



Esame di fine corso

Cod. Progetto 4262/2/668/2015 - Cod. Intervento 4262/003/636/DEC/22
Titolo: Tecnico per la gestione di impianti di produzione della carta
Sede del corso: Verona - VR - 37138 - Via Don Giovanni Minzoni, 50

La produzione del "solid board"

di Vasco Pierangelo



Scuola Interregionale
di tecnologia per tecnici Cartari

Istituto Salesiano «San Zeno» - Via Don Minzoni, 50 - 37138 Verona
fcs.istitutosalesianosanzeno.it - scuolacartaria@sanzeno.org

INDICE

1. INTRODUZIONE

1.1 Premessa

2. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEL TAMBURO FORMATORE

2.1 Tipologie di applicazione dello stato fibroso sulla tela del tamburo.

2.1.1 Formazione mediante cassa a immersione

2.1.2 Formazione mediante cassa a “secco” o a “settore”

2.1.3 Formazione mediante sistemi sotto vuoto

3. TRASFERIMENTO DEL MANTO FIBROSO SUL FELTRO PONITORE

4. PRODUZIONE DEL SOLID BOARD

4.1 Macchina continua per la produzione del Solid board.

4.1.1 Macchina in tondo a più tamburi

4.1.2 Macchine composite

4.1.3 Macchina in tondo con pressa formato

4.2 Processo produttivo passato

4.3 Processo produttivo moderno

5. BIBLIOGRAFIA

1. INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA:

Scopo di questa tesina è lo studio della produzione di cartoncino grigio riciclato per mezzo dei tamburi formatori, i quali rappresentano una tecnologia passata ma necessaria per realtà che producono manufatti speciali.

Tale tecnologia è stata abbandonata dalla maggior parte delle Cartiere impegnate nella produzione di cartoncino per imballaggio; infatti, fino a quando si lavorava con velocità vicino ai 300 m/min, usare questo sistema di formazione era molto usuale, ma da quando è subentrata l'elettronica si è assistito ad un aumento significativo delle velocità in gioco, facendo diventare i tamburi il collo di bottiglia di molte macchine continue.

È da sottolineare il fatto che la formazione tramite tamburi creatori, è impiegata, oltre da chi produce alte grammature, anche da tutte quelle realtà che producono carte speciali.

Per esempio, con questa tecnologia si possono produrre carte leggere con una filigranatura di ottima qualità, ottenuta cucendo o saldando sul tamburo stesso i disegni desiderati.

Si possono produrre anche carte dette "a mano-macchina" dove, applicando delle apposite strisce cerate sui bordi del tamburo, si ottiene una carta con bordi sfrangiati, la quale ricorda appunto le carte che si fabbricavano a mano.

Inoltre, ci sono produzioni come quella del "solid board" e di altre tipologie di cartone, come quello per calzature, che richiedono l'utilizzo di particolari configurazioni di macchina in tondo che vedremo più avanti.

Prima di addentrarci nella spiegazione di queste tipologie di macchine è bene definire il concetto di tamburo formatore e delle sue evoluzioni strutturali avute nel tempo.

2. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEL TAMBURO FORMATORE.

Dal punto di vista costruttivo, il tamburo di una macchina in tondo è costituito da un robusto albero centrale su cui sono montate delle razze, ai cui estremi sono fissati degli anelli di ottone dello spessore di 4 mm.

Sulla superficie del cilindro sono disposte longitudinalmente delle aste di bronzo distanziate fra di loro di circa 15 mm, alte 10 mm e dello spessore di 4 mm. Queste sono fissate entro scanalature che sono praticate negli anelli circolari e vengono a trovarsi disposte parallelamente all'asse del cilindro.

Due anelli terminali del tamburo tengono le estremità di queste bacchette.

Sulle bacchette di ottone la cui superficie esterna è leggermente curvata viene applicata una rete metallica.

Tutto l'insieme costituisce la struttura del tamburo sul quale viene poi montata la tela metallica.

La tavola dei tamburi deve essere larga quanto la larghezza del nastro di carta da produrre più il ritiro trasversale calcolato in ragione di 1,7% più 150 mm al minimo per il feltro.

Per limitare il formato del nastro carta che si intende produrre, si possono disporre agli estremi delle strisce di tela cerata oppure si possono applicare degli ugelli che spruzzino dei getti d'acqua sulla sezione di tela desiderata così da non far aderire il feltro fibroso su quest'ultima.



2.1 TIPOLOGIE DI APPLICAZIONE DELLO STRATO FIBROSO SULLA TELA DEL TAMBURO.

2.1.1 FORMAZIONE MEDIANTE CASSA A IMMERSIONE.

Questa tipologia di cassa rappresenta la prima concezione di applicazione del manto fibroso su tamburo formatore.

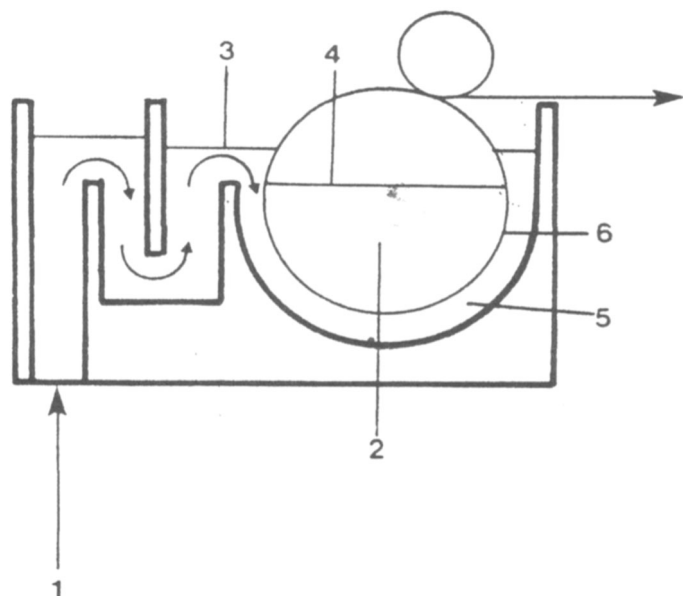
Quest'ultimo viene immerso per $\frac{2}{3}$ in una vasca alimentata in continuo da una sospensione fibrosa diluita a concentrazione tra lo 0,1% e lo 0,8%, tenuta a livello costante.

