

XI corso di tecnologia per tecnici cartari
edizione 2003/2004



**Problematiche
di fabbricazione
del cartoncino "bilucido"
e suo utilizzo**

di Baretta Leonardo



Scuola Interregionale di Tecnologia per tecnici Cartari

via don G. Minzoni, 50 - 37138 Verona - tel. 045 8070352

INDICE

1. Introduzione

1.1 Caratteristiche per la scelta di una carica

2. Scelta delle materie prime

2.1 Considerazioni sulle materie prime

2.2 La cellulosa

2.3 Le emicellulose

2.4 La lignina

2.5 Gli estrattivi

2.6 La dimensione delle fibre

2.7 Il materiale legnoso

2.8 Caratteristiche e impighi delle paste meccaniche

2.9 Pasta chemi-meccanica (CMP)

2.10 Paste chimiche

2.11 Processo al solfito acido

2.12 Considerazioni sull'imbianchimento

3. Preparazione impasti

3.1 Pulper

3.2 Epuratori ad alta densità

3.3 La raffinazione

3.4 Effetti sulla fibra

3.4.1 Fibrillazione esterna

3.4.2 Formazione di parti fini

3.4.3 Accorciamento delle fibre

4. Materie prime fibrose

4.1 La ritenzione dell'impasto

4.2 Le cariche in massa

4.3 Carbonato di calcio

4.4 Amidi

4.4.1 L'amido cationico

4.4.2 Metodo spary

5. Circuito di testa macchina

6. Macchina continua

6.1 Tavola piana

- 6.1.1 La cassa d'afflusso a pressione
- 6.1.2 Il cilindro capo-tela
- 6.1.3 La tavola di formazione
- 6.1.4 I cilindri sgocciolatori
- 6.1.5 Foils
- 6.1.6 Le casse aspiranti
- 6.1.7 La gestione dell'impianto del vuoto per le casse aspiranti
- 6.1.8 Il cilindro ballerino
- 6.1.9 Il telino e le sue varianti costruttive
- 6.1.10 Le moderne tele di formazione in materiale sintetico
- 6.1.11 Il cilindro aspirante
- 6.2 Zona presse
 - 6.2.1 Le presse
 - 6.2.2 Pressa aspirante
 - 6.2.3 Pressa a fori ciechi
 - 6.2.4 Dry-press
 - 6.2.5 Feltri umidi
- 6.3 La seccheria
 - 6.3.1 I cilindri essiccatori
 - 6.3.2 I feltri essiccatori
 - 6.3.3 Il cilindro monolucido
- 6.4 Patinatura
 - 6.4.1 L'acqua
 - 6.4.2 Il carbonato di calcio
 - 6.4.3 Amidi e loro derivati
 - 6.4.4 Lattici sintetici
 - 6.4.5 Imbiancanti ottici
 - 6.4.6 Patinatura in macchina
 - 6.4.7 Metering bar
 - 6.4.8 Patinatrice a lama
 - 6.4.9 Raggi infrarossi
- 6.5 Lisciatura
- 7. Caratteristiche del cartoncino**
 - 7.1 Resistenza interna
 - 7.2 Resistenza allo strappo
 - 7.3 Liscio
 - 7.4 Planarità

7.5 Imbarcamento

7.6 Grado di bianco

8. Allestimento

8.1 Bobinatura e riarrotolatura

8.2 Taglierine rotative

9. La macchina da stampa

9.1 La macchina offset da foglio

9.2 La macchina offset da bobina

1. INTRODUZIONE

Questa ricerca tratta di un manufatto di nostra produzione, nel caso specifico di un cartoncino bipatinato per uso prettamente da stampa. La sua composizione è pressoché simile ad altri cartoncini da noi prodotti, ma a differenza di questi non viene prodotto per dover contenere del materiale, ma viene fabbricato con lo scopo di soddisfare le esigenze delle moderne macchine da stampa offset.

Infatti la patinatura di copertina e retro permette di rendere il cartoncino bilucido, un prodotto atto ad essere stampato sia in bianca che in volta, in modo da poter essere utilizzato nel campo delle copertine, carte da gioco, ed in altri prodotti di tipografia.

Saranno illustrati i materiali e il processo di fabbricazione del cartoncino bilucido, in seguito verranno descritti gli impianti di preparazione degli impasti opportunamente lavorati daranno origine al prodotto finito. Vi sarà un accenno all'allestimento del prodotto prima di essere spedito all'utilizzatore finale, cioè lo stampatore, ed infine una breve descrizione del metodo di stampa utilizzato per questo tipo di prodotto: la stampa offset.

2. SCELTA DELLE MATERIE PRIME

Per l'impasto, nella produzione del cartoncino bilucido utilizziamo diverse materie prime quali:

- cellulosa di fibra lunga al solfito
- cellulosa di fibra corta al solfito
- pasta legno chemi-meccanica

Ogni materia prima sopra elencata è bianchita per aumentare il grado di bianco del prodotto finito.

La copertina ed il retro sono costituiti da cellulosa sia di fibra corta che di fibra lunga miscelate direttamente nel pulper, mentre lo strato intermedio è costituito esclusivamente da pasta legno. Si utilizzano cellulose di fibra corta e lunga per dare al manufatto caratteristiche di finitura superficiale e resistenza meccanica, mentre la pasta legno nello strato intermedio dà un maggiore volume al cartoncino.

2.1 CONSIDERAZIONI SULLE MATERIE PRIME

I tessuti vegetali come è noto, sono costituiti da fibre o cellule filiformi con le quali è possibile fabbricare in modo opportuno il foglio di carta.

Dal punto di vista teorico, tutti i vegetali in natura sono adatti ad essere trasformati in materia prima fibrosa, ma solo pochi di questi presentano la possibilità tecnica ed economica di un loro impiego.

Tra i vari elementi per i quali un vegetale può essere considerato fonte di materia prima fibrosa, sono da valutare il contenuto di cellulosa e la possibilità di estrarla facilmente.

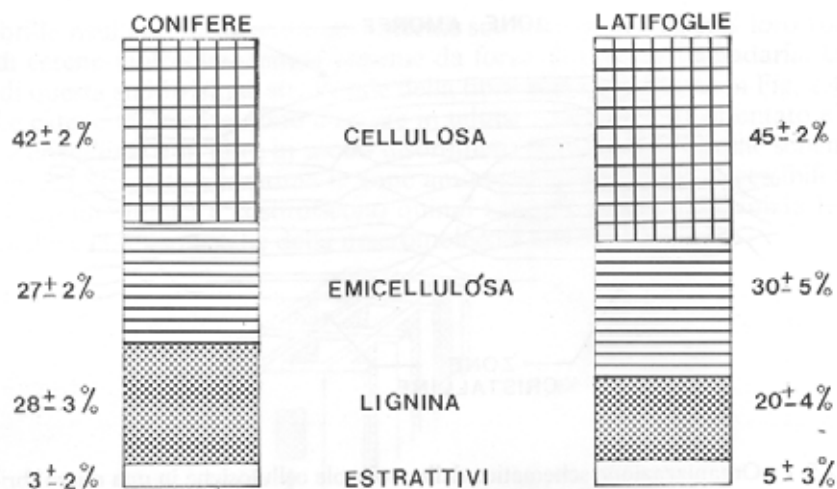
La differente attenzione dell'industria riservata al legno rispetto a tutti gli altri vegetali a corto ciclo vegetativo, dipende dal fatto che il primo deve la sua importanza allo sviluppo di tecnologie comuni per la trasformazione in pasta, a differenza di tutte le altre materie prime fibrose che richiedono interventi mirati e differenziati per ognuna di esse.

Il legno è materiale non omogeneo, molto complesso, sia per quanto riguarda la struttura botanica che per quanto riguarda la sua composizione chimica.

Quest'ultima è caratterizzata dalla presenza di composti ad alto peso molecolare (polimeri), quali la cellulosa, le emicellulose e la lignina insieme ad altri, quali gli estrattivi di natura organica ed inorganica.

La cellulosa, le emicellulose e la lignina vengono anche chiamate “componenti strutturali” del legno, poiché la loro quantità totale è nella maggioranza dei casi, dell'ordine del 90% rispetto all'intera massa legnosa.

La lignina, le emicellulose e la cellulosa sono presenti in tutti i legnami e le piante annuali, ma la loro quantità varia a seconda della specie e dell'età del vegetale.



2.2 LA CELLULOSA

La cellulosa è il composto principale della parete cellulare: è presente in tutti i legni in quantità pari mediamente a circa il 40-45%.

Dal punto di vista chimico è un carboidrato complesso la cui struttura, molto simile a quella dell'amido, dà, per idrolisi acida, un solo zucchero: il GLUCOSIO.

Si tratta pertanto di un polimero naturale, costituito da una catena molecolare di notevole lunghezza, formata da numerose unità di glucosio, unite le une alle altre in maniera lineare, mediante il legame 1-4 beta glucosidico.

2.3 LE EMICELLULOSE

In contrapposizione alla cellulosa, la cui molecola lineare è formata da unità di solo glucosio, le emicellulose sono invece costituite da molecole di zuccheri differenti; inoltre hanno una struttura ramificata e non fibrosa.

Queste, come la cellulosa e la lignina, sono incorporate allo stato amorfo, nella parete cellulare delle fibre e sono aggregate alla cellulosa dalla quale possono essere separate parzialmente in condizioni opportune, per azione delle basi e degli acidi.

La caratteristica principale delle emicellulose è la loro facile idratabilità, quando vengono a contatto dell'acqua; inoltre esse sono responsabili di numerose proprietà delle fibre, proprietà derivanti dalla loro struttura chimica.

Due azioni quali: IMBIZIONE e RIGONFIAMENTO, determinano una lubrificazione degli strati interni della fibra, aumentandone la flessibilità.

Con il rigonfiamento aumenta il volume specifico e l'area di legame tra le varie fibre che si ripercuote positivamente sulle prestazioni del foglio.

Altro aspetto è il comportamento delle emicellulose nei riguardi della disidratazione ossia durante l'azione di essiccamento delle paste o delle carte. L'allontanamento dell'acqua provoca nelle fibre la perdita di elasticità e una minore sensibilità all'idratazione, qualora venissero nuovamente in contatto con l'acqua.

2.4 LA LIGNINA

Anche la lignina, al pari della cellulosa e delle emicellulose, è un polimero la cui molecola, molto complessa e a struttura tridimensionale, è formata da una sola unità, il FENILPROPANO, ripetuta numerosissime volte.

Essa svolge in tutti i vegetali la funzione di legare e cementare tra loro le fibre per conferire ed esaltare la compattezza e la resistenza della pianta.

La lignina è conosciuta anche come materiale incrostante, poiché ricopre le fibre come la crosta ricopre una ferita; da ciò deriva il termine di DISINCROSTAZIONE usato per indicare il processo di cottura o di delignificazione di un legno al fine di separare le fibre.

Pertanto, i procedimenti di estrazione della cellulosa da un vegetale richiedono un attacco della lignina per disgregarne la molecola e allontanarne i frammenti mediante dissoluzione.

La lignina è caratterizzata da una elevata resistenza agli acidi forti, mentre è molto sensibile agli agenti ossidanti e solforati quali i solfiti e i bisolfiti.

2.5 GLI ESTRATTIVI

In moltissimi vegetali è sempre presente una categoria di sostanze, principalmente di natura organica, cui si attribuisce la denominazione di MATERIALE ESTRANEO o ESTRATTIVI.

Le loro quantità sono variabili anche nell'ambito della stessa specie e possono arrivare anche a valori del 30% e più, specialmente nelle piante secolari.

Tra gli estrattivi vengono inclusi anche i composti di natura inorganica, quali i sali dei metalli alcalini e alcalinoterrosi (calcio, magnesio,...) rappresentati principalmente da silicati; questi ultimi però non vengono determinati sotto forma di ossidi mediante estrazione, ma solo dopo combustione della materia organica (CENERI).

2.6 LA DIMENSIONE DELLE FIBRE

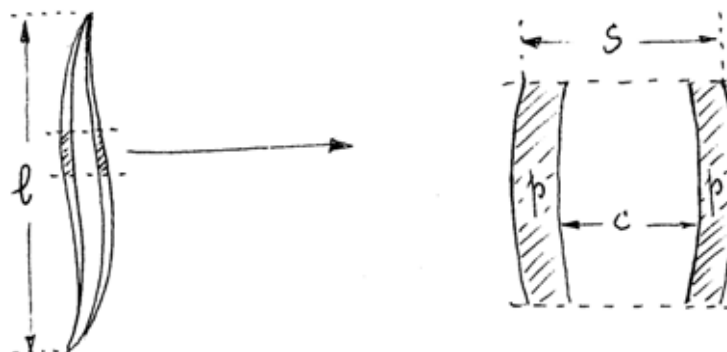
Per quanto riguarda le dimensioni, in una fibra si prende in considerazione la lunghezza l (in mm), il diametro o la larghezza della fibra s (in μm), lo spessore della parete cellulare p (in μm), la larghezza o diametro del lume c (in μm).

L'industria cartaria suddivide genericamente le fibre in lunghe e corte, mentre il botanico fa una distinzione più accurata, in funzione della loro effettiva lunghezza:

FIBRE LUNGHE: 2.5/4 mm. Lunghezza tipica delle tracheiti

FIBRE MEDIE: da 1 a 2 mm. Lunghezza media tipica delle fibre di latifolia

FIBRE CORTE: da 0.1 a 1 mm. Lunghezza media tipica delle fibre di alcune latifoglie, di piante annuali o dei loro residui vegetali.



Mettendo in relazione tra loro le dimensioni ottenute mediante l'analisi microscopica, si riesce a stabilire il comportamento e l'idoneità cartaria di una fibra.

Gli indici più comuni che permettono di fare tali valutazioni sono:

INDICE DI FELTRABILITÀ $F = l/s$ (lacerazione, doppie pieghe)

INDICE DI FLESSIBILITÀ

O INDICE DI RUNKEL $R = 2p/c$ (trazione e scoppio)

L'indice di feltrabilità indica l'idoneità di una fibra a produrre carta; l'esperienza ha dimostrato che il valore minimo del rapporto tra lunghezza e larghezza della fibra non può andare al di sotto di 50 per poter fabbricare carta. Anzi, più è alto tale valore, migliore è la formazione del foglio.

F è in relazione alla lacerazione e alle doppie pieghe.

L'indice di Runkel invece, correlando lo spessore della parete cellulare con la larghezza del lume della fibra, indica quanto essa sia flessibile e quindi dà una misura della capacità delle fibre a legarsi tra di loro; esso è in relazione alle caratteristiche di resistenza alla trazione e allo scoppio del foglio di carta.

A seconda dei valori delle dimensioni interessate alla determinazione di R, l'indice di Runkel assume i seguenti significati:

$$R = 2p/c \leq 0,25$$

La fibra è molto flessibile, morbida; presenta la capacità di collassarsi facilmente. Tali fatti rappresentano la condizione ottimale per la fabbricazione della carta, il valore del rapporto indica che il lume c è molto ampio rispetto allo spessore delle pareti.

Caso A

$$R = 2p/c > 0,25 \text{ e } \leq 0,5$$

La fibra risulta meno flessibile del caso precedente; dà ancora buoni risultati nella fabbricazione della carta. Il valore del rapporto sta a indicare che, a parità di diametro della fibra, lo spessore delle pareti è aumentato e di conseguenza è diminuita la larghezza del lume.

Caso B.

$$R = 2p/c > 0,5 \text{ e } \leq 1$$

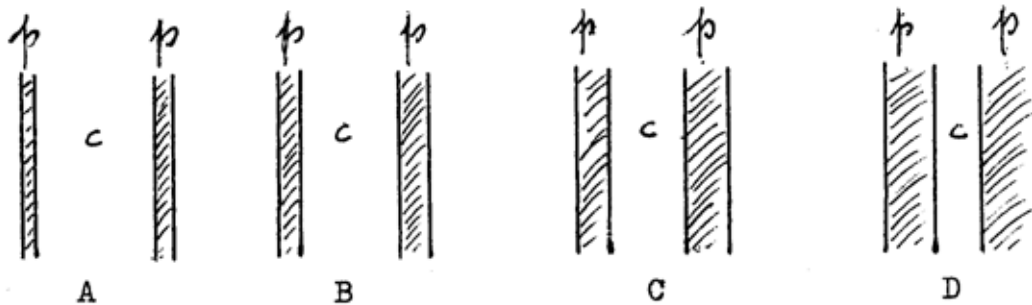
La fibra comincia ad essere meno flessibile e morbida di quanto descritto in precedenza; presenta cioè caratteristiche meccaniche modeste. Il valore del rapporto indica che, essendo ulteriormente aumentato lo spessore delle pareti rispetto al caso precedente, è diminuita di conseguenza la sezione del lume.

