

Ottimizzare la marcatura dei tubi PE-X CON IL TRATTAMENTO PLASMA

Enrico Novi

NEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E CLIMATIZZAZIONE VENGONO IMPIEGATI TUBI REALIZZATI CON UN PARTICOLARE POLIETILENE DENOMINATO "POLIETILENE RETICOLATO AD ALTA DENSITÀ" (NOTO ANCHE COME PE-X), CHE HA UNA NOTEVOLE RESISTENZA ALLE ALTE E BASSE TEMPERATURE

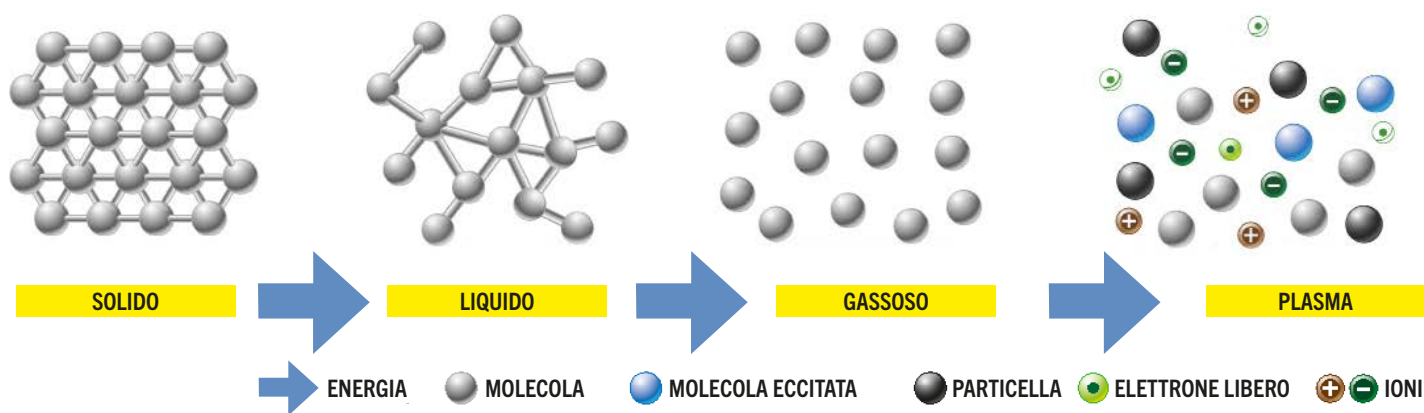
Il polietilene (PE) è uno dei polimeri più diffusi e utilizzati a livello industriale e viene classificato in base alle caratteristiche di densità e ramificazione che lo contraddistinguono. Le tipologie più comuni sono LDPE, HDPE e reticolati. Si dividono in versioni ramificate e versioni lineari. Le versioni ramificate sono il polietilene a bassa densità (LDPE) e il polietilene lineare a bassa

densità (LLDPE), mentre le versioni lineari sono il polietilene ad alta densità (HDPE), il polietilene ad altissimo peso molecolare (UHMWPE) e il polietilene reticolato (PE-X)

Il PE è generalmente caratterizzato da una scarsa predisposizione all'adesione di inchiostri, rivestimenti e coating di diversa natura a causa delle proprietà fisico-chimiche intrinseche della superficie. Tut-

A partire dagli anni Ottanta, il PE-X viene utilizzato prevalentemente nella produzione di sistemi di riscaldamento a pavimento





Il plasma può essere definito come il “quarto stato” della materia dopo quelli solido, liquido e gassoso. Somministrando energia a una materia gassosa, tramite una scarica elettrica, il gas si trasforma in plasma

tavia, il PE può essere facilmente manipolato e modificato dal punto di vista molecolare, per ottenere varie forme che differiscono in base alla lunghezza della catena polimerica, alla densità e alla cristallinità. Grazie a queste caratteristiche, il PE viene utilizzato in numerosi settori di applicazione.

Polietilene reticolato PE-X

Il polietilene reticolato ad alta densità PE-X, scoperto nel 1968 dallo scienziato tedesco Thomas Engle, è un composto macromolecolare termoplastico che si ottiene inserendo nella struttura di base dei legami chimici intramolecolari che migliorano le pre-

stazioni del materiale. Il PE-X deriva dalla polimerizzazione del monomero etilene ($\text{CH}_2 = \text{CH}_2$) la cui formula chimica è $-(\text{CH}_2 - \text{CH}_2) - n$ (in cui n viene definita come la lunghezza della catena macromolecolare). Il polietilene è costituito da diverse catene macromolecolari, unite fra loro da forze di coesione di natura elettrica (note come Forze di Wan der Waals). I legami di reticolazione che modificano la struttura del materiale creano delle vere e proprie connessioni fra le catene polimeriche, formando una struttura tridimensionale. La tecnologia chimica impiegata per modificare la struttura del materiale (processo di reticolazione) inserisce anche legami sul piano orizzontale e verticale che migliorano ulteriormente le proprietà del polimero. Il polietilene reticolato è quindi più resistente dal punto di vista meccanico e termico rispetto al polietilene tradizionale e garantisce:

- stabilità dimensionali anche ad alte temperature;
- miglior resistenza alla pressione e alla corrosione, alla trazione, ai raggi ultravioletti, all’abrasione e all’urto;
- minor deformazione sotto carico e negli allungamenti in prossimità del punto di rottura;
- “effetto memoria” (a seguito di leggera deformazione termica, il materiale riacquista le caratteristiche originarie).

