

XIII corso di Tecnologia per Tecnici Cartari
edizione 2005/2006

La politenatura della carta

di Serafina Johnny

Scuola Interregionale di Tecnologia per Tecnici Cartari



Il corso è realizzato grazie al contributo di:



Camera di Commercio, Industria,
Artigianato e Agricoltura di Verona.

INDICE

1. Introduzione

2. Polimeri struttura e caratteristiche

2.1 LLDPE

2.2 LDPE

2.3 HDPE

2.4 Polipropilene

2.5 Additivi

3. Estrusori

3.1 Extrusion coating

3.2 Extrusion cast film

3.3 Extrusion blow film

4. Linea di politenatura per l'extrusion coating

4.1 Svolgitore bobina carta

4.2 Gruppo flexo su carta

4.3 Stazione di trattamento carta/film:

4.3.1 *Trattamento corona*

4.3.2 *Ozono*

4.4 Accoppiamento carta/film

4.4.1 *Stoccaggio grani/estrusione*

4.4.2 *Regolazione automatica profilo*

4.4.3 *Gruppo calandra/presa*

4.5 Avvolgitore

5. Trattamenti superficiali e loro variabili

5.1 Trattamento a fiamma

5.2 Trattamento corona

5.3 ozono

6. Fattori che influenzano l'adesione del film

6.1 Tipo di supporto

6.2 Tipi di film

6.3 Temperatura

6.4 Velocità

6.5 Air gap

7. Destinazione finale

7.1 Uso alimentare

7.2 Altri usi

8. conclusioni

Bibliografia

1. INTRODUZIONE

L'impetuoso sviluppo industriale dagli anni 60, la crescita economica generalizzata e l'aumento del potere d'acquisto delle produzioni del mondo occidentale, ha comportato un aumento di tutti i consumi e di conseguenza anche dei materiali utilizzati per l'imballo dei vari prodotti, sia quelli alimentari che quelli destinati ad altri usi. In questo contesto nasce e si sviluppa la "carta politenata" vale a dire un prodotto che accoppia la carta ad un film plastico in polietilene. In questo modo alle proprietà sulla carta vengono a sommarsi i vantaggi del film plastico; dal loro accoppiamento si ottiene un prodotto con buone caratteristiche meccaniche, ottime resistenze all'acqua, ai grassi, ed in più anche termosaldabile

2. POLIMERI STRUTTURA E CARATTERISTICHE

Il polietilene (o politene) viene spesso indicato con la sigla “PE”, è una resina termoplastica, si presenta come un solido trasparente (forma amorfa) o bianco (forma cristallina) con ottime proprietà isolanti e di stabilità chimica. Si sintetizza a partire dall’etilene (o etene) C_2H_4 , questa molecola è caratterizzata da un doppio legame fra gli atomi di carbonio che la rende particolarmente stabile e necessita di condizioni particolari per essere polimerizzata. In base alla lunghezza delle catene ed alla loro struttura si divide in :

LLDPE, LDPE, HDPE.

2.1 LLDPE

LLDPE (linear low density polyethylene) Polietilene a bassissima densità lineare.

Polietilene lineare, media le proprietà di LDPE e HDPE, viene ottenuto per polimerizzazione di una miscela di etene e alfa olefine (butene, esene, ottene) per coordinazione di un sistema catalitico che coinvolge come catalizzatore un metallo di transizione, come il $TiCl_3$, con dei co-catalizzatori.

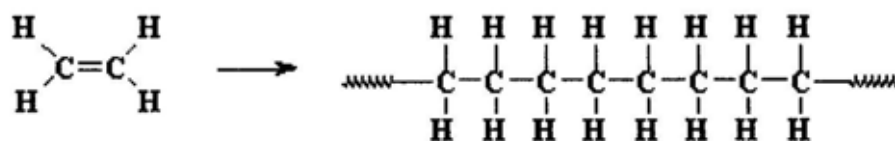
Caratteristiche:

- cristallinità elevata
- elevate resistenze meccaniche

2.2 LDPE

LDPE (low density polyethylene) Polietilene a bassa densità.

Polimero di addizione dell’etilene ($CH_2=CH_2$) ottenuto per polimerizzazione con alte temperature (circa 200 °C), alte pressioni (circa 2000 bar); è il polimero maggiormente utilizzato per l’estrusione.



Caratteristiche:

- struttura molto ramificata con numerose e corte catene laterali
- media cristallinità (40%)
- permeabilità bassa all'acqua, altissima all'ossigeno
- eccellenti caratteristiche di isolamento elettrico
- resistente ad acidi, alcali, alcoli, oli(+/-)
- non resistente ad agenti ossidanti, solventi organici a caldo, tensioattivi
- poco trasparente perché le zone del polimero che si organizzano in forma cristallina, inglobano zone amorfe a dare tipiche strutture definite “sferuliti”, le cui dimensioni di alcune centinaia di nanometri, sono tali da interferire con le radiazioni della luce visibile (diffrazione) producendo opacità
- basso costo
- idoneo a livello alimentare

2.3 HDPE

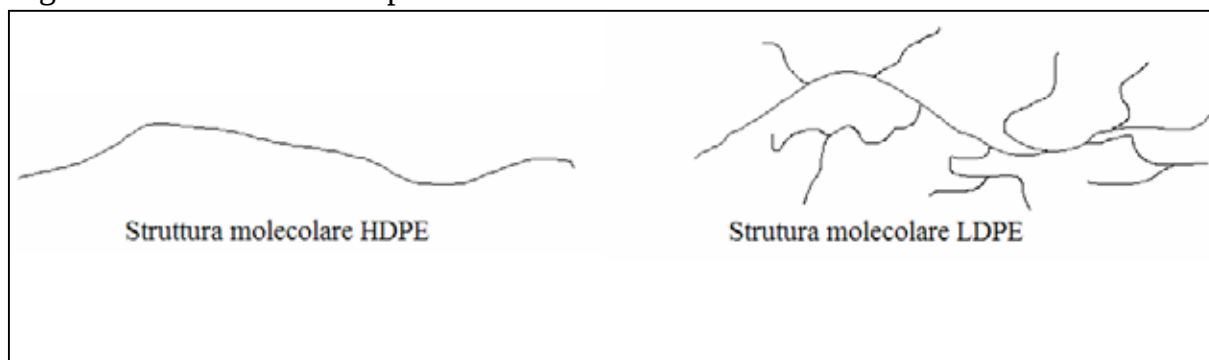
HDPE (high density polyethylene) Polietilene ad alta densità.

Polimero di addizione dell'etilene ottenuto per polimerizzazione a bassa temperatura e bassa pressione grazie all'uso di specifici catalizzatori.

Caratteristiche:

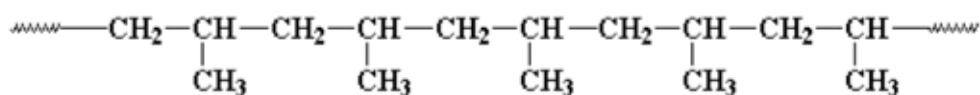
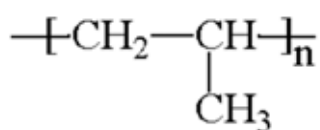
- struttura lineare con poche ramificazioni e lunghe catene
- elevata cristallinità (60%)
- permeabilità all'acqua molto bassa, parecchio alta all'ossigeno
- eccellenti caratteristiche di isolamento elettrico
- resistente ad acidi, alcali, alcoli, oli
- non resistente ad agenti ossidanti, solventi organici a caldo
- basso costo
- idoneo a livello alimentare
- più rigido del ldpe (più forze intermolecolari tra le catene polimeriche)

Fig. 1 Strutture molecolari polimeri

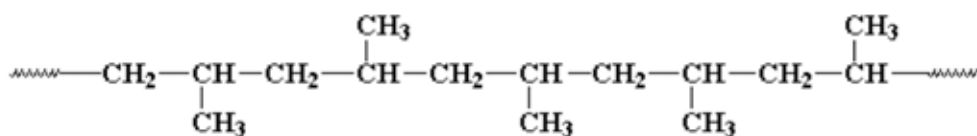


2.4 POLIPROPILENE

Il Polipropilene viene spesso indicato con la sigla “PP”, a livello strutturale è un polimero vinilico (fatto con molecole contenenti un doppio legame carbonio-carbonio), d’addizione del monomero di propilene (C_3H_6); simile al polietilene, solo che ha un gruppo metilico (CH_3) su ogni atomo di carbonio della catena principale.



isotactic polypropylene



atactic polypropylene

Caratteristiche:

- Struttura ordinata, detta isotattica quando tutti i gruppi metilici sono sullo stesso lato della catena, apportando caratteristiche di rigidità,

- oppure atattica se i gruppi metilici sono posizionati a caso su entrambi i lati della catena, apportando caratteristiche di gommosità;

Tuttavia, utilizzando particolari catalizzatori metallocenici si possono ottenere copolimeri a blocchi che contengono blocchi di polipropilene isotattico e blocchi di polipropilene atattico nella stessa catena polimerica formando quindi un polimero con caratteristiche intermedie sia di rigidità sia di gommosità.

Caratteristiche:

- elevata cristallinità.
- permeabilità molto bassa all'acqua, alta all'ossigeno.
- eccellenti caratteristiche di isolamento elettrico.
- resistente ad acidi, alcali, alcoli, oli.
- non resistente ad agenti ossidanti, solventi organici a caldo.
- idoneo a livello alimentare.
- piuttosto rigido.
- poco trasparente.

CARATTERISTICHE DEI POLIMERI			
	LDPE	HDPE	PP
Densità (g/cm ³)	0,91-0,94	0,94-0,96	0,88-0,91
Temperatura di fusione (°C)	140	150	160
Resistenza alla rottura (MPa)	8-30	22-30	30-40
Allungamento alla rottura (%)	100	10	100
Permeabilità ossigeno P O ₂ a 25µm (ml/24h·m ² ·bar)	7000	2800	2300
Trasmissione del vapor d'acqua WVTR per 25µm (g/m ² ·24h)	15-25	5	4-10
Melt index (Melt Flow Index) (230°C-2,16Kg) g/10'	6.2-7.8		20-37

Dalla tabella qui sopra si nota il diverso comportamento dei polimeri a parità di spessore; particolare attenzione per l'allungamento dove l'HDPE risulta il più rigido e l'LDPE il più permeabile all'ossigeno ed al vapor acqueo. Da tale confronto inoltre si può capire che il PP e l'HDPE richiedono minor spessore per avere la stessa barriera all'acqua dell'LDPE.