Caso C.

$$R = 2p/c > 1$$

Il valore del rapporto indica chiaramente che la larghezza del lume è diminuita fortemente mentre le pareti si sono ispessite; pertanto le fibre sono rigide e non hanno nessuna tendenza a fare carta.

Caso D.



In conclusione, quindi, una fibra è idonea alla fabbricazione della carta, quando presenta un Indice di Feltrabilità superiore a 50 e un Indice di Runkel inferiore a 1.

A titolo di esempio, nella tabella seguente sono riportate le dimensioni di alcune fibre di differenti vegetali, nonché gli indici di idoneità cartaria.

INDICI DI FELTRABILITÀ E DI RUNKEL

	l	s	l/s	p	2p/c
	<i>mm</i>	<i>ηm</i>	<i>F</i>	<i>ηm</i>	<i>R</i>
<u>CONIFERE</u>					
Douglas fir (Abete)	4,0	44	91	7	0,46
Balsam fir	3,5	29	120	2	0,16
Loblolly Pine	4,0	43	93		
Abete rosso	3,5	36	97	6	0,50
Pinus radiata	2,9	37	78	6	0,49
<u>LATIFOGIE</u>					
Faggio	1,3	26	50	5,2	0,66
Betulla	1,1	20	55	1,9	0,23
Eucalipto	1,0	29	52	5,9	0,68
Pioppo	1,1	21	52	4,3	0,69

2.7 IL MATERIALE LEGNOSO

I legni impiegati nella produzione della pasta meccanica devono possedere requisiti particolari fra i quali la loro COLORAZIONE e il valore di DENSITÀ BASALE.

La DENSITÀ BASALE è una grandezza introdotta e usata, in particolare, dall'industria cartaria; essa trae origine dal fatto che la determinazione della densità classica di un corpo (rapporto fra massa e volume), nel caso del legno crea non pochi problemi a causa della variazione del suo volume in funzione dell'umidità.

Tra le conifere, l'abete è la pianta d'elezione che possiede tutti i requisiti per dare una pasta meccanica di elevato livello qualitativo; anche molti pini, pur con qualche eccezione, potrebbero rientrare in questa categoria, ma la presenza di abbondanti quantità di resine ne sconsigliano o ne limitano l'impiego, per gli inconvenienti tipici di questo genere di estrattivi.

Per quanto riguarda la densità basale, sono preferiti tutti quei legni che hanno un valore compreso tra 300 e 450 kg/m³, quali quelli delle conifere, in linea generale; per questi valori, le latifoglie dovrebbero essere escluse dal processo di sfibratura, poiché notoriamente presentano una densità basale più alta di quella delle conifere. Fa però

eccezione il legno dei pioppi e qualche altra specie che presenta valori di densità basale in linea con i valori sopra menzionati.

I legni comunemente utilizzati per produrre pasta legno sono:

CONIFERE: Abeti (tutte le varietà), Pini (alcune varietà quali: lo strobilus, il banksiana, il contorta, il ponderosa), la Tsuga, i Larici,...

LATIFOGIE: Pioppi (tutte le varietà), Liriodendri, Salici e Betulle.

2.8 CARATTERISTICHE E IMPIEGHI DELLE PASTE MECCANICHE

Le paste meccaniche o paste legno, sia che siano state prodotte con la mola o con il raffinatore a disco, presentano le caratteristiche, nonché gli impieghi sotto riportati:

CARATTERISTICHE

- Basso prezzo
- Elevata opacità
- Ottimo potere assorbente
- Carente resistenza meccanica
- Morbidezza e Sofficità
- Sensibilità alla luce e al Calore
- Tendenza all'invecchiamento

IMPIEGHI

- Carte da stampa e da scrivere andanti
- Carte sanitarie
- Carte per sacchetti
- Copertine e cartoni di vario genere

2.9 PASTA CHEMI-MECCANICA (CMP)

Le paste chemi-meccaniche presentano caratteristiche meccaniche di valore trascurabile, dovute sia alla natura ancora legnosa del materiale, sia al danneggiamento subi-

to dalle fibre durante il violento attrito della mola, o dall'impatto del raffinatore sul legno.

Una parziale attenuazione del danno arrecato alla pasta, inizialmente, era ottenuto ricorrendo all'impiego di reattivi: la finalità dell'intervento era quella di modificare la struttura della lignina affinché si attenuasse o si rendesse meno violenta l'azione meccanica di sfibratura del legno.

Con tali accorgimenti si è operato a partire dal 1945, utilizzando tronchi interi di pioppo con umidità di circa il 30%.

La sfibratura con la mola veniva quindi preceduta da un trattamento dell'intero tronco con soluzioni di reattivi che, data la massa del materiale, richiedeva degli interventi supplementari per agevolare l'impregnazione (cioè favorire la penetrazione del reattivo nei punti più interni del tronco).

Essi consistevano nel caricamento dei tronchi in bollitori sferici nei quali, dopo aver creato un vuoto spinto, si immetteva il liscivio (assorbimento per effetto spugna) e si riportava il sistema alla pressione di 10 atmosfere, per un tempo di circa un'ora.

Il successivo riscaldamento provocava le modiche trasformazioni della lignina.

Con l'introduzione dopo il 1960 degli sfibratori a disco, fu più conveniente sottoporre all'impregnazione non più i tronchi ma i chips, le cui dimensioni notevolmente ridotte consentivano una più semplice e più efficace imbibizione degli stessi con il reattivo.

Pertanto le paste CMP incontrarono maggiori consensi in virtù della semplificazione del processo e delle condizioni operative più accettabili di quelle riservate ai tronchi.

2.10 PASTE CHIMICHE

L'impiego di energia chimica costituisce indubbiamente il metodo più razionale per ridurre il legno in fibre singole in quanto consente un attacco selettivo di quei componenti chimici della materia prima (in particolare la lignina) che sono presenti in modo preponderante nelle zone che "cementano" le fibre le une con le altre. L'azione selettiva degli agenti chimici sul materiale intercellulare porta, come effetto finale, a una perdita così sostanziale della compattezza originaria del legno che le fibre si separano singolarmente senza danno alcuno alla loro integrità fisica. Le paste ottenute con processi di questo tipo si chiamano *paste chimiche* (impropriamente è diffuso l'impiego

del termine *cellulose*) appunto perché l'energia chimica è quella che ne ha determinato, fondamentale, l'ottenimento.

I reattivi impiegati in questi processi, oltre a esercitare un'efficace azione di dissoluzione della lignina presente nella fibra, portano inevitabilmente a perdite notevoli di cellulosa ed emicellulose, componenti che sarebbe invece opportuno preservare in massimo grado per ragioni sia economiche sia qualitative. Di conseguenza le rese di questi processi sono piuttosto basse e comportano la perdita della metà circa del materiale secco di partenza.

Esiste la possibilità tecnica di utilizzare trattamenti chimici estremamente selettivi e tali da agire esclusivamente sulla lignina, che determinerebbero di conseguenza rendimenti molto più elevati di quelli attuali. Purtroppo i reattivi da impiegare e i procedimenti da utilizzare comportano costi così elevati da rendere questa possibilità del tutto impraticabile allo stato presente.

Nelle operazioni industriali non si arriva mai a una dissoluzione totale della lignina presente in quanto ciò comporterebbe perdite notevoli di cellulosa ed emicellulose, oltre che un indebolimento dello scheletro cellulosico. Infatti la lignina, sebbene sia concentrata prevalentemente nella lamella mediana in stretta associazione con una parte delle emicellulose, è anche localizzata parete secondaria della fibra, da dove è difficile rimuoverla in modo quantitativo senza influire negativamente sui polisaccaridi circostanti. Inoltre i carboidrati a basso peso molecolare (emicellulose) presentano un certo grado di solubilità nei reattivi di cottura nelle condizioni necessarie per realizzare la dissoluzione della lignina. D'altra parte la sua rimozione completa nel processo di cottura non è necessaria sia perché in molti tipi di carte e cartoni si possono impiegare paste chimiche allo stato greggio, sia perché il risultato può esser conseguito con processi di imbianchimento (paste bianchite), che consentono trattamenti molto più selettivi e molto più blandi con il risultato di conservare la resa e limitare di molto la degradazione della struttura fibrosa.

Le paste chimiche vengono così ottenute mediante cottura del legno con idonei reattivi in autoclavi (bollitori) che possono essere di tipo continuo o discontinuo, controllando attentamente le condizioni di temperatura, pressione e durata del processo.

I tronchi, privati della corteccia, sono ridotti in schegge (*chip*) lunghe 1.5÷1.8 cm, larghe 3÷4 cm e spesse 3÷6 mm, in modo che la soluzione dei reattivi possa penetrare completamente e uniformemente entro la fibra in un tempo relativamente breve. I chip vengono poi caricati in bollitori di capacità fino a 300m³ con introduzione successiva dei reattivi in soluzione e il tutto viene riscaldato con vapore diretto o indiretto secondo una predeterminata curva di cottura. Al termine di questa operazione il liscivio e-

sausto e i chip cotti vengono scaricati, ancora in leggera pressione, dal bollitore in un diffusore il che provoca già un effetto di separazione in fibre singole.

Dopo l'allontanamento del liscivio presente, la pasta greggia ottenuta viene lavata in più stadi e passata in sospensione acquosa attraverso macchine che asportano i frammenti grossolani non cotti (separanodi) e poi attraverso assortitori, per rimuovere i fascetti fibrosi non completamente aperti dalla cottura. Alla fine, prima di essere avviata alla sbianca o all'utilizzo, la pasta viene pompata, in sospensione acquosa molto diluita, attraverso epuratori a ciclone che la purificano da inquinanti residui tipo sabbia e resti di corteccia.

I procedimenti usati per produrre paste chimiche si dividono in due gruppi: processi acidi e processi alcalini.

2.11 PROCESSO AL SOLFITO ACIDO

Il reattivo impiegato in questo processo è l'anidride solforosa in soluzione acquosa che viene parzialmente neutralizzata dalla presenza di una base (calcio, magnesio, sodio oppure ammonio), avendo cura che sia sempre presente un forte eccesso di acido solforoso rispetto al solfito stechiometrico.

Il processo al solfito acido è stato brevettato da Tilghman negli USA nel 1866 e introdotto in Europa da Ekman nel 1884.

La reazione fondamentale, che consente la trasformazione della lignina da polimero reticolato insolubile a solubile, consiste nel fatto che l'anidride solforosa reagisce con la lignina trasformandola in acido ligninsolfonico che viene immediatamente neutralizzato dalla base presente. Il sale formatosi diventa solubile nelle condizioni di acidità del liscivio di cottura, mentre all'aumentare del suo pH la reazione di solubilizzazione subirebbe rallentamenti progressivi cui si potrebbe ovviare innalzando la temperatura di cottura.

Inizialmente la base impiegata per la neutralizzazione era il calcio, che però è stato sostituito successivamente con basi più solubili in ragione di una migliore conduzione del processo e della possibilità di recuperare i reattivi con abbattimento conseguente dell'inquinamento idrico.

La conduzione della cottura presenta aspetti piuttosto critici per cui inizialmente si ricorreva a temperature relativamente basse ($125^{\circ}\text{C} \div 135^{\circ}\text{C}$) con tempi molto lunghi (fino a 20 ore) che furono successivamente ridotti innalzando la temperatura fino a $150^{\circ}\text{C} \div 160^{\circ}\text{C}$.

Le numerose variabili in gioco rendono questo processo estremamente versatile, consentendo di ottenere una grande varietà di paste, da quelle ad alta resistenza a quelle dotate di maggior sofficità per finire addirittura alle paste molto pure per la produzione di derivati cellulosici. Inoltre il processo al solfito è caratterizzato da altri aspetti favorevoli come l'ottenimento di paste chiare (utilizzabili, per esempio, allo stato greggio in certi tipi di carte per scrivere e stampa), facilmente raffinabili e suscettibili di essere facilmente bianchite a elevati livelli di bianco.

A questi aspetti favorevoli si contrappongono svantaggi notevoli come la non idoneità a molti tipi di legno (risultati ottimi con conifere a basso contenuto di resine ma grandi difficoltà con i legni resinosi; nel caso poi delle latifoglie incapacità di ottenere paste dotate di resistenze soddisfacenti), difficoltà nel recupero dei reattivi, cicli di cottura piuttosto lunghi.

Nella tabella sottostante vengono messe a confronto le principali caratteristiche dei processi kraft e al solfito:

	Processo kraft	Processo al solfito
Resa di cottura (a pari delignificazione)		più elevata
Grado di bianco della pasta greggia		molto più alto
Versatilità rispetto al legno utilizzabile	molto più ampia	
Impiego reattivi per l'imbianchimento	maggiore	
Comportamento alla raffinazione		più veloce
Proprietà di resistenza	più elevate	
Voluminosità della carta	maggiore	
Stabilità dimensionale	migliore	

Per acquisire un livello di bianco accettabile dall'utilizzatore, si deve procedere alla rimozione e quindi all'allontanamento oppure alla trasformazione dei composti colorati; ciò può essere eseguito mediante due procedimenti operativi a seconda del tipo di pasta da trattare.

Essi sono:

- A. Imbianchimento della pasta per ulteriore modifica e allontanamento dei residui della lignina colorata.
- B. Imbianchimento della pasta per ulteriore modifica fino a decolorazione dei residui della lignina senza allontanarli.

Il procedimento A consiste nella rimozione dei residui colorati della lignina dalle paste mediante loro ossidazione ad opera di reattivi quali il CLORO, l'IPOCLORITO di SODIO o di CALCIO, il BLOSSIDO di CLORO, l'OSSIGENO e l'OZONO.

Il procedimento B basato sulla decolorazione del materiale colorato viene eseguito per mezzo di IDROSOLFITI o con i PEROSSIDI, la cui blanda azione riducente o ossidante provoca sui residui della lignina solo la modifica (decolorazione) senza ulteriore degradazione della struttura molecolare.

2.12 CONSIDERAZIONI SULL'IMBIANCHIMENTO

È bene ricordare che l'allontanamento della lignina mediante sua degradazione e solubilizzazione, può essere effettuato più selettivamente con i reattivi di imbianchimento (menzionati nel procedimento A) piuttosto che con i procedimenti di delignificazione classici; poiché, però, l'uso dei reattivi di imbianchimento risulta più costoso dato il livello di lignina presente, si preferisce una rimozione mista, come avviene attualmente, mediante la cottura che viene ultimata con l'imbianchimento. Ovviamente con questo modo di procedere l'azione di delignificazione per imbianchimento avviene principalmente sui residui della lignina.

Esistono sostanziali differenze fra l'intensità di colore delle paste gregge, come nel caso delle paste kraft e quelle al solfito, il cui imbianchimento presenta un differente livello di difficoltà. Per le paste al solfato queste sono notevoli e richiedono laboriosi trattamenti e quantitativi di reattivi maggiori di quelli richiesti e normalmente necessari alle paste acide.

3. PREPARAZIONE IMPASTI

Nel caso della produzione del cartoncino bilucido, abbiamo un prodotto composto da tre strati:

Copertina

Intermedio

Retro

Per ogni strato abbiamo una linea di preparazione impasti, anche se le linee di preparazione per la copertina e il retro sono uguali. Poiché la materia prima in questione è la cellulosa, lo scopo principale di queste linee è la raffinazione dell'impasto, per poter ottenere le caratteristiche volute.

La linea di preparazione impasti dell'intermedio, dato che utilizza la pasta legno, ha una epurazione abbastanza spinta per eliminare le possibili impurità presenti.

