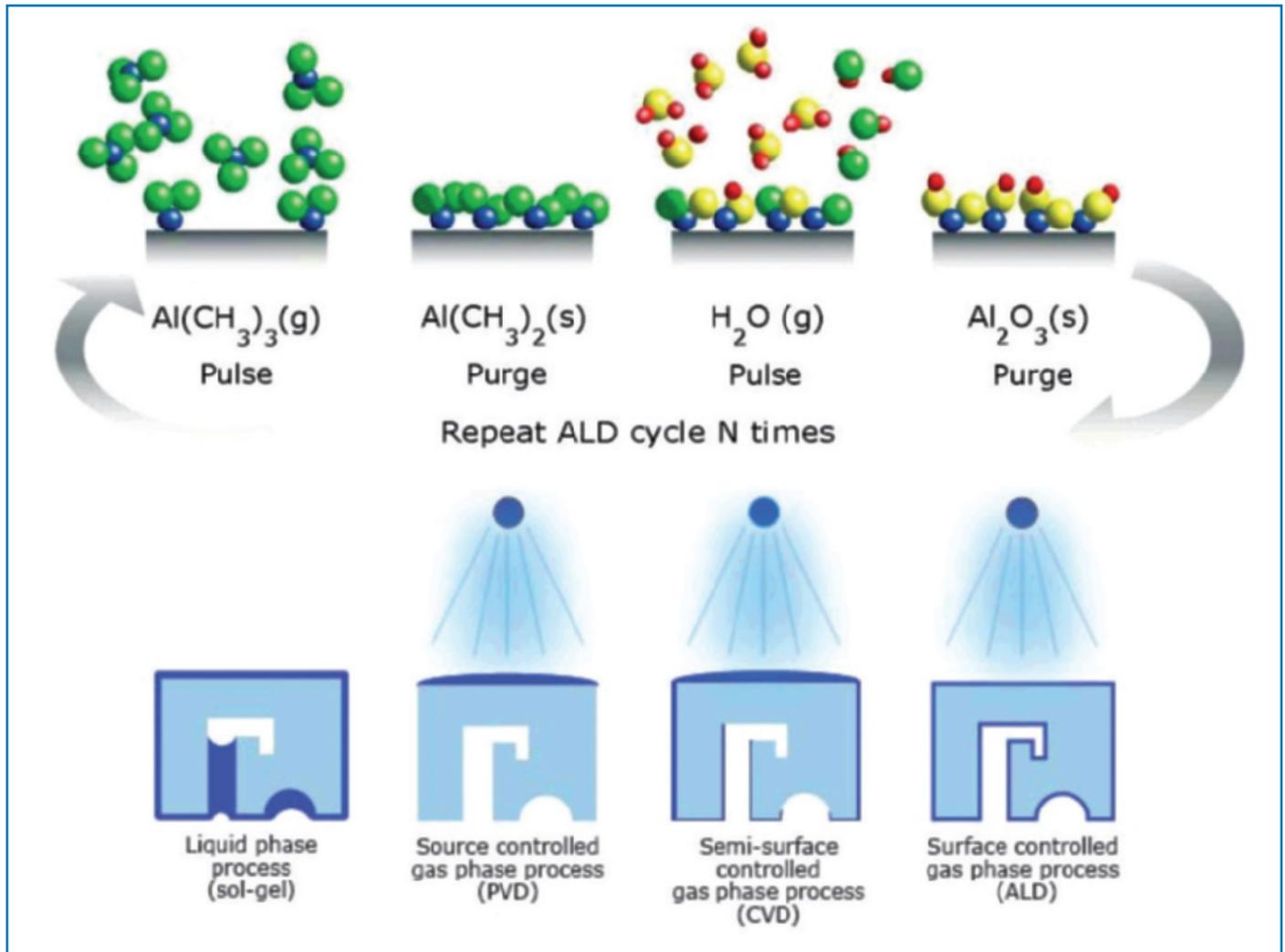
«La tecnica ALD – precisa Rombolà – funziona con invii sequenziali e separati di gas o composti reattivi trasportati in camera di processo d un gas inerte (per es. azoto). Quando il primo gas viene pulsato, le molecole vanno a ricoprire tutta la superficie esposta di un campione, legandosi chimicamente ai siti attivi. Eliminato l'eccesso di gas non reagito grazie a un flusso continuo di azoto, si predispose il sistema all'invio del secondo precursore chimico, il quale reagisce preferenzialmente con il precursore adsorbito chimicamente sulla superficie».

Questa reazione da vita a un primo strato di composto binario (ossido, nitruro o carburo di metallo); ripetendo i cicli sopra descritti, si procede alla crescita del film sottile strato atomico per strato atomico. Come già accennato, il vantaggio primario della tecnica ALD è il rivestimento di tutta la superficie esposta al flusso di gas. Così, anche l'interno dei profili potrebbe essere rivestito con strati nanometrici di materiali ceramici, aumentando le riflessioni interne dei raggi IR e diminuendo il coefficiente di trasmissione termica.

«Ma le cavità interne di un profilo – aggiunge e conclude il ri-



I POSS, all'interno delle resine poliimmidiche, si comportano da spaziatori delle catene polimeriche, sopprimendo i centri di colore presenti nella struttura chimica del polimero; la resina poliimmidica diventa così trasparente, e questo apre un ampio spettro di applicazioni per questa classe di materiali



La figura sopra mostra le fasi del ciclo della tecnologia a film sottili ALD, Atomic Layer Deposition; la figura sotto illustra come lo stesso processo ALD sia totalmente conforme alla superficie esposta al flusso dei vapori di precursori chimici

cercatore **Leonardo Maffia** – si offrono anche al riempimento con particolari materiali per l'abbattimento dei flussi convettivi e la modifica della capacità termica. In questo, appaiono particolarmente interessanti alcune schiume polimeriche derivanti da materiali di origine completamente naturale. Questi materiali innovativi, sviluppati sia a porosità chiusa che aperta, presentano caratteristiche autoespandenti e possono essere caratterizzate da un'elevata resistenza alla combustione e alla temperatura».



Luca Palin
che in Nova Res segue
caratterizzazione
e analisi dei materiali

Tali sistemi possono anche integrare additivi intelligenti (i cosiddetti "smart materials"), in grado di modificare il comportamento termico del profilo solamente nelle regioni di temperatura di interesse per l'applicazione. I sistemi sviluppati più avanzati, hanno un peso ridotto, sono adattabili in regione di temperatura, stabili termicamente e meccanicamente e privi di emissioni VOC, ov-

Gli autori della ricerca

Materiali e additivi innovativi: Dr. Enrico Boccaleri
 Caratterizzazione e analisi di materiali: Dr. Luca Palin
 Energia e ambiente: Ing. Leonardo Maffia
 Deposizione film sottili: Dr. Giuseppe Rombolà
 Progetti di ricerca: Dr. Marco Milanese
 Società: Nova Res Srl (spin-off dell'Università del Piemonte Orientale)
 Via Bovio, 6 - 28100 Novara - Tel. 0321 1850492; fax. 0321 1850924
 Sito internet: www.novares.org - E mail: info@novares.org

vero "Volatile Organic Compounds". In questo modo, il serramento diventa un componente attivo nella riduzione dei fabbisogni energetici di riscaldamento e raffreddamento, ottimizzabile sulla base della regione climatica di uso.

© RIPRODUZIONE RISERVATA