2.5 ADDITIVI

Con il termine additivi sono intesi tutta una serie di sostanze che possono essere miscelate con i vari film apportando loro determinate caratteristiche:

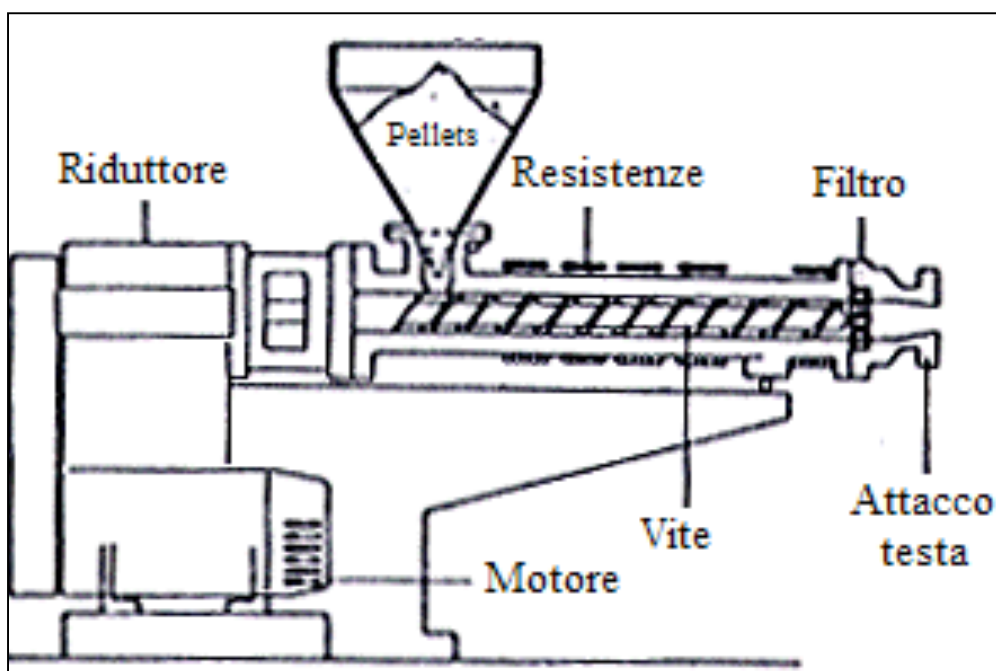
- **ANTIBLOCKING** additivo a base di silice naturale oppure cera ammidica che miscelati con il film in percentuali attorno al 1-3% creano sulla superficie delle microasperità in modo da evitare l'impaccamento tra i due strati (film/carta o film/film). Come contro può causare una leggera ruvidità superficiale del film.
- **SCIVOLANTE** additivo generalmente costituito da ammidi insature che, essendo incompatibili con il polimero, migrano gradualmente verso la superficie; la velocità di migrazione dipende dal polimero usato. In qualche caso, la migrazione inizia immediatamente e raggiunge il massimo risultato in poche ore. Di conseguenza sul prodotto si forma una superficie lubrificata che riduce o elimina il bloccaggio tra le due superfici a contatto. Il livello di dosaggio varia da 0.5 a 3% circa in funzione dello spessore del prodotto e delle condizioni di estrusione. Come nota negativa abbiamo l'efficacia dello scivolante che sparisce col tempo (completamente dopo circa 6 mesi) perché migra in superficie.
- **PIGMENTI** sono prodotti aventi lo scopo di dare un colore al film, nel nostro caso all'LDPE viene additivato una miscela di 50% LDPE e 50% biossido di titanio con la caratteristica finale di avere un colore bianco ammesso anche per il contatto alimentare.
- **ADDITIVI COMBINATI** questo gruppo racchiude la possibilità di trovare additivi combinati tra loro allo scopo di permettere con un unico prodotto di ovviare alle nostre richieste; esempio:

- Base	LDPE
- Additivi	Erucammide + (scivolante) Silice colloidale (antiblocking)
- Risultato	Scomparsa problemi di impaccamento e di scarsa scivolosità

3. ESTRUSORI

L'estrusore consiste in un cilindro cavo riscaldato di acciaio, nel quale ruota una vite senza fine. Il profilo della vite e le temperature delle differenti zone dell'estrusore sono diverse a seconda del polimero da trattare. Il polimero, in forma di pellets o di polvere insieme agli altri ingredienti (additivi, pigmenti, coadiuvanti), è introdotto nell'estrusore attraverso una tramoggia di carico e l'azione congiunta del calore e delle sollecitazioni meccaniche, fonde ed amalgama le materie prime con l'espulsione dalla testa (trafila) dell'estrusore della pellicola ad una temperatura molto prossima a quella di fusione.

Fig. 2 Schema di un estrusore



La trafilatura può essere una fenditura rettilinea ed in questo caso si parla di testa piana e di film piani, oppure può essere circolare per produrre film tubolari attraverso una testa circolare. Naturalmente la trafilatura è anche il punto in cui si determina lo spessore finale del film che è generalmente misurato in continuo. I dispositivi che si utilizzano a questo scopo, emettono una radiazione elettromagnetica (infrarossa, UV) o ionizzante (raggi X, raggi β) il cui assorbimento è proporzionale allo spessore.

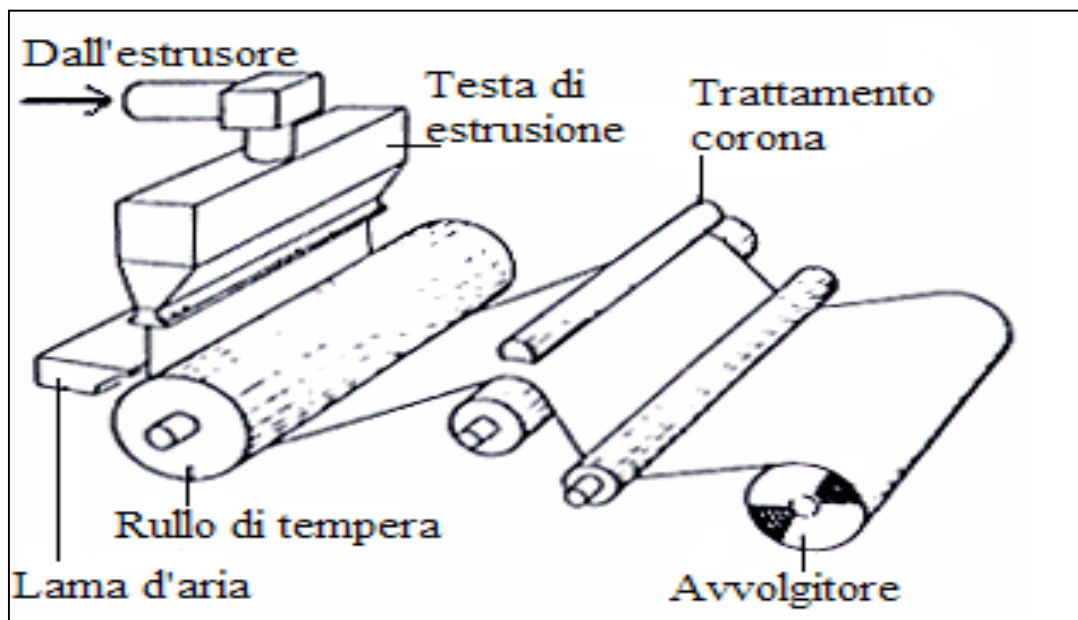
3.1 EXTRUSION COATING

Nell' extrusion coating da una trafilatura piana il polimero è applicato sulla superficie della carta immediatamente prima di una coppia di cilindri raffreddati che solidificano la resina e favoriscono l'adesione con il substrato. Per poter essere adatto a tale tecnica il polimero di rivestimento deve avere bassi pesi molecolari ed alta fluidità; per tale ragione sono utilizzati il polipropilene ed il polietilene a bassa densità (LDPE).

3.2 EXTRUSION CAST FILM

Extrusion cast film (film piani), il film che esce dalla trafilatura deve essere rapidamente raffreddato ed avvolto in bobina. Prodotto da una testa piana, il materiale è colato su di un cilindro rotante refrigerato o, più raramente, è immerso in acqua refrigerata ed avvolto in bobina. Questa tecnica di produzione impartisce minime tensioni al materiale che si presenta quasi isotropo (vale a dire con eguali caratteristiche meccaniche in entrambe le direzioni ortogonali, in quanto prodotto senza tensioni o orientazioni di fibra delle macromolecole) ed i film prodotti in questo modo sono detti cast film o pellicole colate.

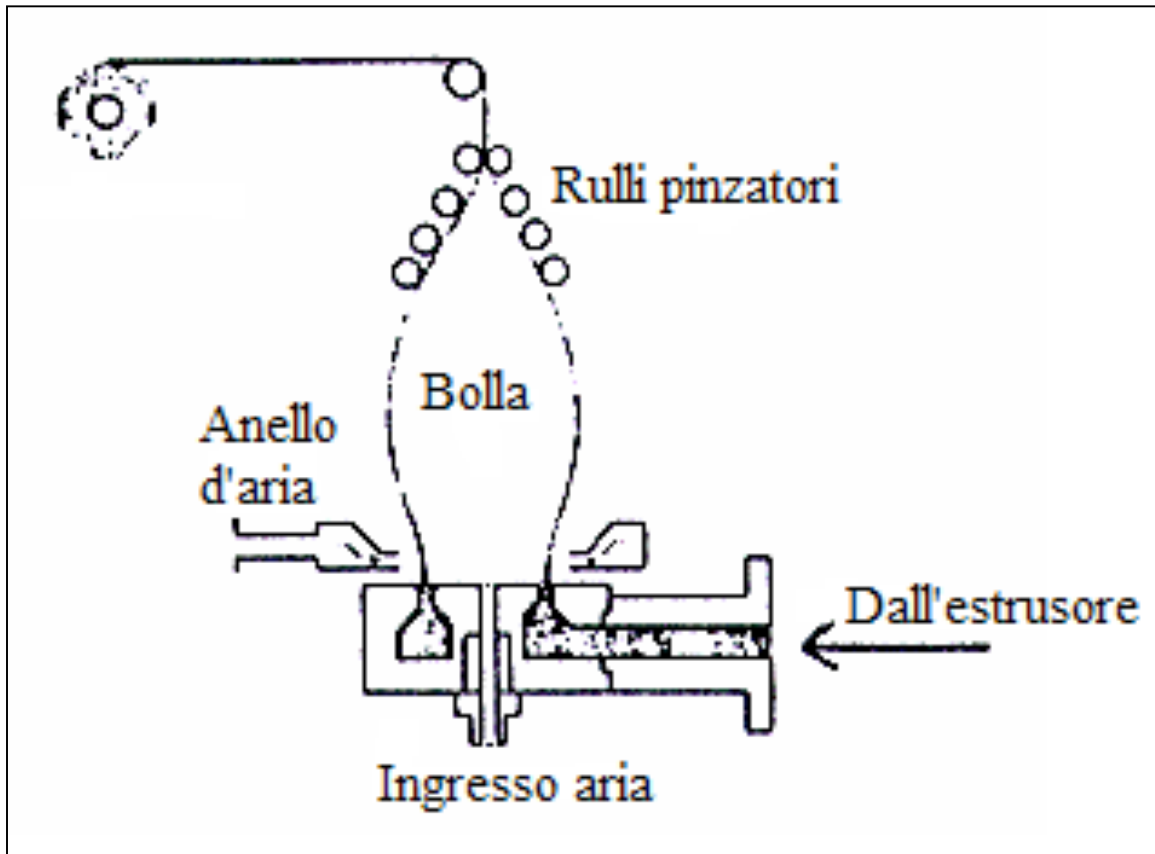
Fig. 3 Schema produzione cast film



3.3 EXTRUSION BLOW FILM

Extrusion blow film (film a bolla), all'uscita dalla trafilatura circolare il tubolare viene gonfiato per immissione di un soffio di aria compressa; l'aria (introdotta perforando il tubo che va formandosi in continuo o attraverso la stessa trafilatura) è trattenuta a formare una bolla grazie al sistema di raccolta che prevede una serie di coppie di cilindri progressivamente più vicine fino a schiacciare le due facce del tubolare impedendo la fuoriuscita dell'aria. Il raffreddamento è ottenuto investendo dall'alto il film con una corrente d'aria fresca o d'acqua.