3.1 PULPER

I pulpers a bassa densità lavorano ad una consistenza media del 4-6% e sono indicati per il trattamento del cartone e della cellulosa vergine. Possono lavorare sia in continuo che a fasi (batch). Apertura della fibra e spappolamento sono eccellenti. L'eliminazione dei contaminanti pesanti avviene tramite la trappola scarti posizionata nella parte inferiore della vasca, mentre la rimozione di quelli leggeri si realizza grazie all'utilizzo di sistema ausiliari (es. lavaggi).

3.2 EPURATORI AD ALTA DENSITÀ

I depuratori ad alta densità sono usati per l'eliminazione in continuo dei contaminanti grossolani quali sassolini, pezzi di legno, fili e pezzi metallici, ecc. da sospensioni fibrose di cartaccia o cellulosa a densità comprese tra il 3 e il 6%.

Oltre a separare tali contaminanti i depuratori ad alta densità hanno la funzione di proteggere le macchine successive della linea.

Le sospensioni di pasta passano attraverso un'entrata tangenziale nell'epuratore, che ne aumenta la velocità e imprime un movimento rotatorio.

Le impurità, che hanno peso specifico maggiore vanno per forza centrifuga verso il fondo dove si raccolgono nella cassa raccolta scarti che può essere di tipo manuale o automatico, l'accettato risale e fuoriesce dalla bocca di uscita.

3.3 LA RAFFINAZIONE

Senza un idoneo trattamento meccanico, le fibre cellulosiche non sono idonee, nello stato in cui vengono prodotte, per la fabbricazione di un accettabile foglio di carta. Infatti un foglio così composto risulterebbe insoddisfacente in termini sia di proprietà fisiche sia di aspetto allorché osservato in trasparenza (“spera”): esso sarebbe caratterizzato da elevata voluminosità, da bassi valori delle proprietà meccaniche, da superficie irregolare, da struttura “aperta” e da spera molto disuniforme. Tutti questi aspetti sono inaccettabili per un normale foglio di carta per cui occorre procedere a modifiche della fibra tali che il foglio risultante abbia caratteristiche adeguate agli impieghi previsti. Queste modifiche si ottengono sottoponendo le fibre a un trattamento meccanico in presenza d'acqua che viene chiamato RAFFINAZIONE.

La raffinazione viene effettuata sottoponendo la fibra in sospensione acquosa, a una concentrazione variante dal 2.5-3% al 10% e oltre, a un trattamento meccanico dovuto al moto relativo di due organi (rotore e statore) muniti di lame, generalmente in metallo, a forma di barre con sezione quadrangolare che si affacciano le une contro le altre.

Le lame del rotore si muovono rispetto a quelle dello statore a distanza molto ravvicinata, ma non a contatto, trascinando la sospensione fibrosa presente nella cavità tra una lama e l'altra e obbligando le fibre a passare negli esigui spazi esistenti tra le due serie opposte di lame. Questa distanza tra le lame può essere variata: con l'avvicinamento tra rotore e statore aumenta la potenza applicata e l'intensità della raffinazione.

In questo passaggio tra le lame le fibre in sospensione acquosa vengono sottoposte a elevate sollecitazioni di compressione, frizione e taglio, che determinano importanti modifiche alla loro struttura fisica.

Lo scopo di questo trattamento meccanico delle fibre è perciò quello di impartire solidità al foglio prodotto, provocando nel contempo anche miglioramenti di carattere estetico (spera) e di prestazione.

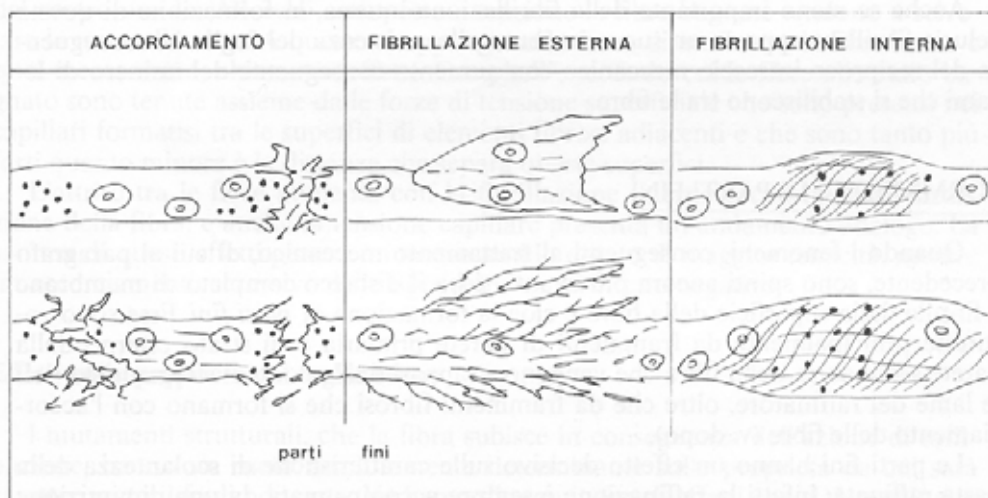
È universalmente accettato che la raffinazione rappresenta il processo fondamentale più importante nella fabbricazione della maggior parte delle carte: ogni tipo di carta, in dipendenza del suo impiego, deve possedere caratteristiche particolari che possono esser realizzate, oltre che con una scelta opportuna delle fibre, solamente se le fibre impiegate hanno subito un adeguato trattamento di raffinazione. Le caratteristiche cartarie del foglio ottenuto dipendono essenzialmente dalle condizioni che sono state adottate per la raffinazione delle fibre che lo costituiscono.

Oltre a migliorare genericamente le proprietà di resistenza del foglio, la raffinazione delle fibre provoca variazioni significative anche su altre importanti proprietà della carta come: densità apparente (voluminosità), opacità, porosità, stabilità dimensionale, assorbimento di liquidi etc., oltre a influire sulla ritenzione delle cariche e sulla resa di collanti, coloranti, resine etc..

3.4 EFFETTI SULLA FIBRA

In conseguenza del trattamento meccanico la fibra raffinata risulta strutturalmente diversa dalla fibra originale. Qualsiasi trattamento di raffinazione provoca sulla fibra i seguenti effetti (vedi schematizzazione nella tabella sottostante), che possono verificarsi in misura relativamente più o meno intensa in dipendenza delle condizioni adottate nel trattamento:

- a) fibrillazione interna
- b) fibrillazione esterna
- c) formazione di parti fini
- d) accorciamento delle fibre.



Si tratta dell'effetto più importante che la raffinazione provoca sulla fibra: esso comprende tutte quelle modifiche che avvengono nell'interno della parete fibrosa determinando l'allentamento, l'apertura o lo snervamento della sua struttura fisica.

Quando la fibra in sospensione acquosa viene sottoposta all'azione del raffinatore, essa subisce una serie ripetuta di sollecitazioni meccaniche di flessione e schiacciamento che si ripercuotono sulla struttura fisica della parete fibrosa.

Si verifica così una rottura dei legami idrogeno esistenti nell'interno della parete fibrosa che vengono sostituiti con legami idrogeno tra fibra e acqua. Questo significa che avviene una separazione tra le microfibrille, tra le fibrille e tra gli strati lamellari coassiali in cui è strutturata la parete della fibra. Il risultato è un allentamento e un'apertura della struttura che consente alla fibra di rigonfiare per l'aumentata capacità di imbibire acqua: la fibra perde quindi la sua rigidità originaria, diventa più flessibile, plastica e conformabile creando i presupposti per la formazione di aree molto ampie su cui possono stabilirsi legami tra fibra e fibra.

È indubbio che questo sia l'effetto più importante della raffinazione perché è quello che ha la responsabilità principale nell'ottenimento di un foglio compatto e robusto.

3.4.1 FIBRILLAZIONE ESTERNA

Le continue azioni di sfregamento, che vengono provocate sulle fibre nel loro passaggio tra le lame ravvicinate del raffinatore, fanno sì che la superficie della fibra subisca inevitabili danneggiamenti che si manifestano nella creazione di parti della fibra che sporgono dalla sua superficie. Il materiale strappato dalla superficie della fibra, ma ancora attaccato ad essa per la base, si presenta sotto forma di membrane e filamenti.

Anche se meno importante della fibrillazione interna, la formazione di questa peluria fibrillare apporta un suo contributo alla resistenza del foglio in conseguenza del reciproco intreccio meccanico con aumento conseguente del numero di legami che si stabiliscono tra le fibre.

3.4.2 FORMAZIONE DI PARTI FINI

Quando i fenomeni, conseguenti al trattamento meccanico, sono spinti ancora più avanti, si ha il distacco completo di membrane e fibrille dalla superficie della fibra e cioè la formazione di *parti fini*. Esse sono costituite principalmente da frammenti di parete primaria e di strato esterno della parete secondaria della fibra che vengono strappati dall'azione di sfregamento delle lame del raffinatore, oltre che da frammenti fibrosi che si formano con l'accorciamento delle fibre.

Le parti fini hanno un effetto decisivo sulle caratteristiche di scolantezza della pasta raffinata: infatti la raffinazione è sempre accompagnata da una diminuzione progressiva di scolantezza che è dovuta principalmente alla formazione crescente di parti fini.

3.4.3 ACCORCIAMENTO DELLE FIBRE

Trattandosi di un trattamento meccanico, che per sua natura non è selettivo nelle sue modalità di azione sulla fibra, la raffinazione determina inevitabilmente accorciamenti più o meno spinti delle fibre. Se si prescinde da alcuni aspetti favorevoli, connessi col miglioramento della sfera del foglio, questi effetti devono considerarsi complessivamente negativi nei riguardi delle proprietà meccaniche del foglio.

La lunghezza della fibra riveste un'importanza primaria soprattutto nei riguardi della resistenza della carta alla lacerazione ed anche alla piegatura, mentre il suo contributo alle altre proprietà meccaniche ha una rilevanza minore.

4. MATERIE PRIME NON FIBROSE

Il numero di legami tra le fibre e quindi le resistenze meccaniche possono essere aumentate mediante la raffinazione della pasta e con l'aggiunta di prodotti che agiscono da leganti, realizzando legami con la stessa cellulosa o alternativamente fra loro stessi. Uno di questi prodotti è l'amido aggiunto in impasto sotto forma di salda, ottenuta mediante cottura in cuocitori continui ad una concentrazione massima del 12%.

Generalmente la percentuale di amido in impasto raggiunge valori massimi del 1.5% (sull'impasto) poiché con percentuali più elevate si ha una perdita notevole di amido nelle acque del sottotela in quanto non più ritenuto dalle fibre.

Al fine di ottenere una buona ritenzione sulla fibra, l'amido deve essere precedentemente modificato, in fase di produzione, aggiungendogli gruppi cationici che permettono un'affinità elettrostatica con il contesto fibroso caricato negativamente e realizzando in tal modo anche una considerevole azione di ritenzione.

L'amido può essere aggiunto in prossimità della cassa di afflusso quando si vogliono ottenere benefici effetti sulla ritenzione e formazione, mentre lontano dalla cassa di afflusso quando si vogliono privilegiare le caratteristiche meccaniche.

4.1 LA RITENZIONE DELL'IMPASTO

Una volta che la sospensione fibrosa raggiunge la tavola piana essa comincia a drenare l'acqua spontaneamente e se non è presente un adeguato programma di ritenzione si ha un accumulo di elementi fini nel sistema delle acque del sottotela, il quale influisce negativamente sulle prestazioni della macchina e degli epuratori.

I fini sono incorporati nel foglio grazie a due sistemi:

- a) intrappolamento meccanico
- b) aggregazione colloidale.

Su questi due fattori influiscono la grammatura, la velocità della continua, la consistenza in cassa d'afflusso, il contenuto di cariche e la formulazione dell'impasto. Con il solo intrappolamento meccanico noi perderemmo moltissimi fini in quanto le aperture della tela sono più grandi dei fini. L'industria della carta si è concentrata pertanto sullo studio dell'aggregazione colloidale, che porta alla formazione di fiocchi compo-

sti di soli fini, e di fibre e fini. Ricordo che se i fini dell'impasto vengono ritenuti sulla tavola piana lo stesso vale per le cariche.

Un fenomeno indesiderato è la flocculazione tra fibre, mentre è desiderata tra fini e fibre, si cerca, inoltre, di evitare la flocculazione di soli fini per ottenere così una buona distribuzione di questi nell'impasto. Infatti un fiocco formato da fini viene intrappolato meccanicamente dalla tela formando uno strato vicino ad essa ed originando fenomeni di doppio viso.

Gli additivi chimici utilizzati per l'aggregazione tra le particelle sono classificati come additivi di processo, e sono in grado di influenzare direttamente le proprietà della carta; sono dei polimeri che hanno gruppi ionici nella loro struttura molecolare, e questi sono responsabili della formazione dei fiocchi.

4.2 LE CARICHE IN MASSA

Le materie di carica più comunemente usate dall'industria cartaria sono sostanze inorganiche; la maggior parte di esse sono prodotti naturali più o meno raffinati, ed alcuni sono prodotti dell'industria chimica.

L'utilizzo di sostanze minerali in polvere per "caricare" la carta, erroneamente considerato un tempo solo come un modo semplice per ridurre il costo, è oggi giustamente riconosciuto come un metodo valido per ottenere dei miglioramenti importanti nelle caratteristiche del manufatto.

La quantità di materia di carica da impiegare dipende dalla "ritenzione" (kilogrammi di carica presente nella carta per kilogrammo di carica aggiunta) ottenuta durante la fabbricazione ma anche dall'entità della raffinazione, dalla grammatura e dal tipo di ritentivo impiegato.

Le più importanti caratteristiche che una carica ideale dovrebbe avere sono elencate qui di seguito, non necessariamente in ordine di importanza:

- elevato indice di rifrazione;
- elevato fattore di riflettanza diffusa nel blu (grado di bianco ISO);
- dimensioni delle particelle non minore di 0.3 μm (circa metà della lunghezza d'onda della luce visibile);
- bassa massa volumica;
- insolubilità ed inerzia chimica;
- assenza di particelle grossolane ed abrasive;
- costo non elevato.

Poiché nessuna carica possiede contemporaneamente tutte queste qualità in modo ottimale, la scelta del materiale sarà effettuata in base ai risultati da ottenere.

L'indice di rifrazione, che è determinato dalla costituzione chimica e dalla disposizione degli atomi nel reticolo del cristallo, è uno dei parametri fondamentali che contribuisce all'opacità della carta. La luce entrando nel cristallo diminuisce la sua velocità ed è deviata o rifratta dal suo percorso; la luce rifratta è in gran parte rinviata indietro all'interno del cristallo ed è riflessa piuttosto che trasmessa.

Un impiego non appropriato delle cariche può causare alcuni difetti:

- diminuzione della rigidità e delle resistenze meccaniche per quantità troppo elevate (in quanto le particelle interferiscono nella formazione dei legami tra le fibre);
- diminuzione del grado di collatura (perché le materie di carica assorbono una parte della materia collante sottraendola alle fibre);
- spolvero (per quantità troppo elevate);
- usura prematura o incisione della forma stampante (per la durezza della materia di carica in quanto tale o delle impurezze in essa contenute).

4.3 CARBONATO DI CALCIO

Questa carica viene generalmente suddivisa in due gruppi, quello naturale derivato da calcare o marmo (finemente macinato a secco e ventilato); e quello sintetico ottenuto per precipitazione (trattando una sospensione di calce idrata con anidride carbonica, o facendo reagire cloruro di calcio con un carbonato solubile). Il carbonato di calcio precipitato è solitamente assai più fine ed uniforme di quello naturale, ed anche più costoso.

Negli ultimi anni, si è riusciti ad ottenere del carbonato naturale di finezza e caratteristiche comparabile a quello precipitato, mediante un trattamento di macinazione ad umido. Questo prodotto, pur più caro di quello tradizionale naturale macinato a secco, è meno costoso di quello precipitato, e lo ha praticamente rimpiazzato.

La massa volumica di questa carica varia da 2.65 a 2.72 ed il suo indice di rifrazione da 1.59 a 1.66, a seconda della forma cristallina.

Rispetto al caolino, il carbonato di calcio impartisce alla carta una maggiore opacità, un miglior fattore di riflettanza diffusa nel blu, un minor lucido ed una minore tendenza all'iscurimento per effetto della calandratura, ed una maggiore ricettività agli inchiostri per stampa.

