



Impiego di membrane per la produzione di tessuti impermeabili e traspiranti

di Soccorso Gaeta

I tessuti impermeabili e traspiranti utilizzano membrane polimeriche accoppiate o spalmate direttamente sul tessuto base per garantire all'utilizzatore comfort indipendentemente dalle condizioni ambientali, assecondando nello stesso tempo le esigenze degli stilisti. Si prevede che il loro mercato per il 2005 sarà pari a 12.374.000.000 di dollari con una crescita annua pari al 3,9%.



Gli indumenti sono stati sviluppati nei secoli per proteggere il corpo dal caldo e dal freddo. I moderni tessuti garantiscono protezione completa indipendentemente dalle condizioni ambientali e nello stesso tempo permettono a chi li indossa di essere in condizioni di estremo comfort. Un importante ruolo è svolto dai Tessuti Impermeabili e Traspiranti (TIT) che, mediante l'uso di membrane polimeriche monolitiche o microporose, sono utilizzati nel settore tessile - abbigliamento per rendere i tessuti adeguatamente traspiranti ed impermeabili, mantenendo contemporaneamente un'ottima mano tessile, per migliorare il comfort, un prezzo competitivo ed una buona resistenza nel tempo. Inoltre questi tessuti rivestiti con membrana devono anche e soprattutto soddisfare le richieste dei consumatori che sono generalmente molto influenzate dalla moda del momento; perciò queste membrane, pur essendo prodotti tecnologicamente sofisticati per le lo-

ro proprietà funzionali e costruttive, devono essere prodotte con tecniche che permettano di assecondare costantemente e velocemente le esigenze del mercato in gran parte gestito da stilisti. La prima introduzione di TIT risale al 1976 quando W.L. Gore ha introdotto in USA la membrana microporosa denominata Gore-Tex.

I TIT possono essere ottenuti mediante la produzione di tessuti ad alta densità pari a 0,1 - 0,3 decitex (peso in grammi di 10.000 metri di filato); tuttavia questi tessuti, pur essendo traspiranti, sono poco impermeabili e non saranno quindi oggetto di questo articolo. Alternativamente i TIT possono essere ottenuti mediante l'applicazione di membrane ai tessuti. Queste ultime possono essere applicate ai tessuti in due modi: per accoppiamento o per spalmatura.

Un tessuto accoppiato è costituito da un materiale di almeno due strati (la

membrana ed il tessuto) tenuti insieme

da un adesivo anch'esso traspirante. Un

tessuto spalmato è costituito da almeno due strati (la membrana ed il tessuto) e si ottiene mediante l'applicazione diretta di un film polimerico su un tessuto a partire da una soluzione polimerica. La produzione di membrane per spalmatura può essere quindi anche un passaggio intermedio per produrre membrane per tessuti accoppiati.

I prodotti accoppiati rappresentano circa il 55% del consumo di TIT; essi hanno dominato il mercato negli anni Ottanta ed inizio Novanta, ma stanno sempre più cedendo quote di mercato ai prodotti spalmati che hanno prezzo minore e caratteristiche tecniche in molti casi superiori ai prodotti laminati. I prodotti accoppiati vengono ottenuti con una velocità di produzione elevata e le membrane possono es-

Soccorso Gaeta, Separem SpA - Via Per Oropa, 118 - 13900 Biella.





sere applicate a qualsiasi tipo di tessuto, anche elastico. I prodotti spalmati costano meno ed hanno una mano tessile più morbida e piena.

Si calcola che in Italia vengano utilizzati più di 7.000.000 di metri lineari di TIT all'anno. In Europa entro la fine del 2001 si calcola che saranno venduti circa 45 milioni di metri lineari di TIT. Si prevede che per il 2005, il mercato mondiale di TIT sarà di circa 12.374 milioni di dollari¹. Nei prossimi 3 anni si prevede una crescita del mercato mondiale pari al 3,9% annuo². L'utilizzo finale è prevalentemente per la produzione di abbigliamento per le attività sportive (sci, montagna, barca ecc.), per il tempo libero, per la pioggia e abbigliamento protettivo di lavoro.