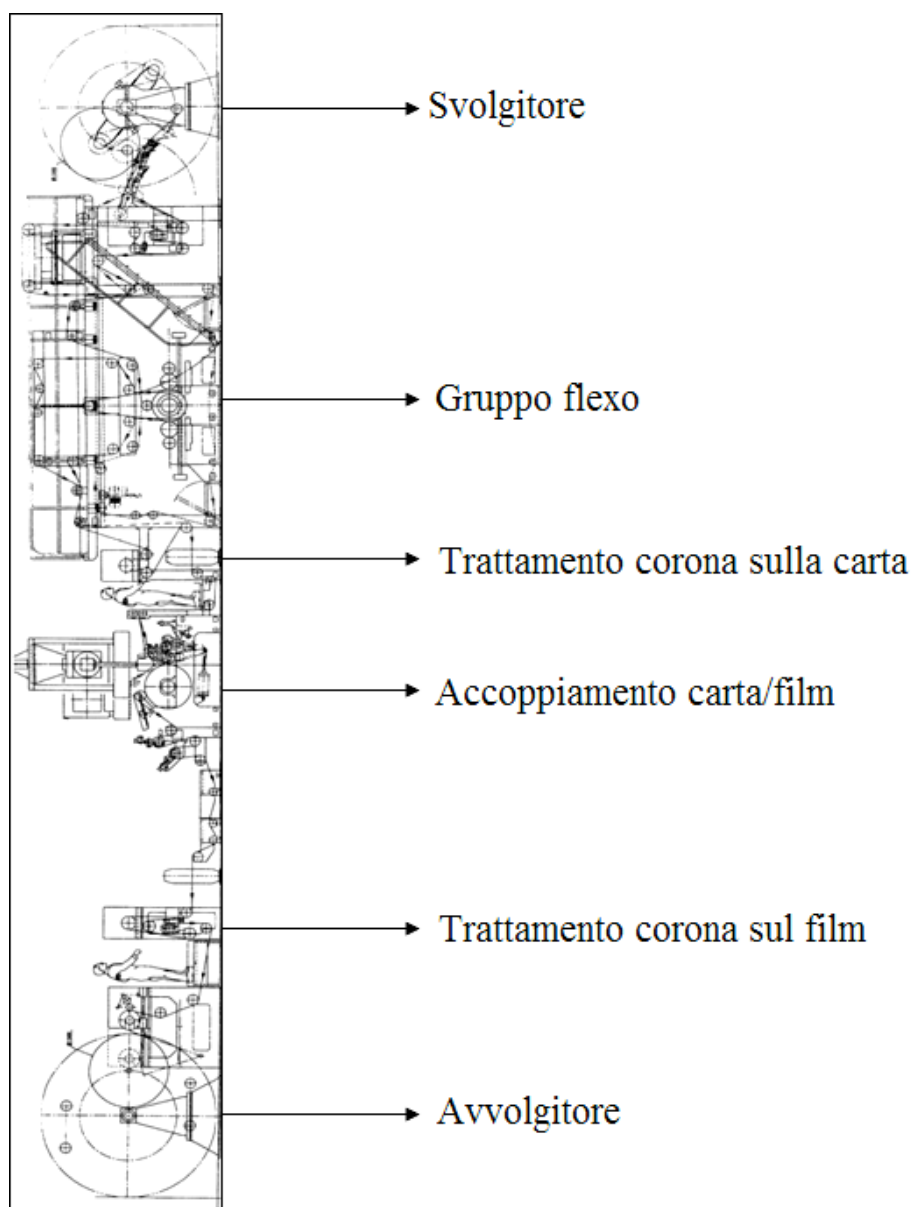
Fig. 4 Schema produzione blow film



4. LINEA DI POLITENATURA PER L'EXTRUSION COATING

Una linea di politenatura è una struttura che raggruppa tutta una serie di apparecchiature che variano da semplici cilindri per stendere la carta, a dispositivi per la misura della grammatura, trattamenti superficiali, impianto d'estrusione, eventuale gruppo stampa per arrivare poi al prodotto finito.

Fig. 5 Nel disegno sono evidenziate le parti principali della linea, con successiva descrizione.



4.1 SVOLGITORE BOBINA CARTA

La bobina di carta è fissata tramite una sbarra a dei mandrini collegati ad un motore che permette lo svolgimento del foglio alla velocità di linea. Lo svolgitore poi in automatico compie il cambio bobina, portando un secondo rotolo alla stessa velocità dell'altro e al momento del cambio li mette in contatto (grazie ad una pressa) con una giunta appositamente eseguita. Subito dopo taglia con una barra dentata quello finito sostituendolo con uno nuovo.

4.2 GRUPPO FLEXO SU CARTA

La flessografia è un procedimento di stampa rilievografico a stampa diretta, la cui forma è costituita da un polimero o da una gomma che presenta zone stampanti in rilievo rispetto alle zone non stampanti. I passaggi di tonalità cioè i chiari scuri della stampa, sono dati grazie alla retinatura delle immagini. Il gruppo flessografico trattato ha una struttura a satelliti (tamburo centrale); la caratteristica saliente di tali macchine consiste nel possedere un solo cilindro di pressione, posto centralmente, con i gruppi stampanti tangenti alla circonferenza del medesimo. Così si mantiene il più costante possibile la tensione del foglio, in modo che esso rimanga tangente al cilindro di pressione fino a quando non siano stampati tutti i colori. La stampa avviene solo da un lato del foglio e nel nostro caso cambiando il passaggio della carta possiamo decidere il lato del foglio da stampare ed avere la possibilità di politenare il lato stampa o il retro.

Il numero di elementi stampanti (satelliti) può variare da un minimo di due (il nostro caso) ad un massimo di otto.

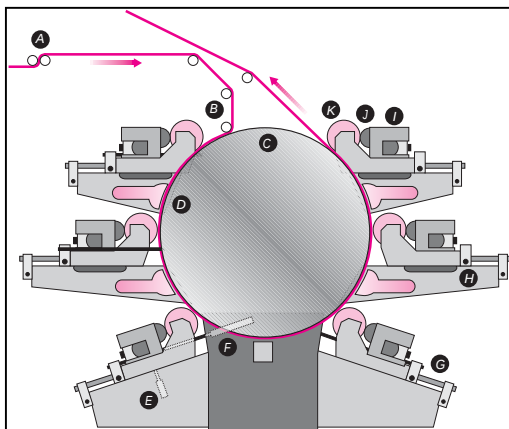
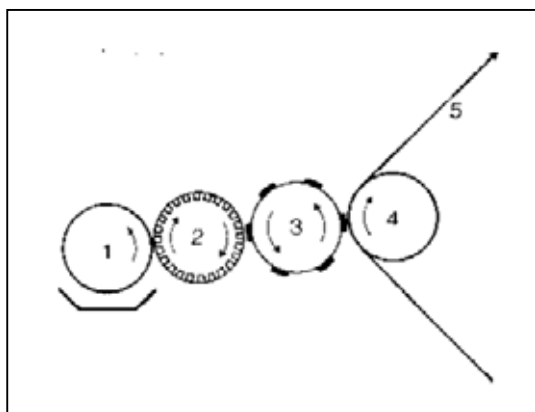


Fig. 6 Macchina a sei
gruppi inchiostratori

Tali gruppi inchiostatori sono anche definiti diretti, poiché il trasferimento dell'inchiostro avviene con un solo rullo (anilox) direttamente dal serbatoio dell'inchiostro alla forma, senza rulli dosatori intermedi; il rullo anilox assolve a diverse funzioni, accumula un certo spessore di colore, quindi inchiostra direttamente la forma flessografica.

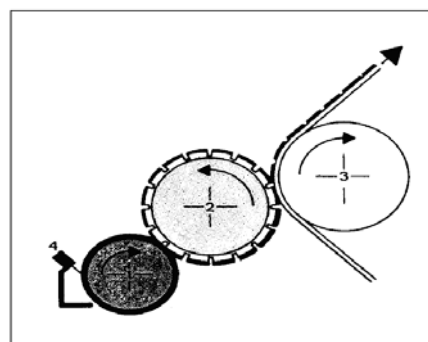
I gruppi inchiostatori flessografici si sono evoluti con l'utilizzo del solo rullo anilox e racla, o doppia racla, per ovviare alla difficoltà di trasporto dell'inchiostro caratteristica dei sistemi a soli rulli.

Fig. 7 Schema del sistema flessografico con inchiostrazione a soli rulli



- 1 = Cilindro pescante
- 2 = Cilindro retinato
- 3 = Cilindro portaforma
- 4 = Cilindro di pressione
- 5 = Supporto da stampare

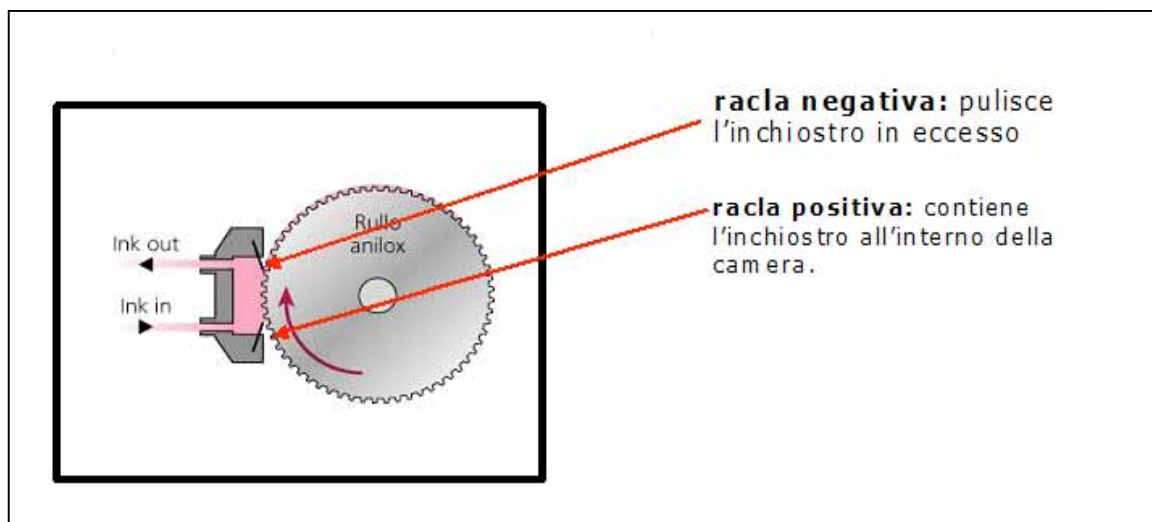
Fig. 8 Schema inchiostrazione con solo rullo anilox e racla



- 1 = Rullo anilox
- 2 = Cilindro portaforma
- 3 = Cilindro di pressione
- 4 = Racla

L'azione premente e regolatrice della quantità d'inchiostro trasportata dal sistema è effettuata direttamente dalla racla. Questa, appoggiata sulle coste del rullo anilox asporta l'eccesso d'inchiostro dalla superficie, lasciandolo negli alveoli incisi e assicurando il trasporto di un volume d'inchiostro costante, anche al variare della velocità. Nel nostro caso il gruppo inchiostatore è con racla a camera chiusa, l'inchiostro viene inviato direttamente mediante pompa sulla racla positiva con lo scopo di contenere l'inchiostro, mentre quello in eccesso grazie alla racla negativa ritorna nel calamaio. Questo comporta come vantaggi una ridotta evaporazione del solvente e maggior controllo delle caratteristiche reologiche dell'inchiostro.