Le testate del cilindro fanno tenuta contro le rispettive pareti della vasca, mentre il mantello è ricoperto da una tela metallica

L'acqua drena attraverso la tela all'interno del tamburo, da dove si scarica tramite una chiave posizionata sul fianco.

Contemporaneamente, per la differenza tra il livello esterno e quello interno del tamburo, si viene a determinare una pressione statica, la quale fa sì che le fibre si depositino sulla superficie della tela via via che questa si immerge nella sospensione fibrosa contenuta nella vasca.

Naturalmente la velocità, con la quale l'acqua fluisce attraverso il feltro fibroso in formazione, diminuisce all'aumentare dello spessore del feltro fibroso stesso. La pressione statica determinatasi permette alle fibre che si sono depositate sulla tela di rimanervi aderenti.



Schema principio di formazione del feltro fibroso:

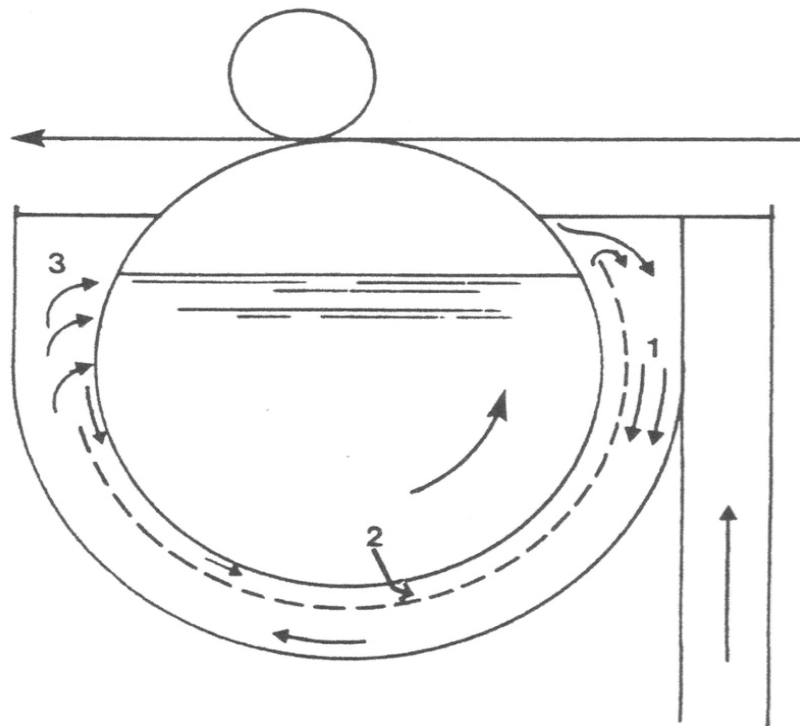
1. Alimentazione
2. Scarico
3. Livello Esterno
4. Livello Interno
5. Vasca
6. Tamburo

L'entrata della sospensione fibrosa nella cassa può essere di due tipologie, ovvero:

CONTROCORRENTE:

In questo caso il flusso della sospensione è in direzione contraria a quello del senso di rotazione del tamburo, per cui:

- a. La formazione del foglio avviene nella zona in cui la concentrazione della sospensione è maggiore, dando luogo così ad un nastro di carta con grammature e spessori più elevati.
- b. Il feltro fibroso già formato subisce un dilavamento di fibre non uniforme in tutti i punti per cui si ottiene un nastro di carta con grammatura e spessore variabili da punto a punto. La formazione di zone morte nella vasca provoca inoltre un accentuata flocculazione con conseguente sfera nuvolosa.