Il carbonato di calcio ha assunto crescente importanza negli ultimi anni in concomitanza con i sistemi di collatura neutra o pseudo-neutra, che permettono di produrre carte ad elevata resistenza all'invecchiamento in quanto determinano la cosiddetta "riserva alcalina"; in passato invece il suo impiego era limitato a carte non collate, come carta per sigarette, carta bibbia,... per la sua instabilità nelle condizioni normalmente acide di cartiera a causa dell'impiego nella collatura del solfato di alluminio.

4.4 AMIDI

Gli amidi nativi e modificati sono materie prime largamente usate nell'industria della carta e appartengono a un gruppo di sostanze con proprietà collanti e leganti.

Altri prodotti di questo genere sono la caseina, la carbossimetilcellulosa, i lattici sintetici, le colle animali.

Gli amidi, per i vantaggi tecnici ed economici che offrono, sono i più largamente usati fra tutti questi prodotti.

Il potere legante e collante degli amidi viene sfruttato in tre modi diversi: possono legare le fibre della carta per aumentare la resistenza del foglio; possono essere applicati in superficie per migliorare la stampabilità della carta; possono incollare i pigmenti nella patinatura.

L'amido aggiunto all'impasto durante la fase di raffinazione agisce come legante delle fibre di cellulosa, migliorando la resistenza della carta finita e le caratteristiche di superficie.

Poiché la cellulosa ha carica negativa, l'amido usato in queste applicazioni è generalmente di tipo cationico, cioè ha una carica positiva e quindi forte attrazione per le fibre cellulosiche, aumentando la loro ritenzione sulla tela della continua.

4.4.1 L'AMIDO CATIONICO

L'aggiunta di amido che facciamo ha lo scopo di aumentare le caratteristiche meccaniche del foglio prodotto e per questo motivo, tale amido, deve avere un'affinità molto elevata nei confronti della fibra in modo da fissarsi su di essa e non disperdersi nelle acque.

L'amido subisce perciò un processo di "cationizzazione", vale a dire è chimicamente trattato in modo tale da inserire delle cariche positive nella sua struttura, le quali hanno lo scopo di reagire con le cariche negative presenti sulla superficie della fibra e

formare un legame fibra-amido più forte. L'amido, per lo stesso motivo per cui reagisce con le fibre, reagisce anche con le sostanze colloidali dell'impasto e quindi può accadere che la presenza di molte parti fini, per le quali l'amido ha maggior affinità che per le fibre, se queste non vengono trattenuti sulla tela si perda anche l'amido ad essi legato.

Quando il trattamento dell'impasto con l'amido è effettuato in maniera corretta la percentuale di amido cationico che si fissa alla fibra deve avere un valore superiore al 90%.

4.4.2 METODO SPRAY

Prima di passare ad altri argomenti desidero ricordare che in questi ultimi anni, si è riusciti a migliorare le caratteristiche del foglio con l'aggiunta di amido mediante la tecnologia spray. La dove l'installazione di una pressa collante è troppo onerosa o per investimenti o per seccheria troppo corta, la spray è un valido aiuto per produrre carte con buone caratteristiche fisico/meccaniche.

Si spruzza sulla tela di formazione o sui tamburi creatori una sospensione di amido alla concentrazione e pressione desiderata, i granuli di amido crudo sono così intrappolati nel contesto fibroso e successivamente gelatinizzati per azione del calore durante l'essiccamento del foglio in seccheria.

In altre parole si ottiene la gelatinizzazione dell'amido sfruttando la presenza di acqua del foglio in formazione e del calore della seccheria durante il relativo asciugamento.

L'amido gelatinizzato all'interno del contesto fibroso espleta quindi la sua funzione di collante e aumenta significativamente quelle caratteristiche fisico/meccaniche richieste dal cartario.

5. CIRCUITO DI TESTA MACCHINA

Le varie componenti fibrose, cioè pasta chimica, pasta meccanica, fogliacci di continua e le componenti non fibrose come materiale di carica, sono contenute in tine separate. Da queste tine vengono prelevate, normalmente in continuo, le quantità volute, nelle proporzioni richieste. Quest'operazione deve essere effettuata con la massima accuratezza; perciò la concentrazione di ciascuna pasta viene ulteriormente controllata e regolata.

Infine le paste vengono dosate con precisione mediante uno dei seguenti sistemi:
singole vaschette a livello costante in ognuna delle quali viene pompata la pasta con ritorno di troppo pieno alla tina relativa; il dosaggio avviene scaricando la portata di pasta necessaria attraverso un foro calibrato che può essere cambiato rapidamente, oppure con una valvola speciale, molto precisa; misuratore-indicatore magnetico di flusso (flow-meter) inserito direttamente nel tubo di mandata di ciascun componente; il misuratore regola la portata della pasta per mezzo di servocomando e relativa valvola di precisione, in base a quanto è stato fissato mediante il set-point al quadro indicatore.

Le paste così dosate vanno a un mescolatore di piccolo volume, o in una tina mescolatrice, e successivamente nella tina di macchina.

Parallelamente viene dosato anche il materiale di carica che si trova in apposite vasche sotto forma di sospensione. Anche gli altri componenti (colori, collanti, solfato di alluminio...) vengono miscelati e distribuiti in questa fase, nell'ordine stabilito. Alcuni di questi ed altri additivi (ritentori, antischiuma, biocidi, disperdenti,...) possono essere eventualmente aggiunti anche direttamente a monte della macchina continua.

L'impasto pronto, comprendente tutti i componenti, principali ed ausiliari, debitamente dosati, viene stoccato alla concentrazione del 3-4% e viene mantenuto in agitazione. Una pompa preleva la pasta dalla tina e, dopo un'ultima misura della concentrazione, la manda alla cassa di alimentazione a livello costante con troppo pieno di ritorno dalla tina. Dalla cassa, normalmente posta in alto rispetto alla macchina, fluisce, attraverso una valvola di precisione, una portata costante che determina la "grammatura" finale del foglio, cioè la massa per unità di superficie.

Il flusso di pasta così calibrato viene diluito fino allo 0.8-0.9% con l'acqua drenata precedentemente attraverso la tela durante la formazione del foglio.

Si fa notare che la quantità d'acqua necessaria per diluire l'impasto è notevole: per esempio sono necessari 225 l di acqua per portare 1 kg di pasta dal 4% allo 0.4%.

Il tutto giunge ad una pompa di alimentazione (fan pump), che rimescola la sospensione formatasi e la invia all'epurazione.

6. MACCHINA CONTINUA

La macchina continua utilizzata per produrre il “bilucido” è costituita da tre casse d’afflusso con relative tavole piane, una zona presse composta da quattro presse e da una seccheria a tre piani di cilindri all’interno della quale sono collocati due cilindri monolucidi, e dopo la seccheria si trovano le quattro patinatrici in linea e, a chiudere, il pope.

Il cartoncino “bilucido” deve essere “simmetrico” e avere le stesse caratteristiche sia in copertina che nel retro, ma come vedremo la macchina continua non è simmetrica, quindi si useranno alcuni accorgimenti per ottenere il miglior risultato finale.

6.1 TAVOLA PIANA

6.1.1 LA CASSA D’AFFLUSSO A PRESSIONE

La cassa d’afflusso a “cuscino d’aria” è stata la logica evoluzione della vecchia cassa aperta in quanto, all’aumentare della velocità della macchina continua, era impensabile innalzare le pareti della cassa stessa fino a raggiungere il battente desiderato. È assurdo infatti immaginare una cassa d’afflusso alta 10 metri.

La cassa ottenuta viene mantenuta in pressione mediante insufflazione d’aria compressa nella cassa stessa ottenendo, con la pressione aggiuntiva, un “cuscino d’aria” e quindi il carico totale necessario per far uscire l’impasto fibroso alla velocità desiderata. Al fine di ottenere una buona disposizione delle fibre sulla tavola di formazione, il carico totale viene stabilito generalmente ad un valore tale da determinare una velocità del getto praticamente uguale a quello della tela di formazione. Infatti se il getto è troppo lento, il materiale fibroso viene trascinato e le fibre risultano maggiormente orientate in direzione longitudinale; se invece è troppo veloce, si verifica la formazione di onde trasversali e la conseguente disposizione non uniforme delle fibre.

Si definisce il rapporto tra la velocità del getto e quello della tela con il termine **DRAG**.

Questo valore è da tenere in considerazione quando vogliamo che le fibre si dispongano sulla tela di formazione in modo tale da conferire adeguate caratteristiche di resistenza meccanica alla carta che vogliamo produrre.

Vediamo, quindi, cosa accade se varia il **DRAG**:

se $DRAG > 1$ Le fibre sono disposte in modo disomogeneo e casuale e la carta non presenta una buona formazione;

se $DRAG = 1$ La carta che si ottiene dalla disposizione delle fibre in modo omogeneo è “quadrata”, quindi la resistenza trasversale è pari a quella longitudinale;

se $DRAG < 1$ Le fibre sono disposte prevalentemente lungo la direzione di macchina e la resistenza longitudinale è più elevata rispetto a quella trasversale.

È superfluo precisare che il valore di **DRAG** è un parametro molto importante per qualsiasi tipo di cassa d’afflusso; quindi, in fase di progettazione, tale valore è significativo sia che si tratti di una cassa a “cuscino d’aria”, sia che si tratti di una moderna cassa d’afflusso a diluizione variabile.

Come nelle vecchie casse aperte, anche in questo tipo di casse esistono all’interno due o tre rulli forati che hanno il compito di uniformare la velocità della sospensione fibrosa, la sua densità e impedire un’eccessiva flocculazione della sospensione stessa.

6.1.2 IL CILINDRO CAPO-TELA

La tela viene sostenuta inizialmente dal cilindro capo-tela, situato proprio sotto la bocca d’efflusso e successivamente dalla tavola di formazione.

Tale cilindro è rivestito in bronzo o in materiale sintetico, in quanto non deve assolutamente presentare problemi di ossidazione, che danneggerebbero la tela dopo poco tempo.

Esso ha la particolarità, almeno nelle macchine più lente, di presentare un continuo e regolare scuotimento durante la marcia della macchina, ottenuto con un movimento trasversale oscillatorio, impresso meccanicamente da un motore elettrico.

In questo modo si avrà, grazie alla turbolenza ottenuta, una maggior uniformità delle fibre durante il loro percorso sulla tela di formazione, impedendo quindi un eccessivo allineamento delle stesse, e quindi una migliore formazione generale della carta sia dal punto di vista dell’aspetto che dal punto di vista delle proprietà meccaniche di resistenza.

Ciò non accade invece per le macchine molto veloci, in quanto questo effetto sarebbe pressoché impercettibile, e si rischierebbe addirittura di far slittare pericolosamente la tela, con le conseguenze facilmente immaginabili.

Alle alte velocità, oltre i 500 m/min, le fibre non hanno il tempo di disporsi correttamente, mentre a velocità inferiori è molto più semplice gestire questo aspetto.

6.1.3 LA TAVOLA DI FORMAZIONE

La tavola di formazione ha il compito di sostenere la tela nella zona più critica del suo percorso, di rendere meno violento il drenaggio e di consentire che il primo assettamento del nastro fibroso avvenga in modo abbastanza uniforme e regolare, per ridurre la perdita incontrollata dei fini e delle cariche, contribuendo ad incrementare di conseguenza la ritenzione.

La tavola di formazione è costituita da listelli di materiale sintetico (a volte in ceramizzati per incrementarne la durata), o da listelli composti da piastrelle in ceramica o altri materiali resistenti alla continua abrasione esercitata dalla tela.

I listelli presentano uno smusso sul fianco rivolto alla cassa d'afflusso, per raschiare e scaricare l'acqua trascinata sotto la tela. L'insieme dei listelli è sostenuto da una robusta travatura per reggere il violento impatto del getto e lo sforzo flettente dovuto all'attrito della tela caricata dallo strato di sospensione fibrosa sovrastante.

6.1.4 I CILINDRI SGOCCIOLATORI

I rulli sgocciolatori che sostengono la tela subito dopo il cilindro capo-tela sono dei rulli costituiti da un tubo di ottone dal diametro variabile tra i **60** e i **120 mm**, fino a **300 mm** nel caso di macchine continue molto grandi sono costituiti da un tubo di ferro ramato, oppure rivestito esternamente in gomma.

Questi rulli favoriscono la disidratazione del nastro di carta trascinando nella loro rotazione l'acqua che si separa per forza di gravità sotto la tela di formazione. Questa si separa per effetto della forza centrifuga.

Per evitare che l'acqua ritorni nuovamente sulla tela si dispongono tra un rullo e l'altro delle lamiere inclinate, o delle strisce di gomma, che inviano l'acqua alle sottostanti vasche del sottotela.

Possono essere impiegati solo su macchine con velocità fino a 800 m/min, perché oltre questo considerevole limite si può creare una fastidiosa ebollizione dell'acqua dovuta ad un'eccessiva depressione.

Dagli anni '50 infatti questa soluzione è stata praticamente abbandonata, in quanto la turbolenza creata alle alte velocità disturbava la corretta formazione del contesto fibroso, ripercuotendosi sulla corretta formazione del nastro di carta finale.

6.1.5 FOILS

Per risolvere le difficoltà sopracitate sono stati introdotti i listelli drenanti o foils, costituiti da listelli in materiale sintetico resistente all'abrasione, i quali presentano un

piano leggermente inclinato nella direzione di macchina. Tale inclinazione ha un angolo compreso tra gli 0.5° e i 4° .

La tela, dopo il primo contatto con lo spigolo d'entrata, tende a staccarsi dalla superficie del listello e crea una zona di depressione per lo stesso principio del rullo sgocciolatore, però, in questo caso, la depressione ha un valore inferiore ma dura per un tempo maggiore, in funzione della larghezza complessiva del listello, ma soprattutto la depressione non è più funzione diretta della velocità della macchina e può essere graduata scegliendo, di volta in volta, l'angolo più adatto.

Inoltre, e non meno importante, i listelli drenanti occupano meno spazio dei rulli sgocciolatori e possono essere montati in numero maggiore, con conseguenti vantaggi sul drenaggio complessivo.

Alcuni tipi di listelli sono costruiti in modo da permettere una veloce e semplice variazione dell'angolo, agendo sul supporto del listello stesso.

L'angolo aumenta con l'ispessimento del nastro fibroso. Lo spigolo d'entrata è affilato in modo tale da raschiare e asportare l'acqua trascinata sotto la tela.

Per creare una maggiore depressione si ricorre a più listelli disposti in modo tale da creare una cassa che fa da tenuta rispetto alla tela di formazione, collegata ad una gamba barometrica che aspira l'acqua dalla tela stessa, realizzando così una "cassa aspirante".

Da notare che le pulsazioni impresse alla tela dai foils variano da una frequenza di 50 a 150 Hz, in base al numero di foils presenti sulla tavola piana; tale frequenza viene adeguata al tipo di carta prodotta e può essere variata semplicemente aumentando o diminuendo il numero di foils o variando la loro inclinazione.

Naturalmente, più le pulsazioni sono alte, maggiore sarà la microturbolenza impressa alla sospensione fibrosa, con il vantaggio di disporre al meglio le fibre nel nastro, di carta ancora umido.

6.1.6 LE CASSE ASPIRANTI

Se lo spessore del nastro fibroso raggiunge valori considerevoli, l'azione idrodinamica dei foils non è più sufficiente per drenare l'acqua in eccesso.

In questo caso si ricorre alle casse aspiranti, costituite da un cassone chiuso, con un coperchio piano formato da robusti listelli o da piastre forate rivestite di materiale sintetico o ceramico.

Ciascuna cassa è collegata, mediante un tubo di scarico, ad una gamba barometrica e ad un impianto di aspirazione opportunamente regolato a basso vuoto, per cui si viene a determinare una differenza di pressione tra le due facce del nastro fibroso: pressione atmosferica su quella superiore e depressione su quella inferiore. Mentre nel ca-

so dei rulli sgocciolatori non è possibile regolare a piacimento il drenaggio, l'efficienza per le casse aspiranti dipende sostanzialmente dalla depressione applicata che è regolabile; naturalmente entro certi limiti, poiché la tela di formazione non potrebbe sopportare un'eccessiva aspirazione ad alto vuoto.