Fig. 9 Gruppo inchiostatore con doppia racla a camera chiusa



Il rullo anilox dove le racle fanno tenuta è in ceramica inciso a laser o in acciaio inciso meccanicamente e successivamente indurito tramite “ceramicatura”. Il volume d’inchiostro trattenuto dipende dal numero di cellette presenti per centimetro lineare, dalle loro dimensioni, dalla loro forma geometrica e dal rapporto di trama.

L’inchiostro dal rullo anilox viene trasferito sul cilindro porta forma che grazie agli elementi stampati in rilievo (clichè) viene ceduto al materiale da stampare. Lo stampato quindi una volta a contatto con la forma da stampa va a pressare sul cilindro di contropressione o cilindro pressore.

Il movimento di tutto il gruppo stampante viene trasmesso, mediante ingranaggi a profilo elicoidale, dal tamburo centrale di pressione a tutti gli elementi stampa ed ai relativi gruppi inchiostatori; la corona dentata del tamburo di pressione, ingranata con le corone dentate degli altri cilindri e rulli, garantisce la precisione e l’istantaneità del movimento.

Gli inchiostri utilizzati possono essere o a base solvente (acetato di etile) o a base acqua (soluzione di ammoniaca); questi ultimi sempre in maggior aumento soprattutto per ridurre problemi di inquinamento ambientale. La loro struttura influenza i tempi di asciugamento che vengono notevolmente ridotti con inchiostri a base solvente perché più volatili; in ogni caso l’asciugamento viene aiutato facendo passare la carta in una camera dove viene fatta circolare aria riscaldata con resistenze elettriche, per mezzo di condutture collegate a ventilatori, oppure possono essere presenti anche altri sistemi a vapore, a lampade a raggi infrarossi, o ultravioletti. Dopo l’asciugatura quindi la carta risulta stampata ed è pronta per essere politenata.

4.3 STAZIONE DI TRATTAMENTO CARTA/FILM

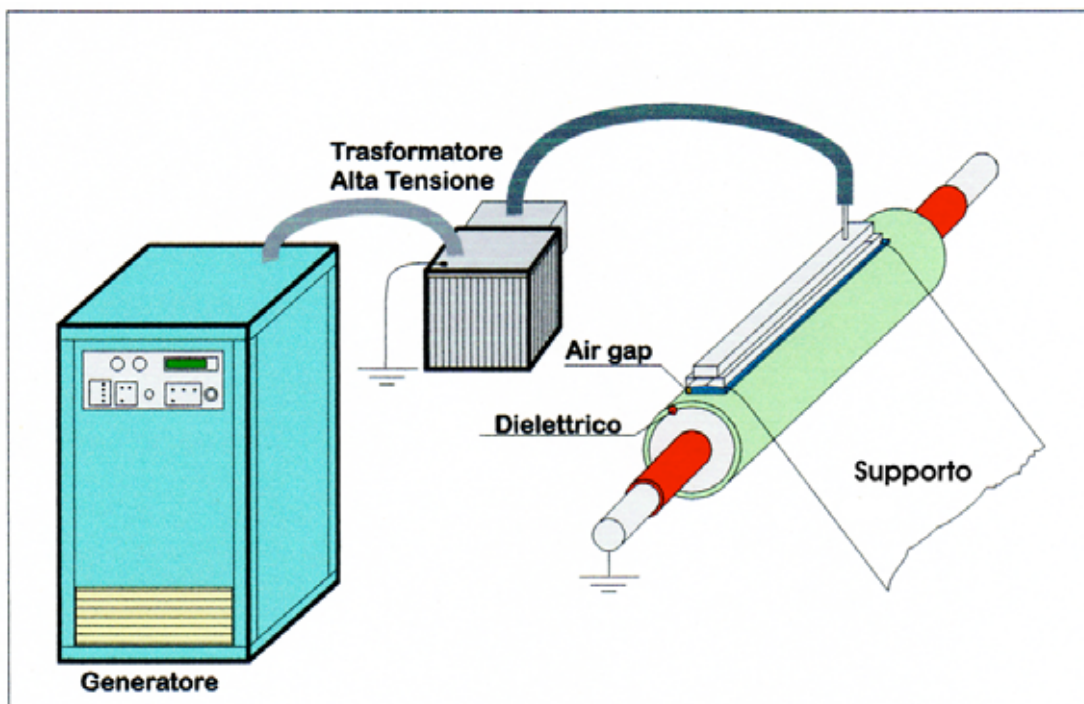
Questa particolare zona della linea prepara il supporto nelle migliori condizioni per ricevere poi il film plastico estruso; l'obiettivo delle varie tecniche che tratterò è quello di avere la maggior produzione associata alla miglior qualità del prodotto.

4.3.1 TRATTAMENTO CORONA

Generalmente i film plastici hanno superfici chimiche inerti e non porose con tensioni superficiali basse che li rendono non recettivi all'ancoraggio di substrati come inchiostri per stampa, adesivi e coating. In particolare il polietilene ed il polipropilene sono quelli che hanno l'energia superficiale più bassa e sono i due più spesso sottoposti al trattamento corona per migliorare le loro caratteristiche di adesione.

L'effetto primario del trattamento è quello di attivare la superficie del film, cioè di aumentare l'energia superficiale.

Fig. 10 Schema di un sistema di trattamento corona



Un trattatore corona, come possiamo notare, è costituito essenzialmente da un generatore ad alta frequenza, da un trasformatore elevatore di tensione ed una stazione di scarica. Quest'ultima comprende:

- uno o più elettrodi, posti ad una distanza dal supporto da trattare (air-gap) che può variare a seconda delle applicazioni, da un minimo di 1.5 ad un max. di 2.5 mm.
- un rullo collegato elettricamente a terra, rivestito di materiale dielettrico, generalmente o rivestimento ceramico (0.8-1mm spessore), o rivestimento siliconico (2.5-4.5mm spessore), con la funzione di distribuire uniformemente la scarica lungo la superficie dell'elettrodo. Su questo cilindro la scarica induce un certo riscaldamento soprattutto nelle zone non coperte dalla carta, per questo è raffreddato con acqua (o aria), la quale per evitare condensa viene fornita ad una temperatura intorno ai 35-40°C ed una variazione di 2-3°C tra entrata ed uscita.

E' nello spazio d'aria (air-gap) compreso tra il film (o carta) e l'elettrodo che s'instaura un regime di scariche ad effluvio che porta all'attivazione del film. Il fenomeno che avviene è una ionizzazione per urto, nel senso che qualche ione, sempre presente nell'aria, accelerato dal campo elettrico applicato, urta qualche molecola neutra provocandone la ionizzazione. Le nuove particelle cariche così formate possono a loro volta ionizzare per urto altre molecole ed il fenomeno, detto appunto "ionizzazione per urto", si esalta rapidamente a valanga fino a provocare la cosiddetta rottura dielettrica dell'aria, con una conseguente seppur minima produzione di ozono. Lo spazio d'aria quindi diviene conduttore a causa della ionizzazione dovuta al passaggio di corrente; a conseguenza di ciò, noteremo una scarica corona blu la quale indica che l'isolamento medio dell'air-gap si è rotto. In ogni urto parte dell'energia cinetica degli ioni si trasforma in energia termica, ottenendo così un intenso riscaldamento dell'air-gap.

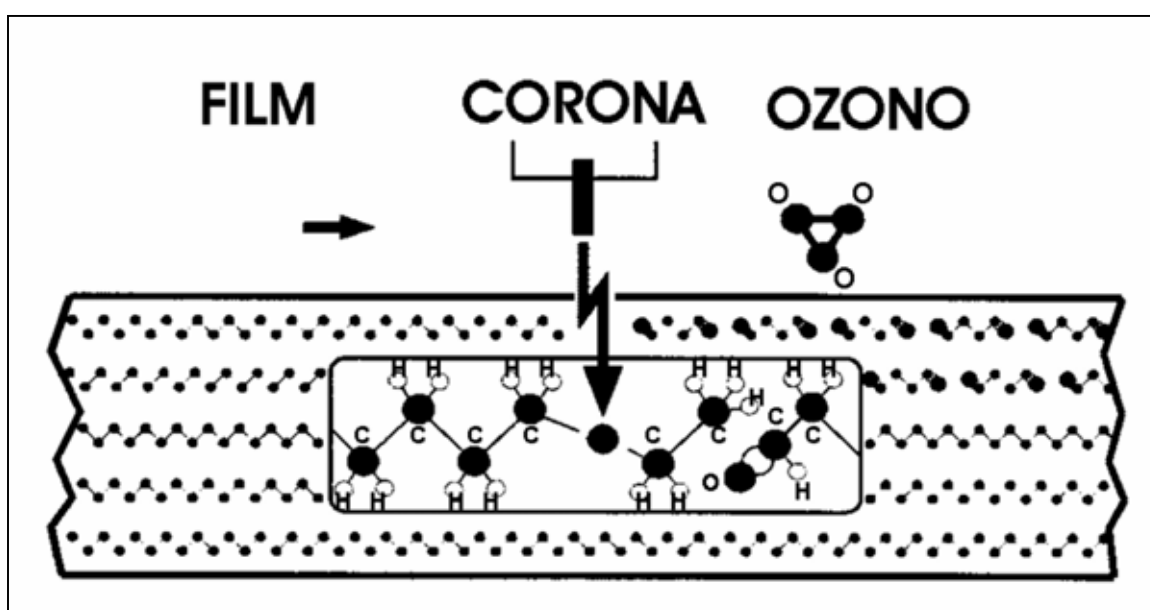
Il trattamento corona se posto lungo la linea di politenatura prima dell'estrusore, ha la funzione di trattare la superficie della carta così da ottenere le migliori condizioni per poter ricevere il film. La scarica che si viene a creare tra dielettrico ed elettrodi oltre ad ionizzare la superficie, dona una specie di bruciatura alla "peluria" della carta (aumentando quindi la superficie di contatto) che andrebbe ad ostacolare l'adesione del film con la carta. Gli effetti provocati sulla carta non sono del tutto chiari, alcuni sostengono che viene pure a crearsi una tessitura superficiale di microrugosità tale da favorire l'adesione con l'estruso.

Per ottenere una superficie atta ad essere adeguatamente bagnata da liquidi, l'energia superficiale del materiale plastico deve essere più alta della tensione superficiale del liquido. Per esempio, un inchiostro da stampa con tensione di 30 dynes/cm (unità di misura per misurare la tensione superficiale) non legherebbe adeguatamente con un materiale avente un'energia superficiale inferiore a 37÷40

dynes/cm. Utilizzando come materiali per l'estrusione il polietilene o il polipropilene che possiedono una tensione superficiale intorno ai 29-31 dynes/cm, si può già immaginare la necessità di dover trattare il materiale per poter legarsi con solventi, inchiostri o adesivi.

Il trattamento corona posto dopo l'estrusione quindi tratta direttamente la superficie del film che grazie al bombardamento ed alla penetrazione di questi ioni all'interno della struttura molecolare superficiale provocano l'ossidazione e la formazione di un gruppo polare, portando all'aumento delle tensione superficiale del materiale trattato.