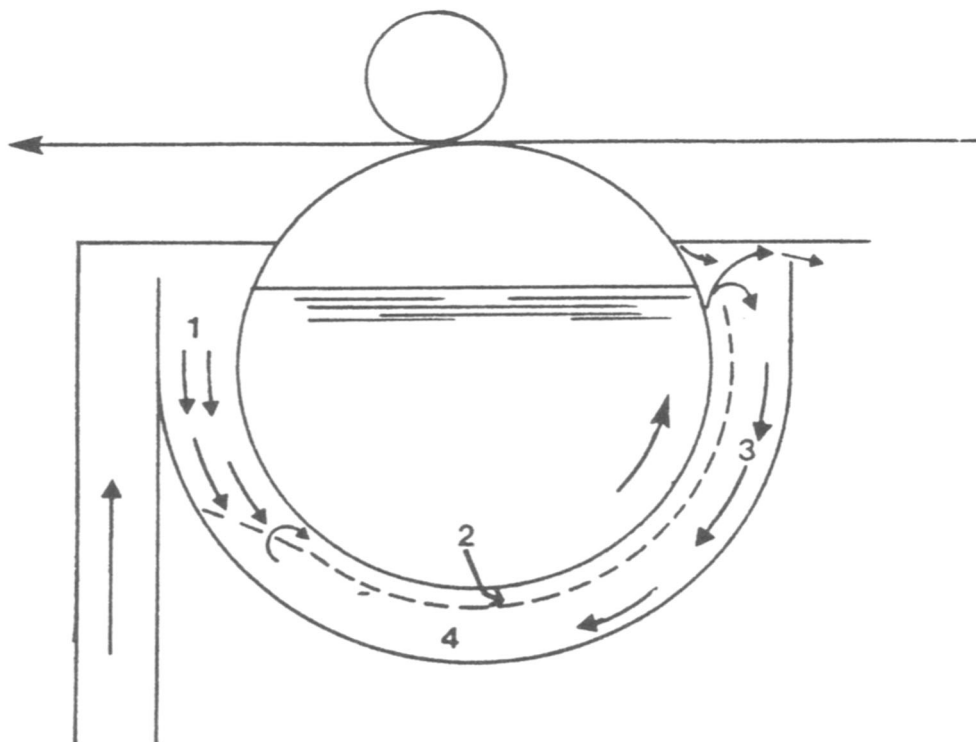


Schema del sistema in controcorrente:

- 1. Zona turbolenza elevata;
- 2. Zona in cui l'impasto assume una velocità elevata;
- 3. Zona di prima formazione (movimento lento della sospensione fibrosa).

EQUICORRENTE.

In questo caso, il feltro fibroso inizia a formarsi nella zona dove la sospensione fibrosa è più diluita, per cui il deposito iniziale di fibre è minore con la conseguenza di ottenere carte con grammature inferiori, inoltre essendo minore il differenziale tra la velocità della dispersione delle fibre e quella della tela si ottiene un nastro di carta con grammature e spessori più uniformi ed una speratura migliore.



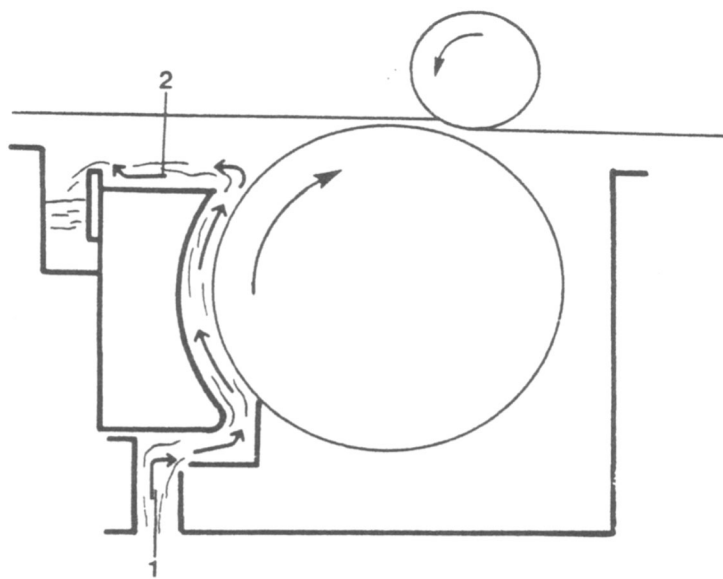
Schema del Sistema in equicorrente:

1. Zona di prima formazione a turbolenza elevata
2. Zona in cui l'impasto assume una velocità elevata
3. Zona in controcorrente lenta e instabile
4. Sospensione fibrosa stagnante a concentrazione variabile

2.1.2 FORMAZIONE MEDIANTE CASSA “A SECCO” O “A SETTORE”

Poiché la maggior parte delle fibre si deposita sulla tela durante la fase iniziale di immersione del tamburo, è stata realizzata una forma detta “a secco” il cui principio consiste nel limitare la superficie su cui avviene la formazione del foglio.

In questo modo si riduce l’entità della turbolenza non controllata con miglioramento della speratura, garantendo un’omogeneità del profilo.



**Schema del sistema
“a secco”**

1. *Alimentazione*
2. *Troppo pieno*

2.1.3 FORMAZIONE MEDIANTE SISTEMI SOTTO VUOTO

Con l’aumentare delle velocità, un ulteriore sviluppo della formazione con tamburo è stato ottenuto usando il vuoto per aumentare il drenaggio.

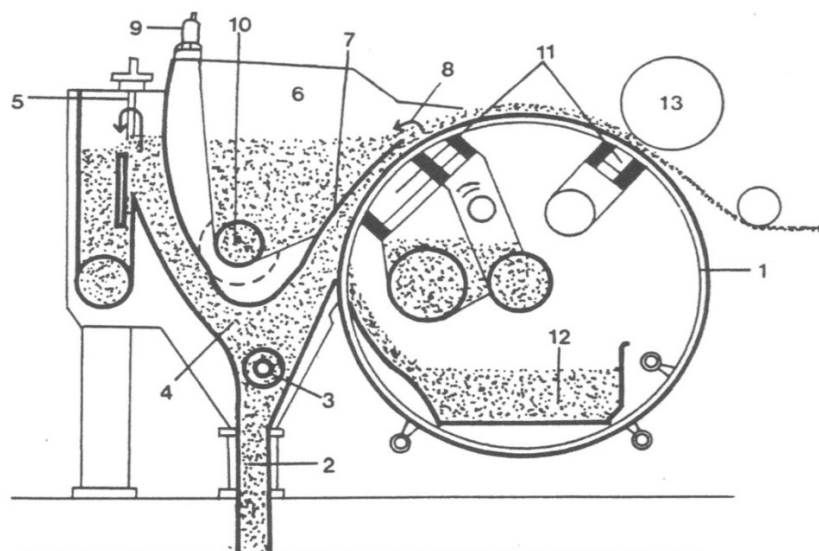
Esempi di questi formatori sono:

- a) il Rotoformer, studiato dalla Sandy Hill Corp;
- b) lo Stevens, progettato dalla Beloit.

a) ROTOFORMER

È dotato di un "regolatore di tina" che può essere diversamente posizionato in modo da permettere al cartaio di avere un dispositivo di controllo delle caratteristiche del foglio durante il periodo di formazione. Infatti, collocato nella cassa d'afflusso, permette di definire l'area di formazione sulla superficie del cilindro e di controllare la velocità della sospensione fibrosa durante la formazione del foglio.