Esistono poi delle casse aspiranti a cui vengono aggiunti in successione dei listelli drenanti per migliorare il rendimento di aspirazione, drenaggio e microturbolenza. Tali casse sono chiamate anche vacuum foils.

In questa zona della tavola piana sparisce lo specchio liquido sulla tela e comincia a passare aria attraverso il contesto fibroso. Qui il contenuto di acqua si abbassa all'82-90%. Nelle casse aspiranti si crea una depressione variabile compresa tra 0.2 e 0.5 kg/cm². Per effetto di tale depressione la tela aderisce fortemente alla superficie delle casse aspiranti e si usurerebbe fortemente se questa non fosse costituita da listelli in materiale sintetico o ceramico.

Da notare che negli anni '50 il rivestimento delle prime casse aspiranti era in legno di abete rosso stagionato in acqua.

Si può facilmente comprendere quale evoluzione hanno avuto nel corso degli anni i materiali impiegati per la loro costruzione. Il legno è stato sostituito dal poliuretano e dal polietilene; materiali allo stesso tempo resistenti all'usura e scivolosi in maniera tale da consentire alla tela di formazione di scorrervi sopra senza lacerarsi dopo poco tempo.

Poco prima del cilindro aspirante vengono disposti lateralmente al nastro di carta due spruzzi d'acqua, ad una pressione di circa **3-4 atm**.

Essi servono a rifilare il nastro fibroso in modo tale da conferirgli la misura del formato finale.

Sono dotati di ugelli, provvisti di filtri, alimentati da acqua pulita, che non dovrebbero mai intasarsi, poiché provocherebbero l'irrimediabile rottura del nastro di carta prima di entrare in zona presse.

I bordi rifilati finiscono in una vasca sotto-macchina che rimanda questi scarti alla tina dei fogliacei per una successiva riutilizzazione.

6.1.7 LA GESTIONE DELL'IMPIANTO DEL VUOTO PER LE CASSE ASPIRANTI

In corrispondenza della parte inferiore di ogni cassa aspirante vi è uno scarico collegato con il tubo aspirante che può essere di semplice caduta oppure collegato con una pompa aspirante.

In pratica quando vi è una pompa aspirante i tubi delle singole casse aspiranti sono collegati con questa. A sua volta ogni cassa è dotata di un rubinetto di regolazione in modo da poter regolare singolarmente l'aspirazione di ognuna. Le casse aspiranti sono collegate in testa dalle due parti con un tubo di adduzione di acqua in modo da assicurare una perfetta tenuta stagna tra la parete terminale e quella mobile che delimita il formato del nastro.

Solitamente le prime tre o quattro casse asportano solamente acqua, mentre le successive aspirano anche quantità più o meno considerevoli di aria. Ciò dipende dal grado di permeabilità della carta che si sta producendo.

Una delle ragioni del rapido consumo delle tele di formazione è dovuto all'attrito fra queste e le casse aspiranti, e dalla depressione esistente che tende a risucchiare la tela.

Al fine di ridurre tale inconveniente si adotta l'accorgimento di predisporre una serie di casse aspiranti che si succedono senza soluzione di continuità. In questo modo si può ridurre l'aspirazione delle casse stesse con notevoli benefici nei confronti della tela.

Il vuoto nelle casse aspiranti si può ottenere con un tubo in caduta. Da ogni cassa aspirante proviene un tubo che sbocca in un canale di raccolta ed è a chiusura stagna; però è difficile disporre di una caduta tale da consentire il grado di vuoto desiderato.

Quindi si ricorre, generalmente, all'uso di pompe ad anello liquido. I tubi provenienti dalle singole casse aspiranti vengono collegati con un tubo di grande diametro posti dalla parte di comando della macchina continua.

Evidentemente è superfluo precisare che ogni tipo di carta necessiterà di un ben determinato impianto e regolazioni in grado di ottenere la maggiore eliminazione di acqua possibile.

Il guadagno che si ha in termini di secco con una opportuna serie di casse aspiranti è nell'ordine del 10%.

6.1.8 IL CILINDRO BALLERINO

Il cilindro ballerino, detto anche *cilindro pre-compressore*, viene installato sulla tavola piana di una macchina continua quando, sulla carta da produrre, i problemi legati al cosiddetto doppio viso hanno una notevole importanza.

Esso serve principalmente per uniformare il lato feltro della carta conferendo una buona speratura, mentre l'aspetto sul lato tela sarà influenzato in buona parte dal corretto drenaggio dei fini e delle cariche, sulla tela di formazione.

Nella figura seguente è possibile osservare il comportamento dell'andamento pressione/depressione di un moderno cilindro ballerino.

Il ballerino appoggia leggermente sulla tela, influenzando il sottostante velo di acqua e pasta, ed è costituito da un'armatura a celle rivestite da una tela in materiale metallico. Nel complesso si tratta comunque di una struttura abbastanza semplice e leggera, con diametri variabili dai 40 ai 120 cm.

Oltre ad uniformare la speratura, durante la fase iniziale di formazione del foglio sulla tela di formazione, serve per la produzione di carte filigranate di un certo pregio (es. carta per banconote). Le filigrane impresse sul rivestimento del ballerino sono ottenute mediante la riproduzione, per stagnatura, di scritte o figure sul rivestimento stesso, le quali vengono trasferite al foglio ancora umido.

La filigranatura del foglio si ottiene mediante lo schiacciamento del velo di carta umido in corrispondenza dei rilievi della tela in cui si formano dei punti più sottili, per cui le filigrane saranno visibili sulla carta asciutta in trasparenza.

Da evidenziare il fatto che la conduzione di un cilindro ballerino è abbastanza delicata, in quanto la tela metallica di rivestimento è soggetta ad un progressivo e problematico intasamento, quindi è necessaria la presenza di getti di acqua e di vapore, nonché varie raschie di pulizia, che devono garantire una corretta ed efficiente pulizia dell'intera superficie, in modo continuo e regolare.

Vi è poi la regolazione del “**grado di affondamento**” sulla tela di un cilindro ballerino che si basa su un principio abbastanza semplice.

Infatti è necessario determinare empiricamente di quanti *millimetri (1-10mm)* il ballerino deve “affondare” nella tela per garantire un'uniformità dell'impasto che vi passa sotto, senza compromettere la speratura e sciogliendo i nodi che si sono formati dopo l'uscita dalla cassa d'afflusso dell'impasto.

Si possono distinguere quindi due casi, dopo la regolazione del grado di affondamento:

1. *se la pressione esercitata sulla tela è insufficiente i nodi non vengono sciolti correttamente e si noterà una fastidiosa “nuvolosità” sulla superficie della carta;*
2. *se la pressione al contrario è eccessiva potrebbero crearsi seri problemi nella formazione del foglio e si rischia di andare incontro a numerose rotture in quanto l'impasto non viene distribuito in modo regolare ed uniforme sotto la superficie del ballerino.*

6.1.9 IL TELINO E LE SUE VARIANTI COSTRUTTIVE

Verso la fine degli anni '70 in Giappone comparvero le prime tavole piane provviste di doppia tela in sostituzione al cilindro ballerino.

L'inventore di questa speciale macchina continua ha però dovuto trovare la soluzione a due problemi molto importanti: il notevole consumo di tele, dovuto all'attrito tra le stesse, e la non esaltante qualità delle carte prodotte con tale soluzione, ancora sperimentale e non affidabile.

Sulle normali tavole piane tendono a separarsi le fibre fini e le sostanze di carica e aumenta, di conseguenza, il “**doppio viso**”, ovvero la differenza di aspetto tra una faccia e l'altra del foglio di carta.

Inoltre le fibre per il breve tempo che l'impasto rimane fluido tendono a disporsi sempre più in direzione di macchina.

La cosa migliore sarebbe che si formasse subito uno strato sulla tela tale da non consentire la separazione delle sostanze di carica e che si potessero evitare i salti dell'impasto ancora fluido.

Tutto ciò non è però ottenibile con una normale tavola piana con una sola tela ed il ballerino.

Si è così creata una tavola piana dotata di due tele sovrapposte. La tela inferiore a maglie larghe e la tela superiore a maglie più fitte.

Da sottolineare che le prime tavole a doppia tela avevano la tela inferiore in bronzo fosforoso e la tela superiore in materiale plastico, mentre attualmente si usano tele dello stesso materiale plastico per ambedue le tele.

Vediamo ora quali sono stati i primi vantaggi offerti dall'adozione di una seconda tela sulla tavola piana.

L'impasto proviene dalla cassa d'afflusso passa tra le due tele sovrapposte, e si evita la formazione di bolle o di ondulazioni nel nastro fibroso. In particolare si può notare che la disidratazione del nastro fibroso non avviene solo in corrispondenza della tela inferiore ma anche in corrispondenza della tela superiore.

Ciò favorisce sicuramente una disidratazione molto più uniforme e soprattutto una riduzione considerevole del doppio viso. Infatti i fini e le cariche si muovono nel contesto fibroso in modo più regolare rispetto ad una convenzionale tavola piana sprovvista di una seconda tela.

Per comprendere l'utilità di tale sistema basti pensare ad una normale carta da stampa. Se le due facciate del foglio avessero un aspetto sostanzialmente diverso che effetto visivo produrrebbero una volta stampate?

Naturalmente bisogna pensare che la tela superiore abbia un sistema di pulizia e di drenaggio simile a quella inferiore. Ci sono anche qui delle casse aspiranti e delle raschie che devono trattenerne l'acqua in modo tale che essa non venga ceduta nuovamente alla tela.

Solitamente le tele superiori hanno uno sviluppo minore rispetto a quella inferiore; una tela superiore può essere lunga poco più di 20 m, mentre una tela inferiore supera anche i 50 m.

Anche in questo caos si ricorre alla tecnologia "canti-lever" per facilitare la sostituzione della tela ed agevolare le operazioni ordinarie di manutenzione.

6.1.10 LE MODERNE TELE DI FORMAZIONE IN MATERIALE SINTETICO

Con l'introduzione delle materie plastiche, le tele di formazione metalliche andarono ben presto scomparendo dalle industrie cartarie.

I costi più contenuti e la notevole resistenza che esse presentavano indussero ben presto le aziende cartarie ad adottare le prime tele in materiale interamente sintetico.

Furono, inizialmente, i produttori di cellulosa i primi ad adottare le tele in materiale sintetico per disidratare la pasta e i cartari giunsero a tale soluzione solo dopo aver valutato attentamente i vantaggi che tale soluzione costruttiva avrebbero portato.

Le prime esperienze dimostrarono in breve tempo che le tele fabbricate in materiale sintetico avevano una vita produttiva molto più lunga rispetto a quelle realizzate in materiale metallico.

Inoltre il trasporto del nastro fibroso ancora molto umido avveniva in modo più uniforme che con le tele meccaniche, la disidratazione era più regolare e la formazione della carta ne traeva un grande giovamento.

Già le prime tele in materiale sintetico venivano accreditate di una vita tre volte superiore a quelle precedenti, e poiché il materiale di cui erano composte era praticamente insensibile alle piegature non si verificavano sfilacciamenti anomali sulla sua superficie, neppure dopo molti giorni di utilizzo.

Da notare però che le materie plastiche impiegate sono sensibili al calore e occorre pulire le tele con getti d'acqua a temperatura non superiore ai 100°C.

Per contro esse sono molto resistenti agli agenti chimici, quindi per la loro pulizia si possono impiegare acidi meno diluiti di quelli necessari alla pulizia delle tele metalliche, con risultati migliori e tempi ridotti.

6.1.11 IL CILINDRO ASPIRANTE

L'applicazione del cilindro aspirante della tela è stata la premessa per giungere alle elevate velocità che oggi hanno le macchine continue di carta.

In particolare, si è notato come con l'applicazione di tale cilindro fosse possibile aumentare considerevolmente la velocità di produzione della macchina e conseguire lo stesso grado di secco che si otteneva in precedenza a velocità molto inferiori.

Volendo quantificare questo risultato possiamo affermare che l'adozione del cilindro aspirante nella parte umida ha permesso di incrementare mediamente di un terzo, e in alcuni casi del doppio, la velocità della macchina continua.

Esso era costituito da un cilindro di bronzo il cui diametro era di circa 100 cm. In questo mantello di bronzo vi erano dei fori circolari svasati, stretti all'interno e via via più larghi. Tali fori sono disposti in file alternate in modo tale da non far passare mai il nastro di carte su zone prive di fori.

Nell'interno di questo cilindro di bronzo è fissata una cassa aspirante; mentre il cilindro stesso è dotato di una ruota dentata agli estremi, che ingrana un pignone dentato, cosicché è sempre mantenuto in rotazione.

La posizione della cassa aspirante, larga circa 200 mm, può essere scelta a piacere, in modo tale da variare la zona di vuoto sul cilindro aspirante. La cassa aspirante è collegata con una pompa che crea un'aspirazione nell'ordine di 5m di colonna d'acqua. Mediante strisce di gomma si crea un contatto tra la cassa aspirante ed il mantello forato, in modo da assicurare la corretta tenuta d'aria.

6.2 ZONA PRESSE

I principi che governano la sezione presse sono forse, tra tutti quelli che si applicano alle varie sezioni della macchina continua, i più sconosciuti ai cartai.

Il problema è che sono molto pochi a conoscere la teoria base, anche perché questa è stata sviluppata negli ultimi anni, ed è troppo poco divulgata a livello di operatori di macchina.

Trattare in così poco tempo un argomento tanto vasto può essere da un lato rischioso, perché costringe a fare semplicistiche enunciazioni di fenomeni e principi in gioco, e dall'altro noioso per l'ascoltatore.

Nell'impostare la trattazione ho seguito un semplice metodo scolastico cercando di separare e trattare quindi individualmente i vari aspetti, anche se ciò porta talvolta ad eccessive semplificazioni e schematizzazioni.

Ho cercato infine di far precedere le basilari nozioni teoriche e di indicare poi anche dati numerici che possono essere utili riferimenti per chi dovrà operare in macchina.

6.2.1 LE PRESSE

SCOPO

Drenare la massima quantità di acqua dal foglio in formazione con mezzi meccanici, pur nel rispetto delle altre caratteristiche fisiche della carta. In laboratorio si è arrivati ad ottenere gradi di secco fino al 70%.

Su macchine commerciali, sia per le varie costrizioni operative, sia per necessità di rispettare le altre caratteristiche del prodotto finito, spesso in antitesi con quelle del massimo drenaggio, con mezzi meccanici si riesce a drenare molto meno.

EFFICIENZA DI UNA PRESSA

Si possono definire due diversi tipi di efficienza:

in relazione alla rimozione dell'acqua, cioè della capacità drenante;

in relazione alla bontà di funzionamento, cioè sia all'abilità della pressa di contenere al minimo le rotture del foglio sia di non introdurre difetti qualitativi.

PRINCIPALI ELEMENTI DI UNA PRESSA

Oltre alla carta, due rulli che premono uno contro l'altro con uno o due feltri interposti. Lo scopo del feltro è quello di dare un supporto fisico alla carta, la cui resistenza meccanica è ancora troppo bassa per poter sopportare la compressione tra due rulli, e ospitare l'acqua che viene spremuta dalla carta stessa.

6.2.2 PRESSA ASPIRANTE

Questa è stata la prima applicazione commerciale, realizzata originariamente dalla Millspaugh inglese.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Il rullo feltrato presenta la camicia forata con fori passanti disposti su linee a spirale, così da contenere il rumore generato dall'aria quando entra istantaneamente ad alta velocità entro ciascun foro; all'interno viene aspirata l'aria tramite una cassa, che fa tenuta contro la superficie interna della camicia e che termina con un tubo collettore, uscente dal rullo attraverso il cuscinetto L.C. e ultimamente collegato a una pompa del vuoto.

Il principio è quello di evacuare l'aria dai fori stessi, appena a monte del nip, così che l'acqua che vi entra in uscita dal feltro trovi i fori completamente liberi e vi possa essere ospitata.

Anche se una parte di tale acqua attraverserà la camicia e se ne andrà col tubo di aspirazione, questo non è lo scopo principale.

Il principio di funzionamento è che l'acqua possa essere alloggiata entro lo spessore della camicia, per venire poi centrifugata appena cessa l'effetto del vuoto, se la velocità è sufficientemente elevata, o cadere fuori semplicemente per gravità.