Il successo di molti produttori sarà sempre più legato alla loro capacità di innovazione e alla qualità dei prodotti. Il mercato è in crescita spinto dalla domanda di maggior comfort da parte dei consumatori, da importanti campagne pubblicitarie fatte da vari produttori di TIT, dalla diversificazione dei prodotti sempre più introdotta dai produttori, dalla maggiore conoscenza di questi prodotti da parte degli operatori nei punti vendita che sono sempre più in grado di orientare il consumatore all'acquisto di TIT.

Un tessuto non rivestito da membrana è generalmente caratterizzato da buona mano tessile e traspirabilità, ma da scarsa impermeabilità. Un tessuto impermeabile è generalmente caratterizzato da una traspirabilità bassissima o nulla e crea quindi una situazione di basso comfort. I TIT, caratterizzati da alta impermeabilità e traspirabilità, creano all'utilizzatore un microclima ad alto grado di comfort. La traspirabilità va riferita alle condizioni d'uso, cioè un tessuto può essere considerato traspirante o meno a seconda delle condizioni esterne (per esempio temperatura ed umidità) o interne (per esempio sforzo fisico elevato). Il passaggio di vapore avviene con due meccanismi diversi a seconda che la membrana sia microporosa o monolitica.

Le membrane microporose sono film a porosità controllata inferiore a 1 micron che permettono il passaggio di

vapor d'acqua (diametro nominale 0,0004 micron) attraverso i pori capillari della membrana, ma che non permettono il passaggio di acqua liquida (diametro medio 100 micron). Questo assicura che il sudore corporeo passi attraverso il tessuto e venga allontanato dal corpo, senza che la pioggia penetri nel tessuto.

Le membrane microporose presentano generalmente una traspirabilità maggiore di quelle monolitiche³ e garantiscono un comfort superiore in quanto impediscono la formazione della condensa, rendono l'adesione al tessuto più stabile nel tempo e non si rigonfiano in acqua. Queste membrane hanno anche una resistenza ai lavaggi superiore a quella delle membrane monolitiche. Infatti, l'impermeabilità diminuisce generalmente dopo il primo lavaggio, ma poi resta costante, mentre per le membrane monolitiche si ha una diminuzione costante all'aumentare del numero di lavaggi. La mano tessile è solitamente migliore e quando i tessuti sono bagnati non si arrotolano.

Le membrane microporose in PTFE o PP (polimeri non solubili) sono generalmente prodotte per *stretching* biaxiale del film polimerico seguito da trattamento termico per impartire una porosità elevata e controllata. Esempio di queste membrane è la ben nota Gore-Tex prodotta da W.L. Gore, USA.

Invece le membrane microporose a partire da polimeri solubili od emulsionabili sono prodotte mediante processi di inversione di fase per coagulo (esempi di questa membrana sono le Entrant prodotte da Toray, Giappone o le Mapu prodotte da Separem, Italia) o per evaporazione controllata (Ucecoat prodotta da Uce, Belgio).

Le membrane monolitiche sono film densi che permettono la trasmissione del vapore mediante un processo di diffusione attivata: il vapore si solubilizza su una faccia del film, quindi vi diffonde attraverso e desorbe dall'altra faccia del film. È quindi necessario raggiungere una soglia minima di concentrazione di vapore prima che inneschi il meccanismo di trasporto; infine quando questi film sono esposti alla pioggia tendono a bagnarsi⁴.

Le membrane monolitiche (generalmente idrofile) vengono prodotte per estrusione o per inversione di fase termica. Esempi di queste membrane sono la Sympatex prodotta dalla Akzo, Witcoflex prodotta dalla Baxenden, UK e la Walotex prodotta da Wolff Wolserode, D.

I polimeri tradizionalmente utilizzati per la preparazione di membrane per TIT sono PTFE, poliuretano, poliestere, poliacrilato. Nella preparazione di TIT a partire da soluzioni o emulsioni polimeriche vengono spesso adoperate miscele di vari polimeri per garantire le adeguate proprietà al prodotto finale in funzione dell'utilizzo, per esempio, *fillers* (caolino, carbonato di calcio, silice, pigmenti, carbon black ecc. per modificare le proprietà meccaniche elettriche, termiche e ottiche), plasticizzanti, antiossidanti, agenti reticolanti, prodotti per controllare la viscosità, disperdenti, equalizzanti ecc.