A partire dagli anni Ottanta, il PE-X viene utilizzato in Europa e negli Stati Uniti prevalentemente nella produzione di sistemi di riscaldamento a pavimento. Il tubo flessibile viene inserito in una soletta di cemento e l’acqua calda viene pompata attraverso il tubo per riscaldare la soletta e fornire il calore all’ambiente. Oggi, il PE-X viene impiegato anche nelle reti di riscaldamento ad alta temperatura (pannelli radianti), nelle reti di raffreddamento a pannelli radianti e negli impianti antigelo e antineve.

Marcatura a getto d’inchiostro dei tubi PE-X

I tubi PE-X vengono codificati con un processo di marcatura a getto d’inchiostro per consentire la loro identificazione e l’uso corretto in conformità alle normative vigenti. I codici alfanumerici, la data di produzione, i numeri di lotto e i dati relativi all’articolo devono mantenere la leggibilità nel tempo. I tubi PE-X sono esposti a sollecitazioni di tipo meccanico o termico e, se la marcatura non è ottimale, le informazioni risultano incomplete e compromettono quindi l’affidabilità dell’articolo. Per questo, i produttori di tubi richiedono una marcatura resistente alle con-

Sistemi di trattamento superficiale made in Italy

Ferrarini & Benelli, azienda di Romanengo (Cremona) dal 1965 progetta e costruisce sistemi di trattamento superficiale Corona (per applicazione su film plastico e imballaggio flessibile) e Plasma in atmosfera. Offre consulenza e soluzioni personalizzate per la risoluzione dei problemi di adesione ad aziende di tutto il mondo. Il laboratorio interno effettua prove di trattamento sui campioni dei materiali dei clienti per individuare il trattamento superficiale più indicato.

Le prove di trattamento plasma sono gestite da un robot collaborativo, programmabile per la movimentazione uniforme del flusso di plasma sul campione. Velocità e potenza del trattamento vengono regolate, a seconda dell’applicazione, simulando le caratteristiche e le condizioni operative della linea utilizzata dal cliente per poter offrire soluzioni personalizzate dal disegno meccanico, all’assistenza post-vendita.



trazioni o espansioni dovute alle oscillazioni fra alte e basse temperature. Anche il polietilene reticolato - come la maggior parte delle superfici polimeriche - pone però problemi di adesione: è necessario attivare la superficie del tubo, inerte e non porosa, prima della marcatura. Inoltre, molti produttori e stampatori sensibili alla problematica della sostenibilità ambientale hanno sostituito gli inchiostri a base solvente con inchiostri a base acqua, rendendo ancor più necessario il ricorso a un trattamento per ottimizzare la bagnabilità della superficie del tubo.

Bagnabilità e angolo di contatto

La bagnabilità viene definita come la capacità di un liquido di stendersi completamente sulla superficie piana di un solido e viene misurata in dyne/cm. L'angolo di contatto si forma sulla linea che delimita la superficie di adesione tra la goccia di liquido e la superficie:

- la bagnabilità è completa quando l'angolo di contatto è prossimo a 0° e il liquido resta completamente steso sulla superficie;
- la bagnabilità è scarsa quando l'angolo di contatto è prossimo a 180° e il liquido si divide in goccioline.

Il modo in cui una superficie solida e un liquido interagiscono tra loro è influenzato dalle loro proprietà di tensione ed energia superficiale.

Tensione superficiale ed energia superficiale sono correlate dalla Regola di Dupré:

- se la tensione superficiale di un liquido è più bassa dell'energia superficiale dell'oggetto su cui va applicato, il liquido aderisce al solido
- se l'energia superficiale è più bassa della tensione superficiale, il liquido non aderisce al solido.

L'energia superficiale deve essere almeno 10 dyne/cm più alta della tensione superficiale del rivestimento che si vuole applicare. Per determinare con precisione il livello di adesione di un liquido ad una superficie plastica si utilizzano delle speciali mi-

In Air Plasma, assicura livelli ottimali di bagnabilità a polimeri, materiali plastici, cartonaggi e metalli favorendo l'applicazione di inchiostri, vernici, collanti e rivestimenti

scele liquide (Dyne test) che di norma hanno i seguenti valori di riferimento: da 31 a 58 dyne/cm.

Trattamento plasma atmosferico

Il trattamento plasma è ideale per incrementare l'energia superficiale dei materiali plastici e favorire l'adesione di inchiostri, colle e rivestimenti in numerosi settori di applicazione. Il plasma è ottenuto dall'apporto di energia a una sostanza che si trova allo stato gassoso. Il trattamento avviene in condizioni di pressione atmosferica e ottimizza l'adesione superficiale grazie a una tecnologia affidabile, con ridotti consumi energetici, in grado di diminuire sensibilmente gli sprechi di materiale. Il plasma atmosferico crea un campo elettrico in aria e dirige la scarica sul substrato da trattare. L'effetto della scarica di plasma permette di raggiungere livelli di tensione superficiale molto alti, soprattutto sui materiali plastici. Essendo un trattamento mirato, è adatto per superfici di piccole dimensioni. La scarica di plasma è ottenuta da una torcia erogatrice posta sulla linea di produzione del cliente, in posizione fissa. Per trattare porzioni di superficie ampie, si possono utilizzare contemporaneamente più torce. La torcia è collegata tramite cavo schermato a un generatore d'alta frequenza con trasformatore integrato. Il trattamento plasma è assolutamente indicato per favorire l'ancoraggio dell'inchiostro sul tubo PE-X e soprattutto per renderlo permanente a dispetto del trascorrere del tempo e delle variazioni di temperatura cui è sottoposto. In questa particolare applicazione, la torcia erogatrice viene inserita nella linea di estrusione del tubo PE-X, prima della marcatura. A seconda del diametro del tubo, che determina la superficie di stampa, si decide se utilizzare una o più torce.