Tenendo ben presente tale principio, la cassa interna dovrà essere così posizionata: spazzola di tenuta in uscita deve essere appena oltre la congiungente i centri dei due rulli; spazzola in entrata deve essere a monte del nip, senza però uscire dall'arco di avvolgimento del feltro, perché altrimenti si aspirerebbe l'aria dall'esterno del rullo senza mettere i fori sotto vuoto.

Larghezza della zona di aspirazione della cassa: 90-170 mm a seconda della velocità.

Grado di vuoto: 300-500 mmHg a seconda della velocità.

Geometria in uscita: il feltro deve abbracciare il controrullo liscio così da costringere la carta ad aderirvi perfettamente, e non rischiare di accompagnare il feltro stesso, i cui fori sono ancora sotto vuoto all'uscita dal nip.

Percentuale area aperta: 14-23% (dipende dai costruttori e dalle applicazioni).

Diametro fori: (2.8)3-4.5 mm, la cui scelta è un compromesso tra problemi di marcatura del foglio (shadow-marking) e pericolo di intasamento dei fori da parte di fini e cariche.

Spruzzo ad ago di pulizia all'esterno, specie per il caso di fori di piccolo diametro, alla pressione di 70-200 kg/cm².

Materiali rulleria camicia rullo aspirante: bronzo o acciaio inox rivestito gomma 22-23 PJ. Controrullo duro: 0-2 PJ (microrock, stonite, granito) con raschia di pulizia.

Per pressa inversa, importanza della raschietta di pulizia e bacinella raccolta spruzzi.

VANTAGGI: elevatissima capacità di rimozione dell'acqua, si può arrivare a 500 g/m².

SVANTAGGI:

elevato costo iniziale rullo aspirante

elevato costo dell'impianto e pompa vuoto

elevato consumo di energia (il vuoto è il maggior singolo consumatore di energia nella macchina continua)

elevata rumorosità, spesso superiore a 85 dB

tendenza all'intasamento di fori con carte caricate

shadow-marking, pericoloso specie per carte che saranno collate o patinate e comunque per tutte le carte da stampa. (Lo shadow-marking è un fenomeno infido e complesso, dovuto a migrazione di fini e cariche sulla parte sovrastante il foro e ad una maggiore disposizione di fibre superficiali in direzione perpendicolare al foglio proprio in corrispondenza del foro: l'acqua è costretta a percorrere un certo cammino orizzontale nel foglio nel tratto corrispondente tra un foro e l'altro, per poi deviare in direzione perpendicolare una volta arrivata in concomitanza del foro; oltre alla differente disposizione delle fibre nella zona sovrastante il foro, si nota anche un diverso addensamento superficiale, che causa pure una diversa riflessione della luce.)

6.2.3 PRESSA A FORI CIECHI

Il rullo a contatto con il feltro presenta una serie di fori superficiali, cioè ricavati sul rivestimento in gomma, così da poter alloggiare l'acqua.

Diametro fori: 2.2-2.8 mm.

Profondità fori: variabile per non creare piani di minore resistenza nella gomma, in genere con due profondità diverse (10 e 14 mm) o anche tre (7,11 e 15 mm).

Area aperta: 20-25% (fino a 30 per macchine yankee monofeltrate).

Durezza gomma: 7-12 pj, per presse normali monofeltrate, valori più elevati (cioè rivestimenti più morbidi) per presse del monolucido e per presse a doppio feltro ed elevato carico lineare.

Pulizia fori: si ha autopulizia per $v > 500$ mt/min, grazie anche alle deformazioni all'interno della gomma: nel caso di velocità basse e presse in posizione superiore l'acqua viene per lo più assorbita dal feltro.

Vantaggi: semplicità ed economia di installazione.

Svantaggi: frequenti rettifiche a causa della bassa durezza della gomma; minore autopulizia dei fori alle basse velocità.

6.2.4 DRY-PRESS

Si definisce così una pressa quando il feltro marcia in condizioni di elevata siccità (<50% contenuto di acqua) in modo da non raggiungere la saturazione al nip ed essere quindi in grado di ospitare tutta l'acqua che gli viene dalla carta.

Servono feltri adatti (rigidi, spessi, con struttura interna molto aperta) ed un impianto del vuoto per condizionamento feltro molto efficiente.

Non si tratta quindi propriamente di una particolare applicazione, ma essenzialmente di una particolare e favorevole condizione di marcia, che può accettare un rullo inferiore liscio convenzionale.

6.2.5 FELTRI UMIDI

Come già evidenziato nel capitolo inerente la zona presse, per evitare rotture del foglio durante il passaggio attraverso le presse, è necessario che il foglio stesso sia supportato da un feltro che favorisca l'evacuazione dell'acqua e che sopperisca alle scarse caratteristiche meccaniche che la carta presenta in questa delicata zona della macchina continua.

Per facilitare la disidratazione del foglio, il feltro si lascia attraversare dall'acqua in controcorrente scaricandola poi sulla superficie del cilindro inferiore, quella cioè con cui il nastro è a contatto.

Questo principio è tanto più rispettato quanto più la velocità della macchina è bassa, perché all'aumentare della velocità diminuirà il tempo a disposizione dell'acqua per attraversare il feltro.

Come già spiegato, per ovviare a questo problema si è introdotto l'uso di presse a flusso trasversale, ma anche gli enormi sviluppi tecnologici in fase di realizzazione dei feltri umidi hanno dato un notevolissimo contributo al superamento di tale problema.

I suddetti sviluppi tecnologici hanno permesso alle cartiere di sostituire i vecchi feltri di lana, prima con nastri di fibra di poliammide, poi con feltri in fibra di poliestere.

L'uso di fibre sintetiche ha portato numerosi vantaggi, tra i quali una maggiore durata della vita del feltro, un aumento della resistenza sotto carico di pressione e una maggiore flessibilità.

Un altro vantaggio di questi feltri è ad esempio, la difficoltà che eventuali contaminanti possono trovare nell'attraversarlo, e tendendo a fermarsi sulla superficie del feltro possono essere eliminati durante le fasi di lavaggio.

6.3 LA SECCHERIA

Dopo la sezione presse, il foglio contiene ancora dal 40% al 60% d'umidità, secondo i casi; ammesso pure che tutta l'acqua trattenuta tra le fibre sia stata rimossa, rimane sempre l'acqua strettamente legata alle fibre, la quale non può essere estratta con mezzi meccanici, ma deve essere allontanata per evaporazione. È buona norma spingere al massimo la disidratazione con le presse, dato il costo energetico molto inferiore rispetto a quello dell'evaporazione.

Quest'ultima fase si compie portando il foglio a contatto con la superficie di cilindri essiccatori rotanti, riscaldati internamente con vapore, per assicurare l'aderenza del foglio ai cilindri, lo si preme contro la loro superficie mediante un feltro essiccatore.

L'essiccamento della carta avviene in tre fasi:

Fase 1: si innalza la temperatura della carta fino alla temperatura di evaporazione dell'acqua. I primi cilindri essiccatori, per evitare un sovrariscaldamento della carta con conseguente adesione delle fibre superficiali al cilindro e formazione di "spolvero di fibre", sono tenuti ad una temperatura di circa 65-70°C, dopo di che la temperatura è portata il più rapidamente possibile a più di 100°C.

Fase 2: i cilindri lavorano a 110-130°C; in questo stadio a causa del pareggio tra calore fornito e calore sottratto per evaporazione, si ha una zona a temperatura costante con quantità costante d'acqua evaporata, infatti la temperatura della carta non può superare la temperatura di evaporazione dell'acqua finché essa è presente nella carta.

Fase 3: siamo alla fine della seccheria, ed in questa fase poiché la quantità d'acqua evaporata diminuisce, gli ultimi cilindri possono essere tenuti a temperature inferiori per evitare danneggiamenti del manufatto in questione.

6.3.1 I CILINDRI ESSICCATORI

Il numero dei cilindri essiccatori, può superare anche la sessantina, raggruppati in successive sezioni, dette “batterie”, con la relativa incastellatura portante.

Poiché durante l’asciugamento avviene una contrazione del nastro di carta è necessario sezionare la seccheria in modo da poter controllare l’entità dell’accorciamento, mediante piccole differenze di velocità tra le sezioni, e quindi ridurre la possibilità di rotture o di grinze. Il cilindro essiccatore consta di un mantello in ghisa, di grande diametro e spessore adeguato, tornito all’interno e lucidato all’esterno, con testate imbullonate e munite di perni. Il perno cavo di una testa è predisposto per l’entrata del vapore e l’uscita della condensa.

I cilindri sono disposti su tre file, sfalsati, in modo che il foglio abbracci successivamente un cilindro superiore ed un cilindro inferiore presentando alternativamente una faccia o l’altra alla superficie riscaldante. I cilindri di ciascuna batteria sono collegati meccanicamente l’uno all’altro mediante ingranaggi e rinvii che trasmettono il movimento. Per ogni batteria vi è un feltro o tela, che abbraccia i relativi cilindri e il foglio per un arco molto esteso grazie ai rulli guida feltro interposti; il feltro abbraccia pure i cilindri asciugafeltro.

Due processi fisici fondamentali sono implicati durante l’essiccamento della carta, e cioè il trasferimento del calore dal vapore saturo che si trova all’interno del cilindro alla carta e al feltro ed il trasferimento dell’acqua che evapora dalla carta e dal feltro nell’aria ambiente.

Il calore liberato durante la condensazione del vapore saturo nel cilindro, si trasferisce per conduzione, dopo aver superato diverse resistenze termiche che causano una caduta della temperatura, al nastro umido, per fornire energia necessaria per l’evaporazione dell’acqua contenuta nella carta: il potenziale è dato dalla differenza di temperatura.

Il trasferimento di calore per conduzione è tanto maggiore quanto più stretto e completo è il contatto tra la superficie del cilindro e quella della carta. Nel nostro caso non è mai molto spinto a causa della ruvidità della carta e dello strato di vapore che si forma tra la superficie del foglio e quella della superficie riscaldata. I feltri essiccatori hanno lo scopo, tra l’altro, di migliorare questo contatto e favorire quindi il trasferimento di calore.

6.3.2 I FELTRI ESSICCATORI

Fino agli anni 50 le batterie erano “vestite” con feltri di cotone, cotone e lana, cotone e amianto per le sezione calde. Con l’introduzione delle fibre sintetiche si progredi

nel senso di realizzare tessuti molto aperti e permeabili per facilitare l'evaporazione. Il feltro infatti deve ricevere il vapore espulso dal foglio e cederlo a sua volta all'ambiente. Per facilitare ulteriormente l'uscita del vapore dal foglio, sono state infine adottate le tele sintetiche, tessute a rete, con permeabilità controllata; attraverso le maglie il vapore liberato dal foglio va direttamente nell'ambiente, inumidendo appena i fili. È possibile così eliminare i cilindri asciugafeltro, con notevole semplificazione dell'impianto; inoltre diventa agevole realizzare una buona ventilazione dell'ambiente intorno agli essiccatori, anche attraverso le maglie delle reti, attuandone così automaticamente la condizionatura.

Generalmente i manufatti vengono giuntati ad anello al momento del montaggio in macchina, mediante giunzioni predisposte.

6.3.3 IL CILINDRO MONOLUCIDO

Non diverso come sistema, ma soltanto come tipo di seccheria, è il caso delle continue con cilindri monolucidi, nelle quali l'asciugamento ha luogo su un solo cilindro essiccatore, di grande diametro (fino a sei metri), a superficie lucida e senza alcuna irregolarità nemmeno minima.

Non è richiesto un feltro essiccatore, in quanto il foglio, dopo la pressatura, rimane perfettamente aderente alla superficie speculare a causa delle tensioni interfacciali acqua-carto-metallo; questa aderenza decresce man mano che il film d'acqua evapora e quando la carta è secca essa si distacca facilmente dal cilindro per effetto della contrazione del foglio.

La faccia rivolta al cilindro durante l'asciugamento assume un aspetto lucidissimo, mentre l'altra rimane ruvida.

Per facilitare l'asciugamento, il cilindro monolucido è normalmente dotato di una cappa particolare che spinge contro il foglio, attraverso numerosi fori, aria calda che è riaspirata, umida, in altri fori di diametro maggiore.

6.4 PATINATURA

In senso stretto del termine "patinatura" riguarda l'insieme di operazioni che hanno lo scopo di applicare su una o su entrambe le superfici del nastro di carta uno strato di rivestimento chiamato "patina" essenzialmente a base di un pigmento minerale e di un adesivo, seguito quasi sempre da un trattamento di lisciatura o calandratura.

Scopo principale di tale operazione è quello di ottenere un tipo di carta, in genere da stampa, alternativo alle carte naturali ma con caratteristiche migliori di stampabilità e di aspetto, il tutto a costi non troppo superiori, in modo da poter rispondere con successo alle sempre più pressanti e rigorose richieste del mercato nel senso della qualità e del prezzo.

Si parlerà qui solo della patinatura di carta per stampa, processo che si è andato sempre più affermando grazie all'impiego di pigmenti sempre più idonei, all'imponente sviluppo del settore delle resine sintetiche e della costruzione di nuovi tipi di macchine patinatrici, notevolmente migliorate nei settori della capacità produttiva e della qualità.

Con la patinatura si viene a spalmare sul supporto (su uno o ambedue i lati della carta) uno strato formato per la massima parte da pigmenti minerali, in genere molto fini, e da una quantità di adesivo necessaria per tenere legate le particelle di pigmento fra loro ed alla superficie del supporto, in modo che le stesse non vengano asportate in fase di stampa, quando si verificano azioni di strappo ("tiro") esercitate in diversa misura dagli inchiostri in fase di stampa, a seconda della loro composizione.

La patina riempie dunque le cavità livellando la superficie della carta e dando luogo a porosità molto piccole (microporosità) dell'ordine di alcune unità di micrometri, migliorando in tal modo la ricettività degli inchiostri da stampa. Ne consegue che, a causa del miglior contatto tra forma da stampa e superficie della carta, si ha una più fedele riproduzione dei punti del retino di stampa.

I pigmenti degli inchiostri, avendo una granulometria più grossa della porosità dello strato di patina, tendono a rimanere in superficie ed il veicolo (olio o solvente) è più facilmente assorbito attraverso i micropori.

La patina può migliorare inoltre alcune caratteristiche ottiche della carta, come lucido, bianco, opacità; deve regolare con opportuno dosaggio del legante la resistenza di strappo superficiale esercitato dagli inchiostri in fase di stampa, a causa della loro appiccicosità-viscosità e della velocità di separazione della forma di stampa dalla carta; permette di impiegare con migliori risultati, supporti cartari più economici, contenenti oltre alle paste chimiche, anche paste semichimiche e paste legno in notevoli quantità e fibre secondarie debitamente selezionate e depurate.

La patina, come è stato detto, si compone essenzialmente di pigmenti minerali e di adesivi, ma può contenere anche piccole quantità di altri prodotti (ausiliari) allo scopo di regolare il comportamento della patina durante la sua preparazione, applicazione ed essiccamento, o di migliorare le caratteristiche del prodotto finito in funzione dell'uso a cui questo è destinato, o entrambe le cose.

6.4.1 L'ACQUA

È il veicolo fondamentale dei componenti solidi e in dispersione delle patine. Il suo rapporto con i suddetti componenti, quello che in pratica viene chiamato “contenuto secco” oppure “percentuale in solidi”, ha grande importanza sul comportamento della patina nella macchina pattinatrice, e di conseguenza anche sulla qualità della carta finita.

6.4.2 IL CARBONATO DI CALCIO

Questo pigmento viene oggi impiegato nelle formulazioni di patina in misura sempre più importante in miscela con caolino e con altri pigmenti.

La ragione di questo aumento sta nel fatto che oltre alle sue caratteristiche peculiari quali: elevato fattore di riflettanza diffusa in campo blu, buon potere coprente e costo interessante, viene oggi prodotto per macinazione di roccia calcarea con granulometria altamente differenziata, tale da poter coprire le esigenze di una vasta gamma di carte patinate, da quelle con finitura decisamente matt, a quelle lucide. Naturalmente più la macinazione è fine, più alto è il grado di lucido che si può raggiungere. D'altra parte il carbonato di calcio ha la proprietà, questa volta negativa, di richiedere in caso di granulometria molto fine una elevata quantità di adesivo; tuttavia quando la sua proporzione è inferiore al 25% di pigmento, ad es. in miscela con caolino, questa maggiore domanda di adesivo non appare influente.