Da qualche anno polimeri innovativi per il settore tessile ed abbigliamento vengono utilizzati da Separem per la produzione industriale di TIT altamente traspiranti ed impermeabili; in particolare, si usano copolimeri del PVDF ed un poliuretano idrofilo che permettono di ottenere membrane microporose per spalmatura diretta (quindi a costo molto basso) su tessuti sia naturali che sintetici. Inoltre le caratteristiche delle membrane possono essere modulate in funzione dell'utilizzo, per esempio si può garantire elevatissima traspirabilità e media impermeabilità o alternativamente alta impermeabilità e media traspirabilità.

In Italia è in corso anche un importante progetto triennale finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica nell'ambito del programma PNR Tessile ed Abbigliamento - Tema 3 dal titolo "Modifica delle proprietà di superficie dei tessuti per ottenere prodotti innovativi con tecnologie non convenzionali" - che ha come obiettivo lo sviluppo di membrane fortemente innovative in PVDF ed in PEEK da utilizzarsi per la produzione di TIT. Il coordinatore del programma è Its Artea G. Crespi e gli organismi che svolgono la ricerca sono Separem, CNR Irmec e la Stazione Sperimentale per la Cellulosa, Carta e Fibre Tessili di Milano.

Le principali caratteristiche necessa-

¹ David Rigby Associates, Manchester, UK. Messe Frankfurt, Francofurt, Germany. 1997 estimates.

² The Freedonia Group, Inc., Cleveland, OH, USA.

³ D.A. Holmes, *J. of Industrial Textiles*, Aprile 2000, 29.

⁴ C.J. Painter, *J. of coated Fabrics*, October 1996, 26.





rie alla valutazione dei TIT sono: resistenza alla penetrazione dell'acqua, idrorepellenza, traspirabilità, permeabilità all'aria, spessore e peso (queste ultime caratteristiche sono importanti per il comfort, ma condizionano anche la traspirabilità e l'impermeabilità), resistenza meccanica (al distacco dal supporto, all'abrasione, alle intemperie, alla flessione), resistenza ai lavaggi (sia a secco che in acqua).

La resistenza alla penetrazione dell'acqua misura il grado di impermeabilità di un tessuto. Il tessuto è sottoposto ad una pressione idrostatica costante oppure gradualmente crescente su un lato e si esamina il suo comportamento in seguito al passaggio d'acqua sul lato opposto. L'unità di misura è metri di colonna d'acqua, m H₂O. La misura viene fatta con macchine diverse a seconda della norma seguita, ma tutte danno lo stesso risultato. In Italia ed in Europa la norma più utilizzata è la EN 20811. Il livello d'acqua minimo perché un tessuto possa ritenersi impermeabile dipende dal settore d'utilizzo; in ogni caso un tessuto caratterizzato da una resistenza alla penetrazione d'acqua di almeno 2 m H₂O può ritenersi impermeabile per qualsiasi applicazione.

L'idrorepellenza misura la resistenza alla bagnabilità superficiale con acqua di un tessuto. Normalmente la misura si fa con un test molto semplice chiamato "spruzzo". Il test si esegue secondo la Norma EN 24920. Un determinato volume d'acqua è spruzzato su un tessuto inclinato a 45°. L'indice di bagnabilità è determinato per confronto visivo tra l'aspetto del tessuto e quello dei campioni standard. Un tessuto è considerato buono se inizialmente è caratterizzato da un'idrorepellenza pari al 100% e dopo 20 lavaggi standard da un'idrorepellenza pari ad almeno l'80%.

La traspirabilità misura la velocità di trasmissione del vapor d'acqua che attraversa un'area unitaria del tessuto sotto la differenza costante di tensione di vapore, nell'unità di tempo. La misura è espressa in grammi al metro quadrato in 24 ore. In Italia la norma più utilizzata è la UNI 4818/26, in USA è la ASTM E96-80. Esistono vari metodi, tra cui i più diffusi sono quelli definiti *upright cup*, *inverted cup* e *desiccant method*. Tutti i metodi utilizzano una provetta contenente acqua o deessiccante co-

perta dal tessuto; viene misurata la variazione di peso corrispondente al passaggio di acqua attraverso il tessuto. I risultati sono influenzati enormemente dalla temperatura, dall'umidità relativa e dal tempo della prova. Inoltre essi variano molto in funzione del tipo di tessuto che si analizza. TIT rivestiti con membrane microporose danno valori alti quando la traspirabilità è misurata con il metodo dell'*upright cup* o del *desiccant method*, ma con l'*inverted cup* le membrane idrofile monolitiche danno risultati migliori. I produttori utilizzano il metodo più conveniente per il loro prodotto. Quindi la misura della traspirabilità è quella che induce maggiore confusione nell'interpretazione dei risultati se non si valuta attentamente il metodo di misura utilizzato.