Questo controllo della velocità comporta di conseguenza un miglioramento della distribuzione delle fibre (distribuzione casuale) rispetto ai tamburi classici. Le casse aspiranti che sono disposte nell'interno del cilindro provvedono al massimo controllo della formazione ed all'allontanamento dell'acqua. Dalla descrizione sommaria e dalla figura schematica si rileva che, ad eccezione dell'elemento di formazione, che è un tamburo rotante, il Rotoformer assomiglia poco alla macchina in tondo convenzionale perché il tamburo non ruota in una vasca contenente la sospensione fibrosa ma è dotato di una vera e propria cassa d'afflusso.



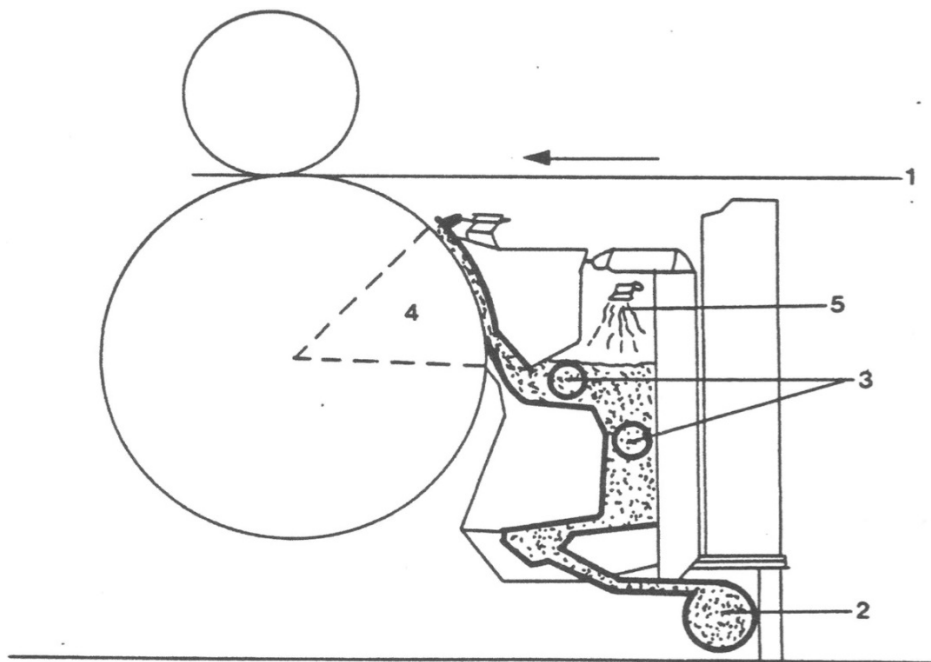
Schema del formatore "Rotoformer":

1. Tamburo formatore
2. Entrata della sospensione fibrosa
3. Cilindro distributore
4. Cassa d'afflusso
5. Regolatore troppo pieno della cassa d'afflusso
6. Regolatore della tina
7. Deflettore regolatore della tina
8. Troppo pieno
9. Dispositivo di regolazione della tina
10. Fuoriuscita della sospensione fibrosa per il ritorno nella tina di mescolazione
11. Casse aspiranti
12. Raccogli pasta
13. Cilindro aspirante

b) FORMATORE STEVENS.

È costituito da una speciale cassa d'afflusso che distribuisce la dispersione fibrosa su un arco che copre circa il 20% della superficie del tamburo.

Una variante del formatore Stevens è quella che impiega una cassa d'afflusso sotto pressione idraulica che depone la sospensione fibrosa sulla superficie della tela quando la sospensione stessa si trova ancora all'interno del labbro superiore della cassa d'afflusso.



Schema del formatore "Stevens":

1. *Feltro ponitore*
2. *Entrata della sospensione fibrosa*
3. *Cilindri distributori*
4. *Vuoto*
5. *Aria*

