Polysil Paper – un coating a base silicea per l'impermeabilizzazione di carta e cartone

La carta, da secoli punto fermo della civiltà umana, non è priva di inconvenienti.
La sua natura idrofilica e la struttura porosa rappresentano alcuni limiti di questo materiale, rendendo la sua applicazione particolarmente problematica in ambienti umidi o a contatto diretto con l'acqua.
Il centro ricerche Nanoprom ha sviluppato e testato un coating per la protezione della carta da acqua e umidità.
Il coating si basa su processi sol-gel brevettati. Il materiale di partenza è una sospensione colloidale di particelle solide in un liquido, il sol, che si trasforma in gel attraverso processi di idrolisi e condensazione. In seguito ad essiccamento il materiale completa il suo ciclo di polimerizzazione.
Polysil Paper è un coating trasparente a base silicea. Con uno strato di pochi micrometri il prodotto crea uno strato simil-vetroso sul substrato, senza alterarne l'aspetto estetico ma conferendo spiccate **proprietà idrofobiche** alla superficie.

Laboratorio	NANOPROM CHEMICALS
Area di specializzazione	Energia e Sostenibilità, Meccatronica e Materiali
Referenti	Gian Luca Falleti, Lidia Lancellotti
Keyword	Processo sol-gel, Polysil Paper , Impermeabilizzazione della carta, Riciclabilità

"Contro il rammollimento degli imballaggi a contatto con acqua, senza intaccarne la riciclabilità"

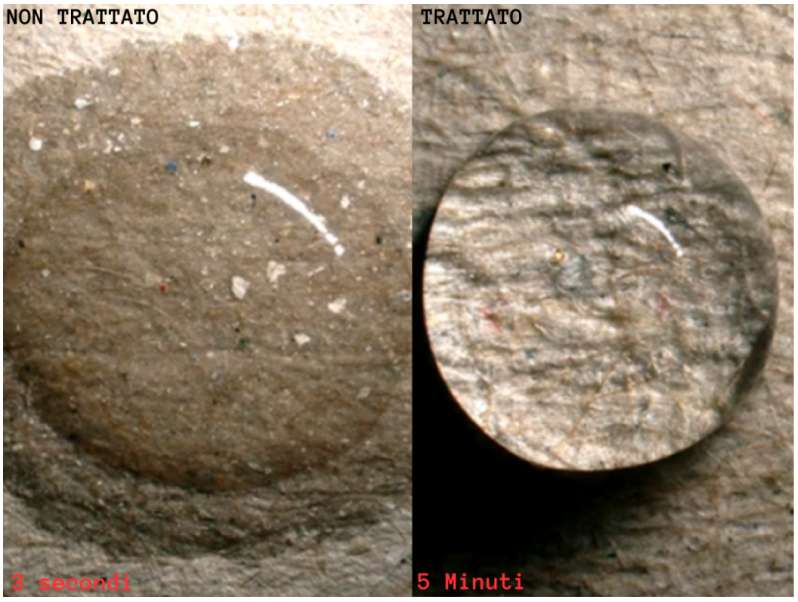


Fig. 1: Figura 1: Osservazione al microscopio digitale Keyence VHX-6000 di una goccia d'acqua depositata su cartone non trattato (dopo 3 secondi) e trattato con Polysil Paper (dopo 5 minuti)



Fig. 2: Figura 2: Applicazione Polysil Paper mediante spruzzatura su cartone

Descrizione

Il principale problema associato a tutti gli imballaggi realizzati in carta e cartone, così come a tutti i consumabili a base cellulosa, è la loro suscettibilità all'assorbimento di acqua, che provoca il loro rammollimento quando esposti ad un ambiente particolarmente umido o all'acqua. Questo comportamento dipende principalmente dalle interazioni molecolari acqua-cellulosa, abbinate all'elevata porosità della carta e al fenomeno della capillarità.
Per far fronte a questo problema, Nanoprom ha sviluppato Polysil Paper, un rivestimento che si basa su principi sol-gel che, una volta applicato, penetra nella struttura di carta o cartone. La reazione di polimerizzazione, che avviene a temperatura ambiente, porta alla formazione di legami silossanici (Si-O-Si), con formazione di uno strato di silice amorfa, che lascia il substrato inalterato otticamente.
Le caratteristiche principali di questo rivestimento includono una notevole idrofobicità, grazie alla presenza di gruppi altamente apolari nei precursori, e una bassa tensione superficiale, prossima a 20 mN/m. Questo crea una sorta di " effetto barriera" tra l'acqua e il materiale sottostante.
Inoltre, il trattamento con Polysil Paper non compromette completamente la capacità del supporto cartaceo di assorbire acqua. Questo permette una certa permeabilità all'umidità e/o all'acqua nel caso in cui il materiale venga abbandonato, con la possibilità di avere comunque una bio-degradazione, seppur in tempi più lunghi.