Diversamente dal caolino inoltre, le particelle del carbonato di calcio ottenuto per macinazione del calcare non hanno forma lamellare bensì cristallina di struttura varia. Esse tendono a disorientare quelle del caolino dando allo strato di patina una struttura porosa che si dimostrerà poi importante verso l'assorbimento degli inchiostri da stampa. Per contro questa caratteristica particellare facilita l'eliminazione dell'umidità presente nel supporto quando la carta viene sottoposta ad essiccamento forzato degli inchiostri (procedimento di stampa offset da bobina: roto-offset).

Nella stampa in offset da foglio invece il maggiore assorbimento di inchiostro che abbiamo ricordato, può portare ad un appiattimento dell'immagine quando si usano più colori (quadricromia).

6.4.3 AMIDI E LORO DERIVATI

Affinché questi prodotti siano adatti come adesivi è necessario ridurre la loro viscosità e la tendenza alla retrogradazione dell'amido nativo. La retrogradazione è causa di instabilità colloidale e di variazioni nelle caratteristiche reologiche. Per ottenere

questi due scopi o si modificano gli amidi nativi mediante enzimi, calore, ossidazione o altri trattamenti chimici, o si trasformano in derivati.

Gli amidi impiegati per la patinatura di numerosissimi tipi di carte permettono di ottenere paste di patina con un alto contenuto in solidi e nel contempo poco viscosi, ma conferiscono alla patina scarsa resistenza all'acqua. Questa caratteristica negativa ha importanza per le carte che devono essere stampate a più colori in offset, meno importanza per quelle stampate in rotocalco o in tipografia. La resistenza ad umido può essere aumentata usando additivi come gliossale o resine urea, o melamminoformaldeide.

6.4.4 LATTICI SINTETICI

I lattici sintetici costituiscono oggi la categoria principe dei leganti per patina. Sono “nati e cresciuti” parallelamente alla patinatura moderna ed hanno contribuito con la loro varietà e flessibilità di applicazione ad ottenere gli attuali risultati in questo settore dell'industria cartaria che deve adeguarsi sempre di più ai livelli qualitativi raggiunti dall'industria grafica.

I lattici sintetici possono essere definiti come una dispersione di un polimero o di un elastomero in acqua e sono ottenuti normalmente mediante polimerizzazione in emulsione.

Per le loro indubbe favorevoli caratteristiche essi sono impiegati sempre più largamente nelle formulazioni delle patine per migliorarne il comportamento e favorire il raggiungimento di determinate caratteristiche nella carta patinata. Generalmente sono usati in combinazione con piccole quantità di leganti naturali (coadesivi) sia perché se impiegati da soli possono presentare qualche problema come: viscosità troppo bassa e scarsa ritenzione d'acqua, sia per il loro costo ancora relativamente elevato.

Da quel poco che abbiamo detto fin qui appare evidente che i lattici sintetici avranno una loro marcata influenza sulle caratteristiche delle patine in fase di preparazione e di lavorazione nonché su quelle impartite alla superficie della carta patinata.

A tale proposito ricordiamo la bassa viscosità conferita alla patina; ciò permette un alto contenuto di solidi, la facilità di manipolazione, la facilità di eliminazione dell'acqua per evaporazione.

Per quanto riguarda le superfici delle carte patinate con i lattici sintetici si possono ottenere: liscio e lucido più elevati, flessibilità superiore con umidità ridotta, minore tendenza all'imbarco (curling) specialmente per le carte patinate su un solo lato, più elevata resistenza allo strappo superficiale, migliori stampabilità e resistenza allo sfregamento ad umido.

I principali tipi di lattici sono:

- acrilici e copolimeri acrilici
- stirolo-butadiene
- butadiene-acrilonitrile
- polivinilacetati.

Attualmente siamo in presenza di una lenta ma continua sofisticazione dei lattici avente lo scopo di rispondere sempre meglio alle richieste della patinatura ad alta velocità.

6.4.5 IMBIANCANTI OTTICI

Gli sbiancanti o candeggianti ottici sono sostanze fluorescenti, cioè dotate della proprietà di assorbire la radiazione UV, non visibile, e riemetterla con una energia inferiore, ossia con una lunghezza d'onda superiore, nel blu o violetto visibile. Così, a parità di luce incidente, aumenta la quantità di luce visibile riflessa dal foglio, che quindi appare all'occhio più bianco di quanto non lo sia effettivamente. A seconda della lunghezza d'onda con cui la radiazione UV viene rimessa, si dice che lo sbiancante ha una fiamma blu o rossa. Lo sbiancante deve disporre di una sostanza supporto su cui fissarsi: proteina, amido, CMC, alcool polivinilico. La presenza di biossido di titanio fra i pigmenti neutralizza l'effetto dello sbiancante e lo rende inutile, perché il biossido di titanio assorbe l'UV e sottrae quindi la radiazione UV necessaria al funzionamento degli sbiancanti. Per valutare l'effetto dello sbiancante si deve misurare il bianco della superficie alternativamente con e senza filtro UV interposto. Con il filtro interposto si intercetta la radiazione UV, per cui l'effetto dello sbiancante in assenza di UV verrà meno e il bianco risulterà inferiore a quello misurato senza filtro. La differenza di bianco con e senza filtro misura quindi l'efficacia dello sbiancante. Gli sbiancanti possono essere a saturazione: aumentandone la quantità, l'effetto aumenta fino a un certo punto per arrestarsi e quindi calare a dosaggi crescenti. Sono disponibili anche sbiancanti che consentono di incrementare il bianco, aumentando il dosaggio senza che si raggiunga la saturazione. Gli sbiancanti vanno usati con precauzione, evitandone il contatto e l'aspirazione, essendovi ancora incertezza degli effetti sull'organismo umano.

6.4.6 PATINATURA IN MACCHINA

I primi impianti per la patinatura in macchina vennero realizzati in Europa subito dopo la seconda guerra mondiale. La richiesta sempre più alta di carte patinate a prezzi economici aveva costretto i fabbricanti a ideare sistemi di patinatura ad alta velocità

(lama flessibile) che consentivano la patinatura in linea con la macchina continua, dando vita a dei prodotti definiti patinate moderne.

Visto che le patinatrici hanno ora velocità produttive notevolmente superiori alla continua e per poter stendere più di uno strato di patina per lato, si è tornati a considerare se valga la pena mantenere le due macchine in linea.

Dividendo le due operazioni, come già descritto, si è costretti a sbobinare il prodotto a fine macchina ed a reintrodurlo in patinatrice con un impiego maggiore di manodopera e creando dello scarto. Per contro quando la patinatrice è in linea con la continua, qualsiasi arresto o limitazione produttiva (cambio tela, feltri,...) obbliga a fermare anche l'impianto di patinatura.

6.4.7 METERING BAR

Questo sistema, è costituito da un cilindro applicatore che deposita sul foglio un eccesso di patina, che verrà poi laminata da una barra metallica di diversa struttura superficiale, che ruota in senso opposto a quello della carta.

Per il buon funzionamento, la barra è adagiata, con differenti sistemi, in una sede elastica costruita in gomma o plastica. La pulizia continua della metering bar è resa possibile dalla particolare forma del porta barra, che permette una circolazione di acqua, che andrà a contatto con la parte inferiore della stessa, senza interferire con la patina.

I fattori che influenzano la qualità applicata sono:

- caratteristiche del supporto (assorbente e rugosità);
- concentrazione, viscosità e proprietà reologiche della patina;
- velocità del foglio;
- diametro e tipo di barra;
- tensione del foglio;
- velocità periferica della barra in relazione a quella del foglio.

La barra può essere di tre tipi: spiralata, tornita o liscia.

Con la barra liscia si possono applicare oltre 7 g/m², mentre con quella spiralata si va abbondantemente oltre i 14 g/m². Ciò è reso possibile grazie al fatto che il canale della spiralatura si riempie di patina dosandone sul foglio una quantità maggiore rispetto alla barra liscia.

Tuttavia il sistema di applicazione della metering bar, con il passare del tempo sta perdendo la sua importanza, a causa dell'aumento della larghezza e della velocità delle macchine continue. Non essendo il foglio supportato dietro il punto di contatto con la

barra, ne consegue che avere una regolazione perfetta sia in senso trasversale che longitudinale, è molto problematico. Infatti, si preferisce impiegare tale sistema per la produzione di cartoni, dove le continue girano a velocità ridotte.

6.4.8 PATINATRICE A LAMA

Un cilindro metallico rivestito di gomma, immerso per la metà del suo diametro in una vaschetta contenente patina. Ruotando in senso di marcia del foglio, regolato ad opportuna distanza e velocità, dosa un eccesso di patina sullo stesso.

Il tempo di contatto patina-foglio, prima che venga raschiato l'eccesso, è abbastanza lungo; mentre la distanza cilindro foglio oscilla fra 0.3-1.5 mm.

La flessibilità della lama le consente di flettersi sotto la pressione esercitata. Anche il rullo patinatore essendo rivestito di gomma sintetica, subisce nel punto di contatto con la lama una lieve deformazione per effetto della pressione. Questo cilindro ha diametri molto variabili che vanno da 30 cm fino a superare il metro, e la sua superficie richiede una precisa rettifica.

Le posizioni della lama sono diverse: essa può poggiare di punta rispetto al cilindro patinatore, piatta, tangenzialmente al patinatore o con angolo $>$ di 0 dovuta alla pressione che la flette, o in posizione ad "S".

VARIAZIONI DELL'APPORTO PATINA

L'apporto della patina è influenzato dall'angolo con cui la lama agisce sul foglio, dalle caratteristiche reologiche, dalla velocità della patinatrice, ma anche dalla ricettività del supporto.

Durante il processo di patinatura si deve evitare che l'eccesso di patina eliminato dalla lama che è già stato a contatto con la carta si mescoli con la patina in arrivo nella vaschetta. Ciò viene ovviato se la quantità di patina che alimenta la testa è molto maggiore di quella in eccedenza sul foglio. Dalla vaschetta quel che resta torna al polmone di alimentazione previa filtrazione dalle fibre staccatesi dal foglio e da eventuali grumi.

Fattore di primaria importanza è la distanza fra l'applicazione e la lama considerato che la penetrazione del fluido nel supporto è proporzionale alla radice quadrata del tempo intercorso tra i due punti. Sia nel caso la penetrazione sia molto progredita sia che lo sia troppo poco, risulterà difficile poter distribuire uno strato di patina di qualità accettabile.

6.4.9 RAGGI INFRAROSSI

Sono costituiti da elementi a piastra, assemblabili per le varie larghezze dei nastri di carta e costituiti in file normalmente accoppiate.

Vengono usati raggi infrarossi con alte percentuali di lunghezza d'onda corta e sviluppano temperature che superano i 2000 °C, con ventilazione forzata per l'asportazione di vapori.

Questo sistema, permette un rapido trasferimento dell'energia termica direttamente sul foglio senza riscaldare l'aria di circolazione.

L'efficienza di tale asciugamento è calcolata fra 40% e l'80% dell'energia impiegata. Bisogna trovare un giusto equilibrio, prima di arrivare al punto di gel della patina, perché il lattice, sotto l'azione di forze intermolecolari, ha la tendenza a migrare per punti, o all'interno del foglio oppure in superficie creando l'indesiderato problema del mottling, (la cattiva stesura della patina, causa una distribuzione irregolare dell'inchiostro).

Se l'evaporazione è troppo veloce, il lattice tende a seguire l'acqua di evaporazione, e si accumula irregolarmente in superficie, mentre se è troppo lenta, tende a penetrare per punti nel supporto, compromettendo di conseguenza la regolarità superficiale.

6.5 LISCIATURA

Quando la carta lascia la seccheria ha le superfici ruvide e lo spessore non è sufficientemente omogeneo per cui non è sempre atta a certe lavorazioni successive, come la stampa. La liscia di macchina ha lo scopo di modificare la qualità della superficie della carta spianandola, rendendola cioè più liscia e di spessore più uniforme. È bene però subito precisare che questa operazione non ha lo scopo di eliminare difetti eventualmente originati in precedenza. Infatti la composizione fibrosa, la formazione del feltro fibroso, la pressatura, l'essiccamento e la liscatura contribuiscono uno indipendentemente dall'altro alla struttura finale della carta. Pertanto se viene causato un difetto durante una delle operazioni è difficile, se non impossibile, effettuare la sua correzione in operazioni susseguenti.

La liscia è costituita da una serie di cilindri sovrapposti montati tra robuste spalle e ruotanti a contatto uno con l'altro, tra i quali passa il nastro di carta. I cilindri sono di ghisa fusa in conchiglia, con superficie lucida a specchio, in numero da due a dieci, a seconda delle esigenze. Il cilindro inferiore, ha un diametro maggiore ed è l'unico co-

mandato, gli altri ruotano per attrito e sono premuti da meccanismi che agiscono sui supporti del più alto, e servono anche per sollevare i cilindri. Talvolta la liscia ha il cilindro inferiore a bombatura variabile. L'operazione di lisciatura tenta di riprodurre la superficie liscia dei cilindri sulla superficie della carta mediante una pressione sufficiente a causare uno schiacciamento del foglio. Le forze di pressione, che si esercitano nelle zone di contatto tra le due superfici rigide dei cilindri tendono a ridurre lo spessore della carta, dando luogo ad un aumento della massa volumica.

A causa della rigidità delle superfici che esercitano la pressione, la carta tende ad essere lisciata a spessore uniforme, per cui le piccole eccedenze locali di grammatura (fiocchi o conglomerati di fibre) sono compresse in modo che lo spessore in questi punti diventi uguale a quello delle zone nelle quali la grammatura è minore.

7. CARATTERISTICHE DEL CARTONCINO

7.1 RESISTENZA INTERNA

Si può determinare in modo semplice la resistenza interna facendo aderire le due superfici di una striscia di carta a due strisce di nastro adesivo. Questo permette di determinare il carico necessario per separare la carta in due strati. La determinazione però è poco precisa, perché il carico agisce su un numero limitato di fibre alla volta e quindi, l'indicazione del dinamometro oscilla entro limiti abbastanza ampi.

La resistenza interna può essere determinata misurando il lavoro necessario per separare in due strati un pezzo della carta in esame avente area stabilita.

L'apparecchio comprende un pendolo a forma di martello, il cui perno è montato su cuscinetti a sfere. Al basamento si fissa una piastra sulla quale si applicano nell'ordine: un pezzo di nastro biadesivo; la provetta, avente forma quadrata con lato di un pollice; un altro pezzo di nastro biadesivo; un angolare di alluminio, con angolo di 90° e i due lati di forma quadrata, sempre delle dimensioni di un pollice. Si preparano cinque piastre alla volta. Il martello cade contro il lato verticale dell'angolare, staccandolo di netto dalla piastra. Il distacco avviene nella zona più debole, che è la carta, la quale si divide in due strati, uno rimasto aderente alla piastra, l'altro all'angolare. Il lavoro speso nell'operazione viene letto sulla scala, in corrispondenza dell'indice. Il valore rilevato deve essere il più alto possibile, in modo tale da avere una minore tendenza a generare blistering.

7.2 RESISTENZA ALLO STRAPPO

Gli apparecchi di stampabilità di cui ci occuperemo sono usati per prove di stampa in tipografia ed in offset. In realtà tali apparecchi sono costruiti per simulare la stampa tipografica; tuttavia essi sono usati anche per prove di stampa in offset, con alcune piccole varianti e con la limitazione che non è possibile riprodurre gli effetti dovuti alla presenza dell'acqua di bagnatura. In questi apparecchi le parti costruttive e le singole operazioni sono semplificate al massimo; in particolare le principali variabili della stampa, cioè velocità, pressione, spessore dello strato d'inchiostro, sono regolate a valori esattamente conosciuti. È quindi possibile ottenere risultati riproducibili, anche se

la stampa è fatta con una provetta di piccole dimensioni e su un'area di poche decine di centimetri quadrati. Tale prova ha lo scopo di determinare l'adesione tra patina e supporto, in modo da fornire allo stampatore un prodotto non idoneo alle caratteristiche richieste. Infatti se il valore si rivelasse al di sotto dello standard previsto, darebbe origine a problemi in fase di stampa, tali da dover rallentare la macchina o intervenire su tiro dell'inchiostro o viscosità di quest'ultimo.