3. TRASFERIMENTO DEL MANTO FIBROSO SUL FELTRO PONITORE.

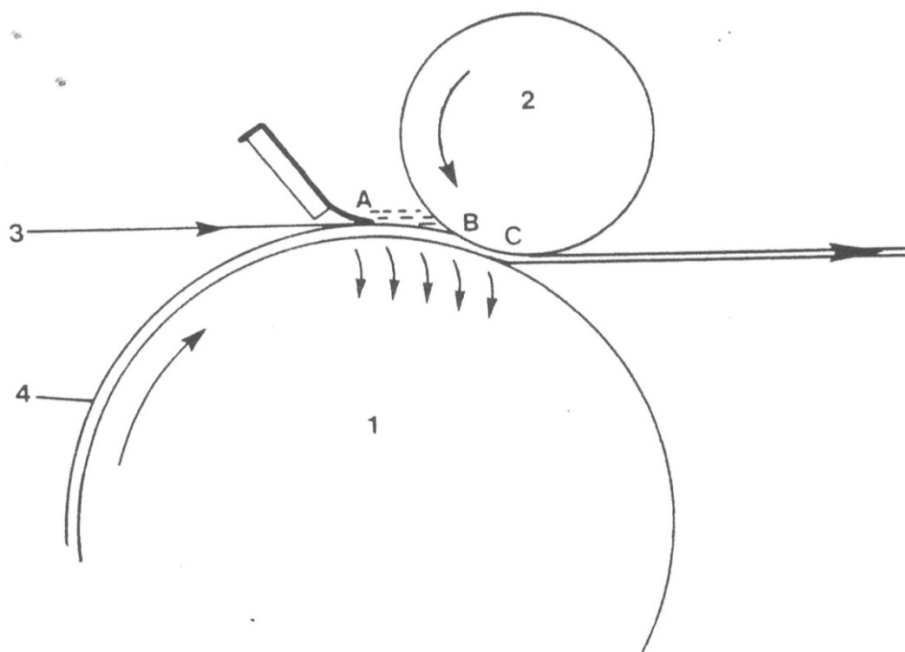
Superiormente al tamburo creatore e gravante su questo, è disposto un rullo detto “ponitore”, abbracciato da un feltro detto “levatore”.

L'intreccio fibroso aderisce a questo feltro subendo allo stesso tempo una ulteriore disidratazione.

Il getto, mentre si trova ancora sulla tela, è sottoposto a due successive azioni di spremitura. La prima ha luogo nel tratto compreso tra il punto in cui il feltro viene a contatto con il tamburo e l'inizio della zona di contatto tra il tamburo ed il rullo ponitore (tratto A-B).

Anche se questa prima pressione è molto bassa (pressione del feltro e forza di gravità) si ha eliminazione di una considerevole quantità di acqua attraverso la tela.

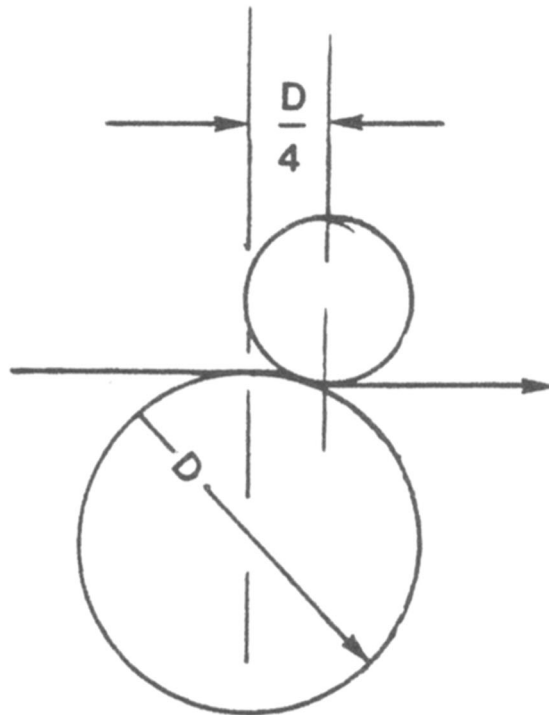
La seconda pressione ha luogo nella zona di contatto tra tamburo e rullo ponitore (tratto B-C), questa pressione deve essere piuttosto limitata ed uniforme per evitare la destrutturazione del getto già formato.



Schema di eliminazione dell'acqua sul tamburo:

1. *Tamburo creatore*
2. *Rullo ponitore*
3. *Feltro*
4. *Getto formatosi sulla tela del tamburo*

Per soddisfare questa esigenza e per ottenere la massima efficienza di spremitura, è necessario che la forza applicata si eserciti su un'area più ampia possibile e quindi il rullo ponitore deve avere un rivestimento con una determinata compressibilità ed essere posto ad una distanza dall'asse verticale del tamburo pari a circa $\frac{1}{4}$ del diametro del tamburo stesso nella direzione di rotazione, in questa posizione infatti si ha l'area più ampia della pressione determinata dal feltro.



Schema della disposizione del rullo ponitore rispetto al tamburo creatore

Immediatamente prima di ciascun rullo ponitore, è collocato un dispositivo aspirante allo scopo di allontanare l'acqua spremuta dal rullo che è stata assorbita dal feltro, in modo che questo non sia impregnato di acqua ancor prima che avvenga il contatto con la tela.

Dopo il passaggio attraverso il rullo ponitore, il getto ha un contenuto di umidità di circa del 90% e solo in queste condizioni avviene il suo trasferimento dalla tela al feltro prenditore: è questo fenomeno di adesione getto-feltro che permette il funzionamento della macchina in tondo.

Sono state prospettate diverse teorie per spiegare questa forza di adesione per la quale il feltro è capace di trattenere il getto sulla sua superficie inferiore, almeno per un certo tratto.

Secondo una di queste, il feltro fibroso aderisce al componente che ha un maggior numero di punti di contatto nella zona di trasferimento sotto pressione, di conseguenza poiché sia il feltro

prenditore che la superficie del getto sono più lisci della tela, il getto è indotto dalla forza di adesione a lasciare la tela stessa.

Un'altra teoria, che non esclude la prima, spiega il fenomeno mediante l'effetto "spugna". Essa ipotizza che il feltro prenditore possa assorbire acqua fino alla sua saturazione solo in corrispondenza della zona di trasferimento nella quale il feltro è compresso, e quindi presenta una sezione trasversale ridotta.

All'uscita dalla zona di compressione, il feltro recupera il suo spessore originale, questa espansione consente di assorbire altra acqua dal getto.