Fig. 11 Modifiche del film a livello molecolare dopo il trattamento corona



Particolare attenzione è posta per il valore di tensione superficiale da dover dare al film; per misurare ciò in base alle richieste fornite dal cliente:

- si applica una striscia di liquido a tensione superficiale nota, mediante un pennarello, lungo tutto il formato del film in modo da valutare possibili variazioni di tensione;
- si misura il tempo impiegato dal liquido a dividersi in goccioline, se lo strato della superficie del liquido non si è ancora modificato dopo due secondi, vuol dire che la bagnabilità del campione è superiore al valore del liquido utilizzato. Per determinare l'esatto valore di bagnabilità bisogna utilizzare una soluzione di valore superiore finché essa non rimanga stesa per due secondi. In questo caso la bagnabilità del film corrisponde al valore indicato dal liquido utilizzato per il test. Al contrario, se il liquido si divide in goccioline in meno di due secondi, bisogna utilizzarne uno di valore inferiore.

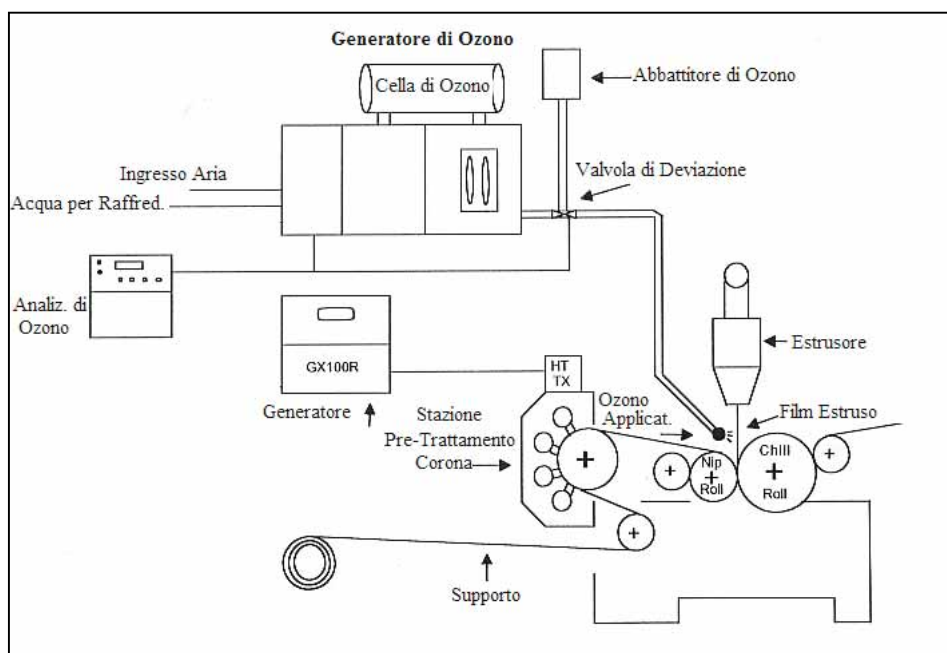
Il liquido utilizzato è un inchiostro certificato che corrisponde a dei determinati valori di dines/cm, compresi generalmente tra 36 e 52 dines/cm e distribuito mediante una specie di pennarello da riempire con questo liquido. Particolare attenzione è posta sul fatto che le superfici trattate perdono il trattamento col passare del tempo. L'entità della perdita di trattamento dipende dal tipo di film, dal livello di trattamento, dal tipo di trattamento, dalla quantità di additivo e dal tempo trascorso. Ragioni principali:

- si crede che la causa primaria di questa perdita sia che ogni successivo sfregamento della superficie trattata su rulli di rinvio, tamburo, bobina, ecc. tenda a portare via il trattamento
- contatto tra il lato trattato ed il lato opposto al trattamento
- contenuto di agenti scivolanti

Va evidenziato che, una volta che il processo finale di trasformazione è terminato, ad esempio stampa, spalmatura o laminazione, i miglioramenti dell'ancoraggio ottenuti grazie al trattamento corona, rimangono stabili. In altre parole, l'inchiostro non inizierà a venire via dopo un periodo di tempo, né i due substrati si delamineranno. La diminuzione del trattamento avviene durante il periodo di tempo che intercorre tra il momento in cui avviene il trattamento ed il conseguente processo finale. Un elevato livello di trattamento iniziale non è una soluzione al problema, ci sono infatti delle conseguenze negative come, ad esempio, l'effetto blocking della bobina, l'indebolimento del materiale, il controtrattamento, problemi di saldatura ecc.

4.3.2 OZONO

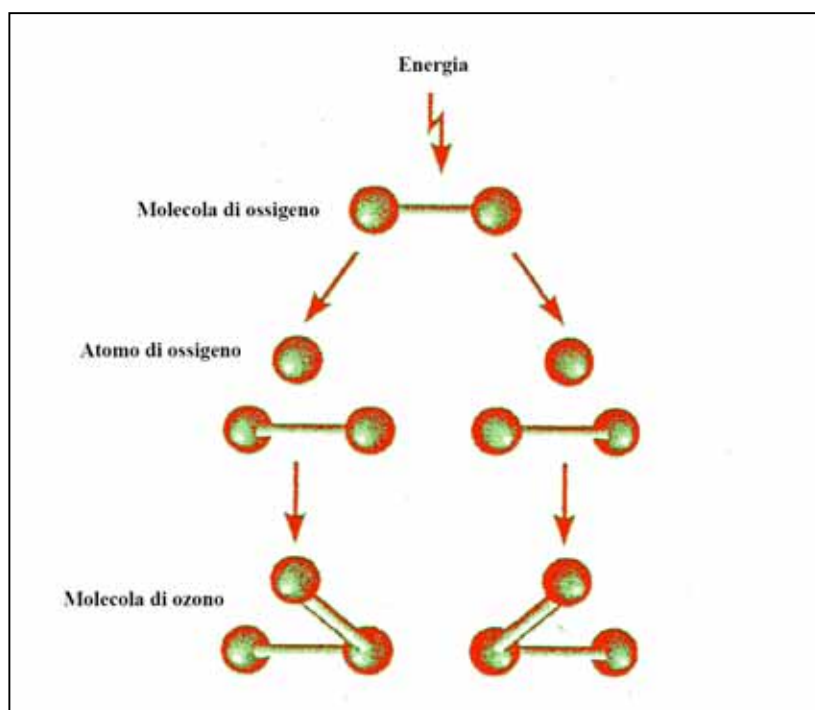
L'ozono è un trattamento di superficie inteso come complemento per l'applicazione nell'extrusion coating nel momento della colata, ma non come sostituzione del trattamento corona.



Lo schema mostra un pre-trattamento corona con successiva applicazione di ozono prodotto da un impianto ad esso collegato.

L'ozono è un agente molto ossidante, con un potenziale d'ossidazione molto elevato; è prodotto sottoponendo l'ossigeno (O_2) contenuto nell'aria (prelevata dall'ambiente esterno ed opportunamente essiccata) a scariche elettriche grazie ad un generatore.

Fig. 13 Principio di generazione dell'ozono



Come si nota dalla figura, durante il processo di sintesi dell'ozono, le molecole di ossigeno, composto da due atomi (O_2), si sono divise per effetto dell'energia fornita in ossigeno da un solo atomo (O_1). Dalla loro unione poi nasce la molecola di ozono, che è estremamente aggressiva, con un elevatissimo potere ossidante, altamente superiore rispetto all'ossigeno (O_2). Da questa reazione nasce calore che è dissipato con un sistema di raffreddamento, ad aria o ad acqua, allo scopo di evitare con elevate temperature l'aumento alla velocità della reazione inversa.

L'estruso beneficia dell'applicazione d'ozono in quanto provvede all'ossidazione controllata sul film, allo scopo di migliorare l'adesione con la carta.

L'applicatore di ozono dovrebbe essere localizzato in maniera tale da assicurare che la posizione operativa sia profonda dentro il nip/film (zona di contatto) approssimativamente 4 cm esterni e perpendicolare alla colata del film. Dato che la

velocità d'uscita del film dalla trafilatura può essere abbastanza alta, la superficie del film a contatto con l'ozono aumenta, reagendo quindi con una minor quantità d'ozono. Molta importanza quindi è data alla localizzazione dell'applicatore di ozono in profondità nell'area nip; esso dovrebbe fornire un'uniformità di applicazione su tutto il formato, dovrebbe permettere di diminuire al minimo la larghezza dell'estruso ed assicurare una velocità di applicazione d'ozono costante e bilanciata da non dover interferire con l'estruso. Sotto condizioni operative normali, l'ozono applicato nell'area nip è consumato dal calore dell'estruso, quello rimanente viene evaporato attraverso la cappa di estrazione fumi. In caso di fermata, una valvola deviante rinvia il fornitore d'ozono ad un abbattitore di ozono; esso è costituito da tre stadi di elementi filtranti, il tutto con materiali anticorrosione, i primi due filtri intercettano le impurità di polvere e grassi contenute nell'aria in entrata, mentre il terzo è un filtro che decompone l'ozono con un processo catalitico, cosicché nell'ambiente viene rilasciata aria pulita.

L'ozono è un gas incolore, invisibile, tossico e corrosivo ed è necessario per questo decomporlo fino ad un livello di sicurezza ambientale adeguato. Il limite di esposizione per gli operatori rilevato nelle immediate vicinanze della stazione di scarica, non deve superare gli 0.1 ppm (corrispondente a 0.2 mg/m^3), concentrazioni maggiori devono essere limitate.

4.4 ACCOPPIAMENTO CARTA/FILM

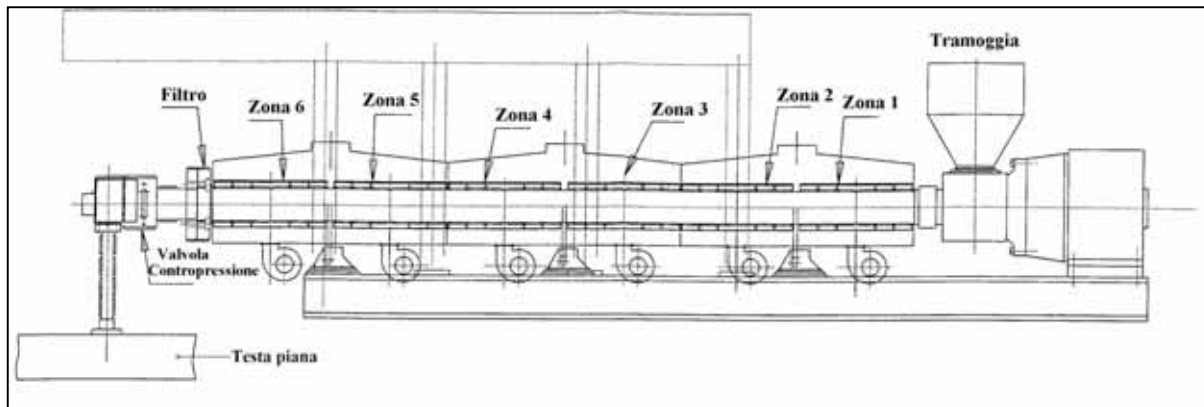
Questa è la zona più importante della linea di estrusione dove va prestata maggior attenzione a causa delle molte variabili con cui bisogna interagire ai fini di avere un accoppiamento perfetto tra carta e film.