In Germania l'Hohenstein Institute ha sviluppato un metodo basato su un modello sviluppato per simulare il trasferimento di vapore e calore attraverso la pelle umana con lo scopo di quantificare la sensazione di comfort che si percepisce nell'indossare un indumento. Ne è risultato un metodo di misura della resistenza al passaggio di vapor d'acqua (definito Ret) che è ripreso nella norma EN 31092. I risultati vengono espressi in termini di Ret e l'unità di misura è 10⁻²m²mbar/W. Tessuti caratterizzati da Ret superiori a 20 indicano che il tessuto non è traspirante, Ret compresi tra 13 e 20 indicano che il tessuto è buono, Ret compresi tra 6 e 13 indicano che il tessuto è ottimo, Ret minori di 6 indicano che il tessuto è eccellente. Lo svantaggio di questo metodo è che è molto costoso e poco utilizzato nell'industria.

La permeabilità all'aria misura l'attitudine di un materiale a lasciarsi attraversare dall'aria sotto una differenza di pressione è espressa in cm³/m² Pa s. La resistenza al distacco dal supporto della membrana misura la forza di trazione per fare progredire un distacco del rivestimento dal supporto. È definita dalla norma UNI 4818/10 ed è espressa in Newton. Alternativamente, si misura la pressione applicata sul lato opposto alla membrana che provoca il distacco della membrana. Generalmente i film accoppiati hanno adesioni migliori.

La resistenza all'abrasione misura la capacità della membrana di resistere ad un'azione meccanica di sfrega-

mento che tende progressivamente a rimuovere materiale dalla sua superficie. È definita dalla norma UNI 4818/15 ed è espressa dalla perdita di massa in grammi della provetta prima e dopo la prova. La resistenza è determinata dal tipo di polimero utilizzato per la preparazione della membrana.

La resistenza alle intemperie è eseguita esponendo il tessuto a spruzzature ed asciugature successive ed alla lampada ad arco allo xeno secondo la norma ISO 105 - B04.

Le resistenze ai lavaggi in acqua ed a secco sono misurate seguendo la norma UNI 9294/3 per i lavaggi in acqua e la norma UNI 8268 per i lavaggi a secco ed utilizzando lavatrici commerciali standard. Si misura la resistenza alla penetrazione d'acqua dopo i cicli di lavaggio; questa per un buon tessuto deve essere almeno superiore a 2 metri di colonna di acqua dopo 5 lavaggi.

Da quanto precedentemente riportato si può concludere che le caratteristiche che un tessuto deve avere per essere considerato traspirante ed impermeabile dipendono soprattutto dall'applicazione del tessuto. Esistono numerosi tipi di TIT che differiscono per la tecnologia utilizzata per la produzione, per il costo e per il comfort. È sempre più importante essere capaci di produrre TIT diversi per varie applicazioni, in tempi sempre più brevi per soddisfare le richieste dei consumatori. In Italia Separem è una delle aziende impegnate in questa direzione con l'obiettivo di produrre TIT a basso costo e caratterizzati da alto comfort con proprietà modulabili a seconda dell'utilizzo del tessuto. Il mercato si espande costantemente con buoni indici di crescita e le applicazioni sono sempre più numerose. In futuro saranno richiesti livelli di conoscenza tecnologiche sempre maggiori per lo sviluppo di nuovi TIT di elevata qualità; inoltre l'analisi di mercato dovrà essere sempre più sofisticata per essere competitiva in tutte le nicchie specialistiche del mercato. Grandi spazi commerciali saranno conquistati da TIT multifunzionali ad elevato grado di comfort e sicurezza; alcuni esempi possono essere TIT che reagiscono intelligentemente alle sollecitazioni esterne che sono capaci di scambiare calore o che sono ignifughi.