Con ciò si viene a creare un effetto aspirante che fa aderire il nastro fibroso al feltro.

Tutte le teorie fino ad oggi proposte non spiegano in modo soddisfacente il fenomeno, per cui si ha motivo di ritenere che ciascuna contribuisca in misura maggiore o minore alla chiarificazione di tale comportamento.

4. PRODUZIONE DEL SOLID BOARD

Dal punto di vista della fabbricazione si distinguono i cartoni a mano ed i cartoni a macchina. I cartoni a macchina si producono servendosi di macchine a tavola piana, a tamburi oppure macchine combinate a tavola piana e tamburi, ma possono arrivare ad un massimo di 1.200 g/m² in linea.

Se si vuole ottenere un cartone monogetto di grammatura superiore, bisogna ricorrere ad una speciale configurazione di macchina che differisce totalmente dalla classica impostazione, ovvero la macchina in tondo con cilindro formatore che vedremo in seguito.

Secondo la definizione riportata nella norma UNI 7706, derivata dalla norma internazionale ISO (International Standard Organization) n° 4046,

il cartone è:

“termine generico indicante carte di grammatura generalmente maggiore di 225 g/m², con caratteristica di rigidità”.

Non si sa con precisione quando furono fabbricati i primi cartoni, fra i più antichi, che risalgono al 1500, ve ne sono molti che risultano composti di parecchi fogli di carta già usati incollati insieme direttamente dai legatori di libri per fabbricare le copertine.

L'industria del cartone ha iniziato a svilupparsi solo verso la metà del secolo XIX con l'introduzione delle macchine in tondo o a tamburo.

Prima di descrivere la tecnica della fabbricazione del cartone a più “getti” o a più “strati” è necessario precisare il significato di questi due termini, riportato dalla norma UNI sopracitata.

- **Definizione di getto:** “strato fibroso prodotto da una singola unità di formazione sulla tela della macchina per carta o cartone (tavola piana o tamburo creatore)
- **Definizione di strato fibroso:** “Strato di carta costituito da più getti uniti tra loro per pressione allo stato umido, senza uso di adesivi.

A seguito di queste definizioni si può allora avere un manufatto:

1. **Ad uno strato e a più getti:** questi ultimi hanno composizione identica.
2. **A più strati e a più getti:** ogni strato ha composizione propria e diversa dagli altri e può essere a sua volta costituito da più getti di composizione identica.

A titolo di esempio un cartone è da considerarsi a due strati quando uno strato, costituente la copertina bianca, è formato mediante un solo getto di un impasto bianco e abbastanza pregiato, e il secondo strato, costituente il retro-grigio, è formato mediante più getti, tutti del medesimo impasto, ma differente e più scadente rispetto al primo.

La fabbricazione di una carta di elevata grammatura o di un cartone necessita di una erogazione piuttosto elevata di sospensione fibrosa sulla tela della tavola piana o su quella di un tamburo creatore, il che comporta una riduzione di velocità a causa della difficoltà di drenaggio dell'acqua, oppure un aumento della lunghezza della tavola piana o del diametro del tamburo.

Per superare questo inconveniente si fabbricano su tamburi diversi getti separati che poi vengono sovrapposti allo stato umido, compressi ed asciugati in modo da formare un tutto compatto definito "multistrato".

Per avere un manufatto di buone prestazioni è essenziale una completa adesione tra i getti: è infatti molto importante che le fibre che si trovano all'interfaccia tra i getti a contatto, si intreccino fra loro (azione feltrante) e formino legami con conseguente aumento della resistenza alla delaminazione dei getti stessi.

Oltre all'aspetto dell'ottenimento di cartoni di un certo spessore, è possibile fabbricare in questo modo anche cartoni costituiti da strati di composizione diversa con beneficio economico e miglioramento delle prestazioni del manufatto.

Infatti, la fabbricazione di un prodotto a più strati permette l'impiego di fibre di costo più basso, come fibre riciclate o paste meccaniche nello strato centrale del foglio e di un impasto più pregiato negli strati esterni, che costituiscono le copertine.

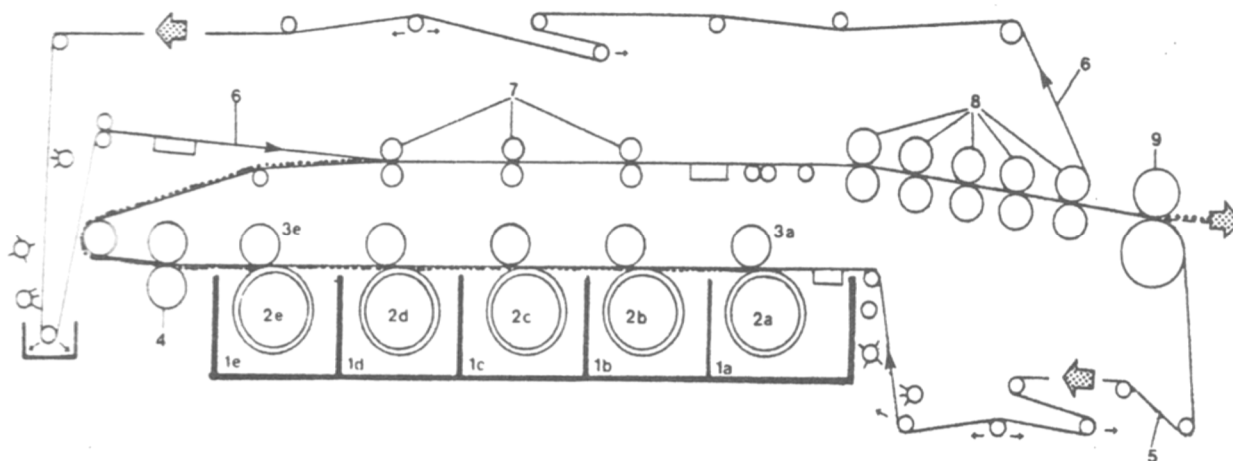
4.1 MACCHINA CONTINUA PER LA PRODUZIONE DI CARTONE