4.4.1 STOCCAGGIO GRANI/ESTRUSIONE

Il polimero è scaricato sotto forma di granuli in una tramoggia che alimenta il processo d'estrusione, da qui un motore aziona una vite facendola ruotare in modo da far avanzare il materiale; la vite alloggia in un cilindro suddiviso in zone riscaldate tramite resistenze, dove avviene il passaggio del materiale dallo stato solido allo stato fuso. A valle del cilindro si trova prima un filtro per eliminare eventuali impurità residue, poi una valvola di contro pressione che crea una strozzatura in modo da dare dei valori di pressione a monte tali da facilitare la miscelazione del prodotto. Dalla valvola tramite un tubo verticale del diametro di 25mm, si arriva dentro la testa dell'estrusore che ha la funzione di distribuire il film da sezione rotonda a sezione

rettangolare in modo uniforme, per poi uscire attraverso un sottile labbro. Su quest'ultimo vengono montati dei blocchetti metallici che, riscaldati opportunamente, flettono il labbro stesso permettendo così la regolazione trasversale della grammatura.

Fig. 14 Impianto di estrusione



4.4.2 REGOLAZIONE AUTOMATICA PROFILO

La regolazione automatica ha lo scopo di ottenere una bobina uniforme, cioè fare in modo che il profilo trasversale medio sia il più planare possibile.

L'obiettivo è raggiunto grazie ad una opportuna regolazione dei tasselli termici, detta regolazione di planarità, collegata con misuratori di grammatura. Modificando la temperatura dei singoli tasselli è possibile modificare l'apertura del labbro e quindi generare variazioni di spessore; più precisamente se il tassello termico viene riscaldato esso si allunga premendo il labbro e lo spessore in quel punto diminuisce, diminuendo invece la temperatura il tassello si accorcia e apre maggiormente il labbro aumentando lo spessore in quel punto.

L'effetto generato dalla dilatazione sui tasselli sullo spessore è molto ridotto, nell'ordine dei $5/15\mu$ (0.6/2.0g circa); per questo motivo si cerca di intervenire il meno possibile con questi attuatori, correggendo quindi eventuali grossi scostamenti dal set point con altri tipi di interventi (es. modifica della velocità del cilindro di raffreddamento film o modifica della portata). Avendo quindi nella maggioranza dei casi l'obiettivo che la bobina risulti il più planare possibile come profilo medio trasversale, la regolazione tiene conto dei difetti che si accumulano sulla bobina in avvolgimento e, se necessario, ne produce altrettanti in segno opposto.

4.4.3 GRUPPO CALANDRA/PRESSA

La calandra è un cilindro di raffreddamento in acciaio cromato (diametro variabile a seconda delle dimensioni del formato di lavorazione es. 85cm con 220cm di formato) costituito da una doppia camera, internamente risiedono delle eliche che aiutano a

mantenere uniformemente bassa la temperatura grazie all'acqua che viene fatta scorrere al suo interno (la temperatura media in entrata è intorno ai 15°C, mentre in uscita è intorno ai 17°C, prestando attenzione ad evitare condensa dovuta a differenze di temperatura, entrata/uscita acqua, troppo elevate).

Il liscio conferito sul film varia a seconda del tipo di trattamento superficiale che ha subito il cilindro, in altre parole in base alla profondità d'incisione cui è stato sottoposto si determina una certa "rugosità" che permette di classificare i cilindri in:

- Finitura lucido = 0.08μ incisione
- Finitura matt = 2.00μ incisione
- Finitura matt/matt = 4.00μ incisione

Questi valori, a causa dello sfregamento dovuto al polietilene estruso ad alta temperatura e velocità, diminuiscono col tempo, in tal caso, al di sotto di certi limiti, devono essere rettificati in modo da ricreare la rugosità iniziale.

Queste finiture determinano il grado di liscio del film e soprattutto la scivolosità (tra carta/film o film/film), importantissima per le successive lavorazioni (es. taglio in formato) che può subire prima dell'utilizzo finale.

La pressa invece è un cilindro rivestito di gomma, avente una determinata durezza (85 score), ed una buona resistenza al calore; inizialmente ha un diametro di 285mm, la si può rettificare più volte (per ogni retifica viene di norma asportato 0.5mm) fino a raggiungere un diametro minimo intorno ai 270-275mm, al di sotto del quale viene fatta rigommare. Essa lavora pressando il film più il supporto (intorno ai 3bar) contro la calandra, determinando così il tipo di finitura superficiale ed il raffreddamento del film. La pressa è regolabile sia come pressione del nip di contatto, sia come posizione di lavoro in senso verticale.

4.5 AVVOLGITORE

L'avvolgitore prende l'accoppiato e lo avvolge su una bobina grazie ad una calandra trainante e con un tiro controllato da una cella di carico posta su un cilindro ballerino. Il cambio rotolo avviene, come nello svolgitore, in automatico portando una nuova bobina (avvolta da nastro biadesivo) alla stessa velocità del rotolo da cambiare, poi al momento del cambio li si porta a contatto e tramite un barra dentata si taglia il prodotto finito separandolo dalla nuova bobina.

5. TRATTAMENTI SUPERFICIALI E LORO VARIABILI

Qui di seguito verranno esposti i vari trattamenti e le loro caratteristiche necessari per poter ottenere un efficace ancoraggio tra la carta ed il film nonostante l'aumento di velocità delle linee di estrusione.

5.1 TRATTAMENTO A FIAMMA

Il trattamento delle superfici a fiamma è principalmente composto da un generatore di miscela combustibile, aria/gas, ed un bruciatore; nella reazione di combustione fra un combustibile gassoso (metano, propano, gpl) e aria in premiscelazione, si genera un plasma attivo (fiamma) ricco di grande potenzialità reattiva sotto forma di:

- calore di reazione, con temperature della fiamma di circa 1700 °C;
- energia chimica (prodotti di reazione sotto forma di ioni e radicali liberi).

L'applicazione del processo di trattamento superficiale alla fiamma, interessa principalmente due settori:

- a) carta, cartone, alluminio e laminati vari;
- b) film plastici destinati alla stampa.

La necessità di trattare alla fiamma la superficie di carta e cartone ha come obbiettivo:

- eliminazione di piccole fibre e delle escrescenze che rendono irregolare la superficie;
- parziale essiccamento;
- pulizia della superficie da contaminanti;
- creazione di legami polari, in aggiunta a quelli esistenti; il tutto per ottenere un'adesione ottimale e velocità di trasformazione elevate.
- esigenza economica di basso costo (richiesta di potenze termiche notevolmente ridotte pur mantenendo i buoni risultati).

I film plastici invece, come già descritto in precedenza, presentano difficoltà più o meno marcate nella fase di stampa, verniciatura, e accoppiamento quando vengono "trasformati" per poter essere utilizzati dalle industrie a cui sono destinati. Tali difficoltà sono legate alla diminuita capacità ricettiva delle superfici trattate di lacche, inchiostri, adesivi. Per superare questi inconvenienti il trattamento a fiamma penetra

nella superficie modificandone la sua bagnabilità fino ad ottenere il livello di tensione superficiale ottimale. Tutto ciò senza influenzare negativamente o addirittura modificare le caratteristiche fisiche e ottiche della superficie.

Un'alternativa provata con poco successo è stata la modifica delle formulazioni degli inchiostri e degli adesivi, ma ciò comportava un maggior costo nell'acquisto di prodotti idonei ed un maggior costo di esercizio nell'usare tali prodotti dal momento che questi sono essenzialmente a due componenti che reagiscono quando vengono a contatto con l'ossigeno e l'umidità. Ciò significava prodotti di limitata "maneggiabilità" e di datata vita di scaffale.

Fattori che hanno limitato la diffusione del trattamento a fiamma nell'extrusion coating sono stati:

- la scarsa conoscenza della tecnologia medesima;
- la sua complessità;
- la presenza del "fuoco" come elemento potenzialmente pericoloso;
- il costo dell'impianto (sicuramente più elevato del costo di un analogo impianto "corona").

Come caratteristiche da ricordare soprattutto trattando imballaggi per uso alimentare:

1) la vita di scaffale; quest'esigenza riguarda il mantenimento delle qualità organolettiche del cibo imballato, il più a lungo possibile, prima di essere ritirato dallo scaffale di vendita. Pertanto odore, sapore, umidità, contenuto in grassi e/o altre sostanze simili all'ossigeno dell'aria devono subire alterazioni minime rispetto alle condizioni iniziali nell'istante dell'imballo presso il produttore.

Il film che avvolge il cibo imballato deve avere pertanto "proprietà di barriera", nel senso di:

- far uscire dall'imballo la minima quantità di anidride carbonica e di vapore d'acqua (sono fattori che determinano sapore e odore);
- far entrare nell'imballo la minima quantità di ossigeno dell'aria (fattore che determina l'ossidazione dei grassi e/o di altre sostanze sensibili all'ossigeno con conseguente irrancidimento).

E' di recente innovazione, con risultati altamente positivi, l'applicazione del trattamento alla fiamma sui film di polipropilene per ottenere un elevato effetto barriera di vari ordini migliore del trattamento corona (produce la micro-perforazione del film, con conseguente ridotto effetto barriera).

2) la resistenza di chiusura delle saldature dell'imballo; pure questa è stato riscontrato che viene a migliorare con il trattamento alla fiamma.

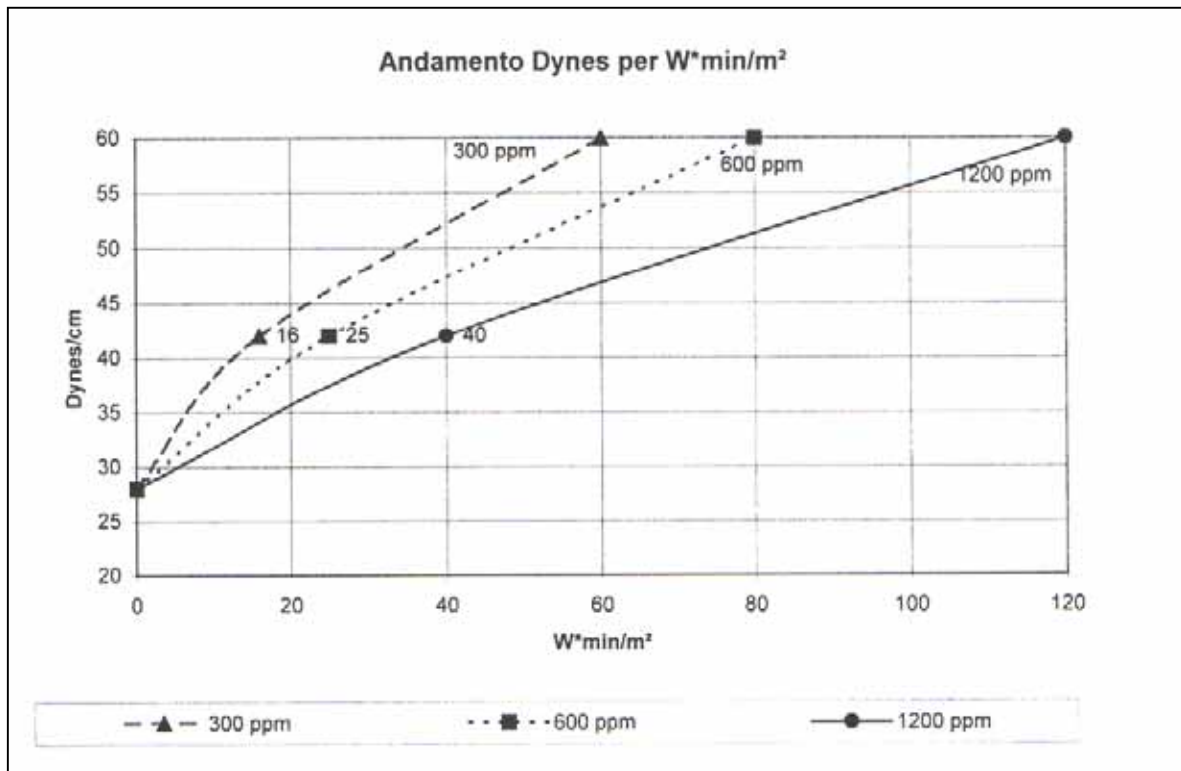
3) assenza di contaminazione; l'uso del trattamento corona comporta la generazione d'ozono, dall'odore caratteristico che si può combinare facilmente con altre sostanze, rimanendo intrappolato sulla superficie dei materiali trattati. Con il trattamento del film alla fiamma si ha la certezza di non lasciare sul film alcun residuo che possa contaminare la superficie, anzi data la temperatura elevata (1700 °C), se esiste una contaminazione precedente, la fiamma esercita un'azione di eliminazione o quanto meno di forte riduzione.