Aspetti innovativi

La capacità di rendere la carta e il cartone impermeabili, o almeno semi-impermeabili, all'acqua rappresenta una svolta significativa in numerose applicazioni, poiché consente di sostituire la plastica in molti settori. Un esempio tangibile riguarda gli oggetti monouso (come piatti, cannucce e posate) che in passato venivano comunemente realizzati in plastica ma, ad oggi, questo non è più possibile a causa delle nuove direttive europee. La carta si è dimostrata essere la scelta più promettente per la sostituzione della plastica, ma ha presentato e presenta tuttora il noto problema dell'assorbimento di acqua.
Per affrontare questa sfida, è stato testato Polysil Paper su piatti, cannucce e altri materiali da imballaggio basati su carta. Il trattamento è stato in grado di eliminare il problema del rammollimento. In aggiunta, è essenziale sottolineare che Polysil Paper è già stato sottoposto a rigorose valutazioni e test alimentari, confermandone la sicurezza per il contatto con gli alimenti. Il supporto trattato resta inoltre completamente riciclabile, come dimostrato attraverso test di riciclabilità condotti in collaborazione con un laboratorio locale

Applicazioni

Le applicazioni sono le più varie e disparate. Protezione di cartone da imballaggio per riduzione o eliminazione della plastica esterna, protezione di oggetti monouso come cannucce, posate, bicchieri e piatti per conferire maggior resistenza al contatto con acqua e bevande, protezione di carta monouso da banco.



Fig. 3: Interfalda trattata (alto a sinistra) vs. non trattata (alto a destra). Superficie della lastra a contatto con l'interfalda trattata (basso a sinistra) e con interfalda non trattata (basso a destra)

Partner coinvolti	Aziende del comprensorio di Sassuolo
Tempi di realizzazione	Impianto di spruzzatura: da 9 a 12 mesi
Livello di maturità tecnologica	TRL 5 - tecnologia validata in ambiente rilevante
Valorizzazione applicazione	Polysil, da cui Polysil Paper deriva, è un coating protetto da diversi brevetti nazionali ed internazionali, su cui è stata eseguita una LCA di prodotto. La soluzione è stata presentata a diverse aziende che devono fronteggiare il problema di bagnabilità degli imballaggi.

Esempio di applicazione

Deposizione mediante spruzzatura di Polysil Paper su cartone ad uso industriale per imballaggio del prodotto finito e su cartone utilizzato come distanziale tra lastre (interfalde)

L'applicazione di Polysil Paper è stata condotta direttamente presso il centro ricerche Nanoprom, all'interno di una cabina di verniciatura. I cartoni sono stati sottoposti a un trattamento mediante spruzzatura e, una volta che il coating ha polimerizzato, sono stati utilizzati per l'imballaggio del materiale destinato al cliente.
In seguito, è stata condotta una prova comparativa esponendo all'esterno due pallet: uno contenente materiale imballato con cartone trattato e l'altro con cartone non trattato. I risultati ottenuti dopo un periodo di cinque mesi all'esterno (novembre-aprile) dimostrano come il cartone trattato sia ancora completamente integro e l'inchiostro di stampa completamente preservato. Nel caso del cartone non trattato si osservano chiari segni di deterioramento e le scritte prestampate sono difficilmente leggibili.
Nell'esame delle interfalde, si è notato che il cartone trattato con Polysil Paper è rimasto completamente intatto e non ha provocato il rilascio di inquinanti sulla superficie delle lastre. Al contrario, le interfalde non trattate mostrano evidenti segni di deterioramento (Figura 3); ciò ha causato peraltro la formazione di macchie sulle lastre, difficilmente rimovibili.

NANOPROM CHEMICALS



Sito web	https://nanoprom-engineering.it/
Direttore	Gian Luca Falleti
Data pubblicazione	25/09/2023

NANOPROM è un'azienda pioniera nella **ricerca e nell'applicazione industriale dei nanomateriali**.
Dalla fine degli anni '90, l'azienda è attiva nel campo della ricerca sui rivestimenti sol-gel a base di silice. Con riferimento all'area della protezione delle superfici ha svolto un ruolo innovativo nello sviluppo del Polysil®, coperto da diversi brevetti internazionali.
Le nanoparticelle sono disposte sulla superficie in diversi strati sottili che si auto-organizzano, fornendo una protezione altamente stabile e completa. Gli strati tipici possono variare da 2 µm a 20 µm e la loro adesione al substrato può essere di tipo meccanico e covalente.
Inoltre, la sua formulazione e il suo processo consentono l'inclusione di nanomateriali ingegnerizzati per aggiungere ulteriori proprietà al rivestimento, come una maggiore trasmissione del calore superficiale, una maggiore idrofobicità, proprietà fluidodinamiche, conduttività elettrica, ecc.
NANOPROM sviluppa i suoi prodotti proprietari nel pieno rispetto della salute e dell'ambiente. Tutti i componenti utilizzati per Polysil sono stati sottoposti a controlli tossicologici e ambientali. Inoltre, la massima sicurezza dei nostri prodotti basati sulle nanotecnologie è garantita da numerosi e severi test superati prima della loro introduzione sul mercato.
NANOPROM per garantire i migliori livelli di servizio implementa un sistema di gestione della qualità secondo le normative ISO 9001 e, a partire dall'anno 2024, EN 9100 (Sistema di Gestione per la Qualità nel Settore Aerospaziale).
PRODOTTI E SERVIZI
• Rivestimenti ad alte prestazioni Polysil®;
• Progettazione rivestimenti su specifiche dei clienti;
• Rivestimenti con proprietà antivirali ed antibatteriche.