Esistono diverse tipologie e configurazioni per la produzione del cartone grigio alto spessore ed a seconda del mercato di riferimento troviamo:

4.1.1 MACCHINA IN TONDO A PIÙ TAMBURI

Il primo metodo adottato per fabbricare un manufatto multistrato è quello che ricorre all'impiego di più tamburi (anche fino a 10), disposti uno di seguito all'altro e forniti di vasche proprie, anche se ad oggi molte cartiere con macchine di questa tipologia, hanno deciso di sostituire i tamburi con la classica tavola piana, ovviamente una per ogni strato del manufatto. Un unico feltro prenditore, molto lungo, sulla cui superficie inferiore aderisce il getto prelevato dalla tela del primo tamburo, passa tra il rullo ponitore e la tela del secondo tamburo prelevando il secondo getto formato da questo e successivamente nello stesso modo sopra le tele degli altri tamburi.

Questa è la classica impostazione di macchina per produrre cartoncino grigio di un certo pregio, in quanto vi è la possibilità di applicare copertine e sotto copertine ottenendo un manufatto ideale per lavorazioni inerenti al mondo della legatoria.

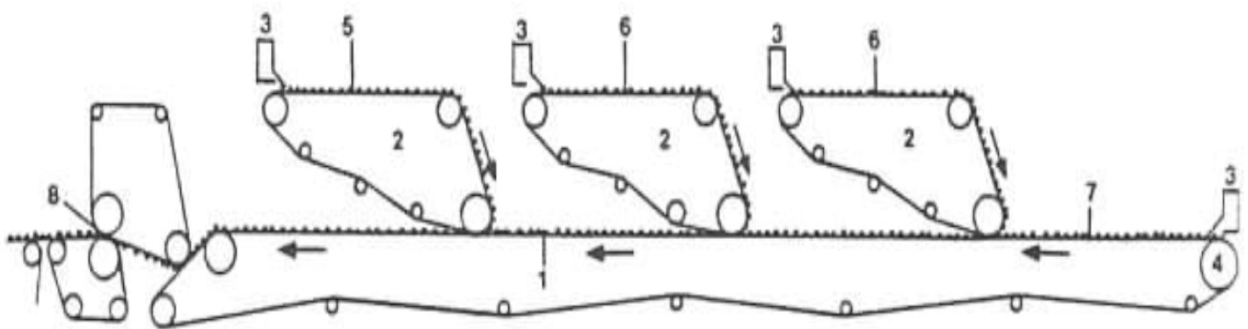


Schema della parte umida di una macchina in tondo a più tamburi:

1(a...e) – casse; 2(a...e) – tamburi creatori; 3(a...e) – cilindri ponitori; 4 – cilindro aspirante; 5 – feltro prenditore; 6 – feltro superiore; 7 – pressette; 8 – presse primarie; 9 – 1° pressa secondaria.

4.1.2 MACCHINE COMPOSITE

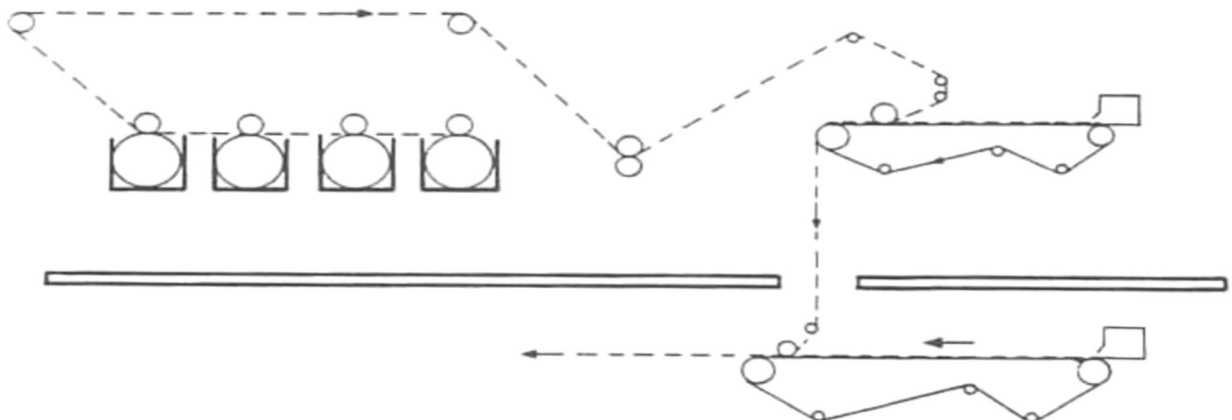
Un altro modo di fabbricare un manufatto multistrato è quello di sistemare, in modo opportuno, alcune tavole piane in modo da poter sovrapporre sul getto della tavola principale i getti provenienti da altre tavole piane, formando così un nastro composto che procede poi verso la successiva operazione di pressatura. Questo tipo di macchina richiede un capitale impiegato elevato in quanto si tratta di un processo produttivo abbastanza complesso, d'altra parte, esso è ideato per produrre un manufatto di qualità elevate cui si accomunano alti tassi produttivi. Esistono anche combinazioni di tavola piana e tamburi.