5.2 TRATTAMENTO CORONA

Il trattamento corona come già descritto in precedenza ha lo scopo di pulire il supporto e creare legami polari per ottenere il miglior risultato sia come adesione sia come aumento della tensione superficiale. Oggi le misure di riduzione dell'inquinamento, come inchiostri ed adesivi a base d'acqua, hanno reso necessario un aumento dei valori di trattamento superficiale. Ciò è dovuto in parte al fatto che i nuovi inchiostri ed adesivi hanno un'elevata tensione superficiale e non bagnano il film come i solventi ed in parte perchè sulla superficie del film sono presenti additivi oleosi.

Il carico di additivo (quantità di additivi espressa in parti per milione = ppm) contenuto in un film, influisce notevolmente sulla capacità del film di ricevere il trattamento corona e di mantenerlo nel tempo. La prima conseguenza di un elevato carico di additivi è quella di richiedere un aumento della intensità di potenza per incrementare la tensione superficiale del film di un certo ammontare. Secondariamente una quantità elevata di additivo nel film ridurrà la capacità del materiale a mantenere l'effetto del trattamento corona nel tempo. Ciò è dovuto alla tendenza degli additivi ad ammassarsi o a migrare sulla superficie ed a mascherare l'effetto del trattamento corona. È in ogni modo sostenuto che gli additivi migreranno più prontamente verso la superficie di un film che è stata trattata.

Fig. 15 Influenza degli additivi sulla tensione superficiale



Il diagramma mostra che la possibilità di trattamento diminuisce all'aumentare della percentuale di lubrificante. Nell'esempio della fig. 1 sono necessari circa 16 W*min/m² per trattare un film di polietilene con 300 ppm di lubrificante a 42 dynes/cm. Se il contenuto di lubrificante fosse di 600 ppm la dose di effetto corona necessaria salirebbe a 25 e se fosse di 1200 ppm salirebbe a 40 W*min/m². Per un materiale non contenente lubrificanti si applica invece una dose d'effetto corona di circa 7 W*min/m². Ciò significa che per mantenere dei film contenenti lubrificanti si devono applicare potenze elettriche maggiori rispetto a quelle necessarie per il trattamento dei materiali non contenenti lubrificanti. Per lo stesso fine possono quindi essere necessari degli elettrodi a maggiore superficie di scarica (o più elettrodi), dato che, conseguenza di una maggior superficie dell'elettrodo di scarica a parità di velocità di scorrimento del film, è un maggior tempo di esposizione del film stesso sotto la scarica corona.

Un'altra situazione particolare si può avere con la necessità di un rinfresco del trattamento, in altre parole un film precedentemente trattato viene trattato di nuovo, prima del completamento del processo di converting.

Il rinfresco del trattamento è più comunemente utilizzato in presenza di rivestimenti a base acqua; diversamente i rivestimenti a base solvente bagnano più facilmente e

la loro adesione è più facile. Per esempio, un film con una tensione superficiale di 31 dynes all'estrusione può essere trattato ad un livello di 40 dynes in linea all'estrusore. Dopo la spedizione e lo stoccaggio, l'effetto del passare del tempo e del carico di additivi è quello di ridurre la tensione superficiale ad esempio a 36 dynes o meno. A questo livello, rivestimenti o inchiostri a base solvente fornirebbero già un'elevata qualità di prodotto, senza la necessità di un nuovo trattamento. Tuttavia, un rivestimento o un inchiostro a base acqua richiederebbe che il film fosse trattato per incrementare la sua tensione superficiale a 40 dynes o più. Studi dimostrano che, dato un determinato aumento della tensione superficiale, ritrattare film già pre-trattati richiede meno intensità di potenza che trattare un film non pre-trattato. Importante inoltre sapere che, alcuni materiali non pre-trattati non aumentano la loro tensione superficiale neppure applicando densità di potenza molto elevate. Questo è dovuto alla loro struttura molecolare ed alla barriera di scivolanti o additivi che emigrano alla superficie del film, diminuendone la tensione superficiale.

Altra variabile importante da considerare sono i film, non tutti i materiali reagiscono allo stesso modo al trattamento corona; il polietilene ad esempio riceve il trattamento con più difficoltà, ma mostra un significativo aumento della tensione superficiale utilizzando moderati livelli medi d'intensità di potenza, al contrario il polipropilene è difficile da trattare e mostra solo moderati aumenti della tensione superficiale utilizzando livelli d'intensità di potenza relativamente alti.

La necessità che ci può essere, per i motivi sopra citati, di dover spingere maggiormente il trattamento deve trovare un giusto equilibrio con tutta una serie di effetti collaterali che si possono registrare come per esempio l'aumento del blocking e del coefficiente di attrito, il decadimento di saldabilità, l'aumento della fragilità del film, l'aumento dell'elettrostaticità e l'affioramento di additivi.

5.3 OZONO

Tradizionalmente l'ossidazione naturale della colata dall'estrusore avviene, quando la temperatura dell'estruso è aumentata e/o si aumenta lo spazio d'aria (air gap), sempre con lo scopo di migliorare l'adesione carta/film.

L'uso di un impianto d'ozono, perciò, serve a raggiungere una "ossidazione preferenziale" (perché indirizzata in profondità nell'area nip e solo sulla superficie del film a contatto con la carta) a basse temperature in modo da permettere la realizzazione di un buon ancoraggio senza i problemi associati all'ossidazione ad alte temperature.

L'uso appropriato dell'ozono nell'estrusione produce molti vantaggi:

1) Riduzione del peso del film (diminuzione della grammatura); piuttosto che dover usufruire di alti pesi di film per un ancoraggio fisico, l'ozono polarizza la fusione a caldo, quindi favorendo l'adesione.

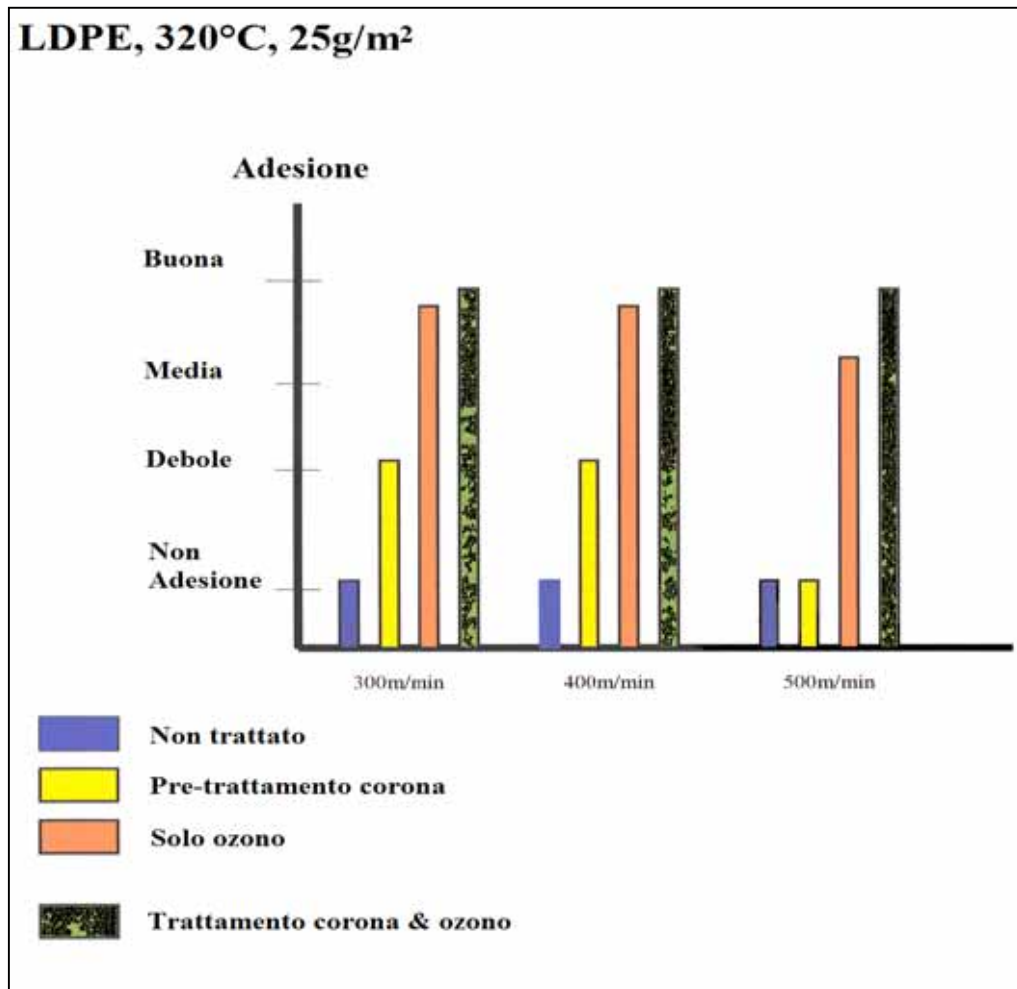
2) Riduzione della temperatura di fusione; la temperatura ha un effetto diretto nel livello di ossidazione sulla superficie della colata. Dato che noi ci basiamo sull'ossidazione per ottenere alti raggruppamenti di superficie polare, che forma forti legami con i substrati (carta), possiamo stimolare l'effetto di ossidazione introducendo ozono all'uscita del film dall'estrusore. Questo produce l'ossidazione preferenziale sul lato del contatto con il supporto, riducendo anche la temperatura di fusione. Non c'è quindi bisogno di chiedere aumento di temperatura per aiutare l'ossidazione di fusione.

3) Permette di raggiungere velocità di linea più alte; il tempo di permanenza della colata nell'air gap (spazio d'aria) è direttamente proporzionale alla velocità di linea. Parallelo all'aumento di velocità c'è la diminuzione dell'ossidazione come risultato di una riduzione del tempo di permanenza della colata nell'air gap. Dato che la fusione richiede ossidazione per ottenere adesione, la velocità viene ridotta per ottenere adesione; in alternativa, l'applicazione di ozono alla colata favorisce l'ossidazione controllata e quindi rimuove la velocità come fattore limitante nell'ottenere un adesione appropriata.