7.3 LISCIO

La superficie della carta, anche quella meglio livellata, presenta sempre delle irregolarità sottoforma di solchi o avvallamenti. I trattamenti meccanici a cui possiamo sottoporre il foglio formato sono, liscivatura, calandratura o l'asciugamento a contatto con mantelli speculari come nel nostro caso tramite cilindri detti monolucidi, possono migliorare notevolmente il livellamento della superficie.

Anche il tipo di impasto influisce sul liscio, infatti le cellulose al solfito generano carta con un liscio più alto, dato che il foglio è più elastico quando è umido.

I lisciometri più utilizzati sono quelli ad aria, nei quali si fa passare una corrente d'aria fra la superficie della carta e un'altra superficie dura e perfettamente liscia come il vetro. L'aria passa negli interstizi esistenti fra le irregolarità superficiali del foglio, in quantità tanto minore quanto minori saranno gli interstizi, cioè quanto più liscia è la carta.

7.4 PLANARITÀ

L'umidità relativa dell'ambiente, o per meglio dire la differenza fra questa e l'umidità relativa di equilibrio della carta, danneggia la planarità di questa provocando nei fogli deformazioni che impediscono loro di rimanere ben distesi

Quando l'umidità relativa dell'ambiente è maggiore di quella di equilibrio della carta, le risme o le pile di fogli si deformano nella parte esterna, perché l'orlo dei fogli assorbe rapidamente l'umidità dell'ambiente ed aumenta la sua lunghezza, mentre il centro mantiene invariata la sua umidità e le sue dimensioni. Ciò provoca la comparsa di ondulazioni, spesso molto pronunciate, che nella maggior parte dei casi scompaiono quando si condizionano o si arieggiano i fogli. Se però non si elimina rapidamente

l'inconveniente, possono avvenire modificazioni nella struttura del foglio, che rendono permanenti le ondulazioni.

7.5 IMBARCAMENTO

È un fenomeno complesso causato essenzialmente dal diverso comportamento che i due o più strati da cui è formato il foglio di carta, la copertina ed il retro, hanno rispetto alle variazioni di umidità dovute al cambiamento di umidità relativa dell'ambiente.

La diversità di comportamento dei due lati del foglio può avere diverse cause. Una di queste è l'orientamento delle fibre, ma il fattore che influisce maggiormente è l'andamento in seccheria. Se l'essiccamento del foglio avviene in modo disuniforme sui due lati del foglio, per esempio uno di questi diventa secco all'aria prima dell'altro, si manifestano delle tensioni interne nello spessore del foglio, che lo rendono suscettibile all'imbarcamento.

7.6 GRADO DI BIANCO

Fra le caratteristiche ottiche il grado di bianco o il colore della carta contribuisce in modo fondamentale a creare un opportuno contrasto rispetto al colore dell'immagine stampata. Una carta si definisce bianca quando riflette, uniformemente su tutto lo spettro almeno il 50% della luce incidente. Il grado di bianco viene misurato con lo spettrofotometro Elrepho, nel quale l'illuminazione è realizzata con una sfera di integrazione che riceve la luce da due lampade allo xeno.

Un sistema per aumentare il bianco della carta è quello di aggiungere imbiancanti ottici, che vengono eccitati dalle radiazioni ultraviolette e, per fluorescenza, emettono radiazioni dello spettro del visibile, aumentando la quantità di luce riflessa dalla carta per cui la carta appare più bianca.

8. ALLESTIMENTO

Nel gergo cartario con il termine “allestimento” si comprendono tutte le operazioni alle quali è sottoposto il nastro continuo di carta dopo che esso ha lasciato la macchina fino alla spedizione all’utente che può essere lo stampatore, il trasformatore, il grossista.

Pertanto il nastro di carta arriva nel reparto allestimento sotto forma di rotolo e viene spedito all’utente o sotto forma di bobina o di fogli.

Quando la carta è avvolta su se stessa sopra rulli metallici propri della macchina operatrice (liscia, calandra, pattinatrice) forma un “rotolo”; allorché la carta è invece avvolta sopra un tubo di cartone o di materia plastica, etc., che è “a perdere” a differenza del rullo metallico, forma una “bobina”.

I procedimenti inerenti a questa lavorazione possono riguardare schematicamente:

- riarrotolatura;
- calandratura;
- bobinatura;
- formazione fogli;
- ispezione, cernita;
- imballo, etichettatura.

Come si rileva dall’elenco, non esaustivo, l’allestimento comprende:

1. operazioni che hanno lo scopo di migliorare le caratteristiche superficiali (es. calandratura)
2. operazioni effettuate al fine di ridurre il nastro di carta in dimensioni e in confezioni adatte all’uso finale cui il prodotto è destinato, previa ispezione, e conteggio dei fogli.

In realtà le operazioni che hanno lo scopo di migliorare le caratteristiche superficiali della carta dovrebbero essere considerate sotto il termine di “nobilitazione”, in quanto in effetti abbelliscono l’aspetto del manufatto, rendendolo più lucido e liscio e migliorano le proprietà d’uso, in particolare la stampabilità. La calandratura dovrebbe essere considerata alla stregua della patinatura.

Nel termine “allestimento”, a rigor di logica, dovrebbero rientrare invece tutte quelle operazioni che servono a preparare la carta in modo da renderla idonea al trasporto e al magazzinaggio e all’impiego finale.

L’allestimento deve essere effettuato molto accuratamente perché, se da una parte è necessario avere a disposizione per l’impiego una carta ben fabbricata e con ben de-

terminati requisiti di resistenza, bianco, opacità, macchinabilità, stampabilità, etc., d'altra parte è altrettanto importante che le bobine e i fogli abbiano il formato corretto, che siano esenti da detriti fibrosi (spolvero) provenienti dal taglio, che le giunte nelle bobine siano eseguite a regola d'arte, che le risme e bobine siano imballate in modo appropriato per evitare il più possibile i danneggiamenti per trasporto e magazzino ed anche scambi di umidità tra interno ed esterno e viceversa.

Il manufatto deve arrivare all'allestimento in buone condizioni e cioè esente da difetti come per es. grammatura o collatura non appropriati, disuniforme contenuto di umidità, sporco o macchie prodotti in fabbricazione, imbarcamento o raggrinzimenti, ecc.

8.1 BOBINATURA E RIARROTOLATURA

La carta dopo che è stata arrotolata alla fine della macchina, o della calandra, deve essere sbobinata allo scopo di:

1. sistemare le rotture che si sono verificate durante la fabbricazione mediante giunte "ad hoc", in modo che il prodotto possa essere trasformato o stampato senza inconvenienti. Nell'esecuzione della giunta, effettuata mediante nastri adesivi, termoadesivi o autoadesivi, devono essere curati con molta attenzione il parallelismo dei due spezzoni e l'assenza di pieghe e di rughe;
2. dare un giusta tensione al nastro che si avvolge, in modo che la bobina abbia la durezza corretta. Se questa è bassa la bobina è facilmente danneggiata durante il trasporto e crea problemi all'utilizzatore; se è elevata può determinare delle rotture ("scoppi") all'interno della bobina; se non è uniforme per tutto lo spessore della bobina si creano dei bordi ondulati;
3. tagliare ed eliminare, per qualche centimetro, i bordi della bobina che non sono mai regolari;
4. tagliare e quindi suddividere il rotolo in bobine nell'altezza richiesta dall'utilizzatore.

Per attuare questi tagli la bobinatrice è provvista di coltelli circolari opportunamente distanziati. I dispositivi più impiegati sono:

i coltelli a "cesoia", cioè una lama e una controlama circolari disposte una sull'altra: esse devono essere ben rettificate e taglienti; i punti di contatto col foglio devono essere allineati secondo una retta orizzontale in modo che in

tutti i punti il foglio sia assoggettato contemporaneamente all'azione di taglio;

i coltelli a "incisione"; in questo caso il coltello con bordo tagliente liscio è premuto contro la carta che gira attorno ad un cilindro, "controcoltello", costituito da un albero sul quale sono state montate delle bussole, lucidate a specchio, in lega speciale di acciaio di durezza e resistenza superficiale elevate, poste in corrispondenza del relativo coltello.

I coltelli devono lavorare in modo da evitare spolverio ai bordi della bobina. Le bobinatrici sono inoltre dotate, per un corretto funzionamento, di un guidacarta regolabile, di una barra stenditrice, di un cilindro di pressione per far aderire le spire che si vengono formando e di un sistema di frenatura per regolare la tensione di svolgimento-avvolgimento.

La velocità della bobinatrice è da due volte e mezzo a tre volte quella della continua, in modo da poter fare le giunzioni e regolare i coltelli, caricare il rotolo e scaricare la bobina, tenendo il passo con la produzione della macchina.

Le bobine sono spedite al cliente dopo opportuno imballaggio oppure sono calandrate o patinate oppure tagliate in fogli.

In taluni casi la bobinatrice, molto semplificata, funziona soltanto da riarrotolatore, per preparare il rotolo a successive lavorazioni, come la patinatura o la calandratura, mediante lo svolgimento dei compiti di cui ai punti a) e b), senza riduzioni di formato e di diametro.

8.2 TAGLIERINE ROTATIVE

Il taglio longitudinale è attuato allo stesso modo di quello descritto nella bobinatura, mediante coltelli circolari rotanti.

Il taglio trasversale può essere effettuato in due modi:

1. mediante una lama, incastrata in un cilindro metallico, che nella sua rotazione sfiora, ad ogni giro, un controcoltello fisso. La carta avanza a velocità costante, per cui la lunghezza del foglio è fissata dalla velocità periferica della lama rotante;
2. mediante due lame rotanti sincronizzate; questo sistema dà una precisione di taglio superiore e un taglio più netto, e quindi probabilità di spolvero inferiore.

L'operazione può essere effettuata svolgendo contemporaneamente più bobine in modo da tagliare nello stesso tempo più nastri di carta sovrapposti. Il numero delle bobine varia in funzione della grammatura, della resistenza al taglio della carta, del livello desiderato di ispezione automatica dei difetti (infatti se solo un foglio viene riscontrato difettoso tutto l'insieme dei fogli tagliati nello stesso istante vengono eliminati, per cui può essere necessaria una ulteriore ispezione manuale per il recupero del materiale regolare).

Le taglierine possono essere "simplex" o "duplex": il primo tipo dà luogo ad un solo formato, mentre il tipo duplex ha due lame trasversali indipendenti, e quindi con velocità periferiche diverse, in modo da ottenere nella stessa lavorazione formati differenti.

Se le lame trasversali sono disposte con un angolo diverso dal retto, rispetto alla direzione del nastro, si ottengono i formati "a rombo" che servono per la confezione delle buste.

9. LA MACCHINA DA STAMPA

La macchina da stampa è uno strumento meccanico per mezzo del quale i grafismi contenuti su una forma di stampa vengono trasferiti, per un numero di volte qualsiasi, su un materiale di supporto, utilizzando un opportuno elemento di contrasto (l'inchiostro).

La macchina da stampa è essenzialmente riconducibile ad una pressa. La stampa avviene per mezzo della pressione esercitata tra il supporto e la forma da stampa, o tra il supporto e l'elemento intermedio.

Ogni macchina è in grado di generare la pressione in maniera diversa ed ogni procedimento di stampa richiederà pressioni diverse in funzione del supporto utilizzato.

I modi per applicare la pressione di stampa sono svariati e sono frutto di una evoluzione continua, a partire dal torchio di Gutenberg fino alle odierne rotative; via via si sono studiate tecniche che permettessero di applicare la pressione necessaria al trasferimento dell'inchiostro con soluzioni sempre più veloci ed affidabili.

La tecnica con cui si applica la pressione di stampa determina le caratteristiche costruttive della macchina, la potenzialità ed i limiti della stessa.

9.1 LA MACCHINA OFFSET DA FOGLIO

La macchina offset da foglio rappresenta il modello più orientato al settore della stampa commerciale, della stampa editoriale e della cartotecnica.

In generale possiamo affermare che due sono i vantaggi fondamentali della macchina da foglio rispetto a quella a bobina:

- la varietà dei formati di carta stampabili (entro un valore minimo e massimo)

- la semplicità di avviamento e quindi la convenienza economica alle basse tirature.

Esiste un'ampia gamma di macchine, classificabili per formato massimo di carta stampabile e per numero di elementi di stampa (colori stampabili in un solo passaggio della carta in macchina).

In base a questo criterio possiamo quindi classificare le macchine in:

macchine di piccolo formato (cm 35x50) monocolori, adatte per stampare modulistica in genere (stampati fiscali e intestati), piccoli lavori commerciali (biglietti da visita, inviti, schede) e lavori di piccolo formato e tiratura limitata;

macchine di formato medio (cm 70x100) a 4, 5 o 6 colori, più adatte alla stampa di pieghevoli, cataloghi e simili;

macchine di grande formato (da cm 100x140 a 120x160) a 4 o più colori, per la stampa editoriale e cartotecnica.

Il termine inglese “offset” sta ad indicare un'altra caratteristica fondamentale di questa macchina, ovvero di utilizzare il trasferimento indiretto. Infatti non vi è un contatto diretto tra la forma e il supporto, ma esiste un cilindro intermedio in materiale deformabile (resiliente), chiamato comunemente caucciù. Questa particolarità permette alla macchina offset di stampare con buoni risultati qualitativi anche su supporti non perfettamente lisci e di poter utilizzare quindi carte marcate, vergate, goffrate e comunque non lisciate.

La macchina da foglio monocolori può essere divisa in tre grosse unità:

il mettifoglio e gli organi di registro: dispositivi che hanno lo scopo di prelevare i singoli fogli dalla pila e introdurli nell'elemento stampa;

l'elemento stampa, che comprende il gruppo di bagnatura, il gruppo di inchiostrazione, il cilindro portaforma, il cilindro portacaucciù, il cilindro di pressione;

gli organi di uscita: dispositivi che hanno il compito di prelevare il foglio stampato, accompagnarlo all'uscita e ricomporre la pila.

9.2 LA MACCHINA OFFSET DA BOBINA

Alimentare le macchine da stampa con una bobina di carta porta a una notevole serie di vantaggi. In primo luogo si eliminano tutti i movimenti alternati, tipici dell'alimentazione a foglio, rendendo la macchina più semplice ed elevando così la velocità massima raggiungibile. Un altro grande vantaggio è di poter inserire una piegatrice in linea, per ottenere come semilavorato una segnatura già piegata, stampata in bianca e volta.

L'alimentazione a bobina è stata da sempre prerogativa dei sistemi di stampa roto-calco (dove la forma è cilindrica) e flessografica (forma rilievografica flessibile); soprattutto per la stampa di cataloghi, riviste e imballaggio flessibile.

Per ciò che riguarda la tipografia invece si è dovuto studiare un sistema di conversione della forma da piana in semicircolare (stereotipia), ma questo processo ormai non è più interessante neppure per l'industria del quotidiano, dove aveva trovato la sua massima applicazione.

L'utilizzo di rotative da bobina anche per l'offset è relativamente più recente, ma ha avuto una crescita molto forte negli ultimi trent'anni, di pari passo con la nascita e lo sviluppo degli inchiostri a rapida essiccazione.

Il principio base di stampa è lo stesso delle macchine da foglio, mentre è totalmente diverso il sistema di alimentazione; inoltre un notevole numero di equipaggiamenti ausiliari permette di "elaborare" il semilavorato, al punto da renderlo quasi un prodotto finito.

Le prime macchine offset alimentate da bobina erano monocolori o bicolori e venivano usate per lavori dove non era richiesta una particolare qualità. Con lo sviluppo tecnologico degli inchiostri e la conseguente adozione di opportuni sistemi di essiccazione, si è avuto un notevole sviluppo di tutte le parti e dei prodotti delle rotative, fino ad arrivare alla competitività con le macchine da foglio, sia sotto il profilo della qualità di stampa che della convenienza di costo-copia anche per tirature non molto elevate.