4) Ottimizzare la stabilità di fusione e del neck-in (restringimento naturale del film); in passato si cercava di aumentare lo spazio d'aria oppure aumentare le temperature di fusione allo scopo sempre di promuovere l'ossidazione e quindi l'adesione. Tale modificazione causava problemi con l'alto neck-in e con l'instabilità dell'estruso. L'immissione dell'ozono ha portato alla riduzione degli spazi d'aria e delle temperature diminuendo quindi il neck-in ed assicurando una maggiore stabilità del film.

5) Migliorare le caratteristiche di termosaldabilità e riduzione di odori e/o gusti; usare i metodi tradizionali per permettere l'ossidazione del film (per esempio aumentare air gap, aumentare temperature) significa che l'ossidazione si verifica su entrambi i lati della colata. Sfortunatamente questo porta ad una superficie ossidata sul lato opposto che è spesso la superficie destinata alla termosaldatura. E' noto che una superficie ossidata non si salda bene e l'alta temperatura di fusione contribuisce al film di prendere odori. Applicando l'ozono solo sul lato di contatto otteniamo l'ossidazione preferenziale, quindi diminuiamo l'esposizione ai problemi di termosaldabilità o di odori.

Fig. 16 Influenza dei vari trattamenti sull'adesione



Come dimostrato dai grafici, l'ozono ha un effetto positivo nel raggiungere una migliore adesione nel processo di estrusione; il suo effetto comunque risulta massimo quando usato in combinazione con il pre-trattamento corona.

6. FATTORI CHE INFLUENZANO L'ADESIONE DEL FILM

L'adesione del film al supporto è il punto che riveste maggiore importanza in una linea d'estrusione, per questo tutti i fattori che possono causare una delaminazione del film (distacco in fase d'utilizzo del film dalla carta) vanno presi in considerazione molto attentamente.

6.1 TIPO DI SUPPORTO

La carta è il supporto che al momento dell'estrusione viene a contatto con il film fuso; in queste condizioni naturali l'adesione avviene solo per contatto fisico tra due corpi diversi e per questo l'ancoraggio sarebbe molto limitato specie aumentando la velocità. Da qui come trattato in precedenza entra in aiuto il trattamento corona per predisporre delle condizioni che migliorino l'affinità tra i due materiali. Esperienze industriali consentono di affermare che esiste una graduatoria d'affinità tra il tipo di supporto ed il trattamento corona.

Una netta distinzione è stata notata nel diverso comportamento tra una carta naturale e carte patinate, calandrate, pergamene vegetali; il tutto lo si può motivare dalla diversità fisica e/o chimica delle superfici di contatto. La diversità fisica si nota dall'enorme differenza che c'è tra il liscio di una carta naturale rispetto alle altre; più aumento il liscio minore è la superficie di contatto su cui va ad agire il trattamento e di conseguenza anche il film.

La diversità chimica è rappresentata nelle patinate dalla patina (carbonato di calcio, caolino, lattici, ecc.), le pergamene per il trattamento con acido solforico, le collate in superficie per i trattamenti superficiali, tutto questo rende meno recettiva la superficie, cioè la rende più inerte a ricevere il trattamento corona con conseguente minor adesione.

6.2 TIPI DI FILM

I film usati principalmente sono il polietilene ed il polipropilene, che, per le loro diverse caratteristiche fisico/chimiche dimostrano un comportamento analogo anche

nell'adesione; il polipropilene ha la sua massima stabilità in fase di processo con velocità lineare di circa 250-300 m/min, oltre si possono formare fenomeni di pulsazioni e rotture del fuso. Al contrario le velocità che può raggiungere il polietilene sono oltre i 400 m/min pur sempre mantenendo un'ottima adesione; questo viene modificato se vengono aggiunti additivi, in tal caso a seconda delle percentuali e del tipo di additivo (scivolante, antiblocking, ecc.) si deve garantire la giusta velocità purchè venga sempre garantito il giusto ancoraggio.

6.3 TEMPERATURA

La temperatura di lavoro di questi film varia in genere tra i 300°C e i 330°C, ad ogni loro seppur minima variazione si nota un diverso comportamento del film; aumentando la temperatura si va ad aumentare il livello di ossidazione formando forti legami con la carta, che associati ad una maggior fluidità (maggior adesione meccanica tra film e carta) e quindi possibilità di andare ad inserirsi negli interspazi superficiali prima lasciati liberi, migliora l'adesione. La temperatura troppo alta però porta ad un'eccessiva ossidazione del film e sviluppo di odori (spesso sgradevoli), al contrario una temperatura troppo bassa aumenta troppo la viscosità con conseguente perdita d'adesione. La soluzione è nel trovare la temperatura giusta per favorire la maggior ossidazione senza avere la formazione di odori indesiderati.

6.4 VELOCITÀ

La velocità è una variabile facilmente intuibile, all'aumentare di essa diminuisce il tempo di contatto del film con l'aria (air gap) e quindi minor ossidazione. Allo stesso modo anche l'aiuto dell'effetto corona ha i suoi limiti, una volta raggiunto le sue massime prestazioni (aumentando elettrodi e potenze), si può solo diminuire la velocità in modo da dare più tempo per modificare la superficie trattata allo scopo di garantire la giusta adesione.

6.4 AIR GAP

L'air gap è lo spazio compreso tra il punto di fuoriuscita del film dalla trafilatura e il nip di contatto tra la calandra e la pressa; quest'ultima è regolabile in altezza, quindi

variando l'altezza del punto in cui la pressa lavora varia l'air-gap. In particolare alzando la pressa diminuisce lo spazio d'aria e si ha un minor tempo di contatto film/aria, con conseguente diminuzione dell'ossidazione del film, mentre abbassandola aumenta l'air-gap con incremento dell'ossidazione e dell'ancoraggio del film.

7. DESTINAZIONE FINALE

Gli usi delle carte politenate, sempre in continuo aumento, vantano questa crescita per le loro caratteristiche d'igiene alimentare, di termosaldabilità, di stampabilità, imballaggio ed altro, andando così a coprire i più vari utilizzi che si possono fare.

7.1 USO ALIMENTARE

L'alimento è generalmente a contatto con il lato politenato; il film di polietilene per questo deve corrispondere a delle specifiche limitazioni previste dalla legislazione sia italiana che europea. Secondo la legislazione italiana (D.M. 21/03/73) sono previste delle prove di migrazione specifica verso dei cosiddetti "simulatori": acqua distillata, acido acetico, olio ed etanolo, in particolari condizioni di tempo e temperatura (ad es. 10gg per 40°C). Il limite di legge è fissato a 10mg/dm².

Appartengono a questa categoria:

- Carte da banco.

Supporti utilizzati: carte kraft bianchite.

Grammature supporti: da 35g a 50g

Grammature film: da 9g a 10g

- Bustine per zucchero, sementi, preparati per dolci (lievito, cacao, ecc.).

Supporti utilizzati: carte kraft bianchite e gregge, monopatinate, pergamene e supercalandrate.

Grammature supporti: da 30g a 120g

Grammature film: da 9g a 40g

- Coppette per gelato, bicchieri per bibite, piatti.

Supporti utilizzati: cartoncino.

Grammature supporti: da 200g a 350g

Grammature film: da 15g a 20g

- Buste per alimenti (cacao, caffè, ecc.).

Supporti utilizzati: carte monopatinate.

Grammature supporti: da 40g a 80g

Grammature film: da 9g a 20g

Questo tipo di buste vengono poi accoppiate ad una pellicola di alluminio (collato sul lato del film) per ottenere un'elevata resistenza al vapor d'acqua.

7.2 ALTRI USI

Questo raggruppamento include tutti gli altri utilizzi che si possono avere con la carta politenata:

- Interposizione lastre per off-set.
Supporti utilizzati: carte veline/kraft leggere.
Grammature supporti: da 19g a 30g
Grammature film: da 9g a 11g
- Supporti per buste.
Supporti utilizzati: carte kraft bianchite o colorate.
Grammature supporti: da 70g a 90g
Grammature film: da 9g a 15g
- Supporto per siliconature per carte adesive o nastri adesivi.
Supporti utilizzati: carte kraft bianchite.
Grammature supporti: da 50g a 70g
Grammature film: 9g

Il film di polietilene per questa utilizzazione rappresenta la base per l'applicazione del silicone. Il complesso carta-polietilene-silicone, rappresenta il supporto per l'adesivo che al momento dell'utilizzo viene gettato via.

- Imballo risme.
Supporti utilizzati: carte kraft bianchite e gregge.
Grammature supporti: da 90g a 100g
Grammature film: 20g
- Carte accoppiate (carta+film+carta) per interposizione lastre per off-set.
Supporti utilizzati: carte veline/kraft leggere.
Grammature supporti: da 25g a 30g
Grammature film: 9g
- Carte bipolitenate (film+carta+film) per nastri biadesivi.
Supporti utilizzati: carte kraft.
Grammature supporti: da 40g a 100g
Grammature film: da 9g a 20g

8. CONCLUSIONI

In questi ultimi anni il settore dell'imballaggio alimentare ha visto sviluppare e diffondere una gran quantità di nuovi prodotti destinati al confezionamento degli alimenti, e, come si è visto, questi prodotti sono il risultato dell'accoppiamento di un supporto di cellulosa con uno o più film plastici.

Scopo di questo lavoro, che può essere letto come una “introduzione all'extrusion coating”, è stato perciò quello di illustrare brevemente il processo che porta alla realizzazione di questi accoppiati, analizzando dapprima le più comuni materie prime utilizzate (LDPE, HDPE, PP) e trattando di seguito i principali parametri che regolano tale processo nelle varie fasi (eventuale stampa, trattamento del supporto, estrusione del film, trattamento post-estrusione). Durante la politenatura della carta ognuna di queste fasi deve essere ottimizzata in modo da ottenere un'elevata qualità del prodotto finito unitamente alla massima produzione ed efficienza della linea produttiva.

Il continuo incremento di velocità delle linee di estrusione richiede perciò un necessario aggiornamento ed incremento in tecnologia, sia relativamente a sistemi che coadiuvano l'adesione del film al supporto cartaceo sia per ciò che riguarda la prova di nuovi polimeri che il mercato offre e che presentano migliori proprietà chimico/fisiche e migliore lavorabilità. Tra questi vale la pena ricordare l'acido polilattico (PLA) un polimero ricavato dal mais e completamente biodegradabile. Questo materiale, per il momento estruso prevalentemente come cast film, è chiaramente stato sviluppato per permettere la creazione di nuovi accoppiati carta/film decisamente più ecologici di quelli utilizzati attualmente.

BIBLIOGRAFIA

- Appunti di Tecnologia Cartaria” di Zaninelli Paolo edizione Scuola Interregionale di Tecnologia per Tecnici Cartari 2005 – 2006;
- Materiale vario (Cartiere Burgo-Marchi Treviso);
- Materiale vario sul trattamento corona (Ferrarini & Benelli, ME.RO);
- Notizie varie fornite da internet;
- Consultazioni con responsabile della manutenzione (Ing. Zefferino Gava) e responsabile laboratorio (Ing. Fabio Pollon), Cartiere Burgo-Marchi stabilimento di Treviso;