Schema di una macchina composita a tele multiple:

1. Tavola principale – 2. Telini – 3. Casse d'afflusso – 4. Cilindro capotela – 5. Getto per la copertina – 6. Getti intermedi – 7. Getto per il retro – 8. Sezione presse.

Schema di una macchina composita a tele multiple:



4.1.3 MACCHINA IN TONDO CON PRESSA FORMATO.

Tutte le configurazioni di macchina descritte precedentemente sono predisposte e pensate per produrre un feltro fibroso che arrivi al massimo sui 1.200 g/m².

Infatti, l'impostazione classica della macchina da carta è proprio quella di creare uno strato fibroso continuo, andando a produrre bobine di carta o cartoncino.

Il motivo per il quale tale impostazione produttiva non può andare oltre i 1.200 g/m² è legato ad una problematica fisica del foglio; infatti, se quest'ultimo fosse più spesso non riuscirebbe a deformarsi, non riuscendo a passare attraverso i cilindri essiccatoi e tantomeno avvolgersi in rotolo.

Nella maggior parte dei casi chi vuole produrre cartone grigio al di sopra di questa grammatura, preferisce produrre bobine di grammatura inferiore e successivamente accoppiarle, andando a raggiungere la grammatura o lo spessore desiderato.

Nel passato, quando non esisteva la tecnologia delle accoppiatrici moderne, venne ideata una tipologia di macchina in grado di accoppiare gli strati di fibra già nella parte umida, fino a raggiungere la grammatura o spessore desiderato.

Tale configurazione di macchina prende il nome di "Macchina in tondo a tamburi per fabbricazione di cartone a mano".

La macchina in tondo a uno o due tamburi, conosciuta in passato anche come macchina pressa pasta, trovava e trova tutt'oggi larga applicazione per produrre cartoni speciali di alte grammature, detti anche cartoni a mano.

Lo strato di pasta che si forma sul tamburo viene preso dal feltro trasportatore in corrispondenza del cilindro ponitore e viene portato ad una pressa a due cilindri dove si disidrata fino al 40% di secco.

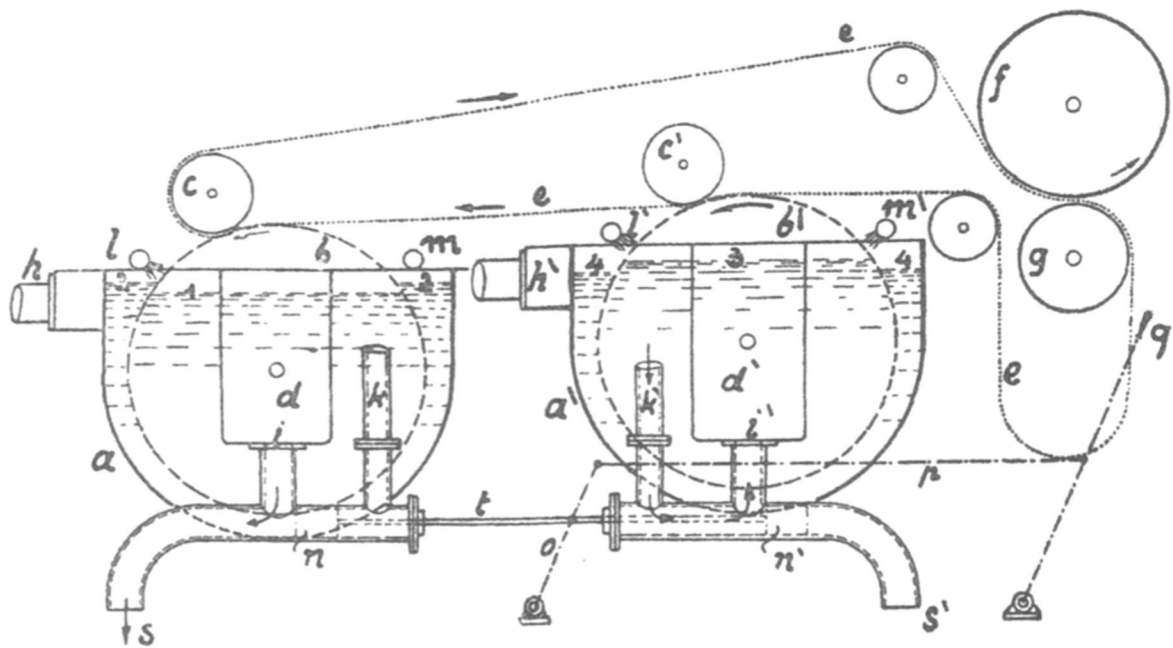
Per produrre cartoni fino a 3.000 g/m², il nastro pasta, che può andare dai 20 a 180 g/m², viene fatto avvolgere sul cilindro superiore della pressa umida, ovvero il cilindro del formato.

La circonferenza del cilindro è calcolata in base ai formati standard della cartiera, ipotizzando uno standard come il 70x100, si può utilizzare un cilindro di luce 2.200 mm e di circonferenza 3.600 mm, considerando una tolleranza del 10% per restringimenti dovuti all'asciugatura del foglio.

Mentre nei cartoni a macchina si possono sovrapporre al massimo 8-10 strati, nei cartoni a mano si possono unire fino a 30-34 strati, ottenendo cartoni molto compatti.

A parità di spessore e di grammatura i cartoni a mano presentano una resistenza allo scoppio quasi tripla rispetto a quella dei cartoni a macchina.

Per ottenere un cartone molto compatto, resistente e di elevata densità occorre che i singoli strati siano sottili e di spessore uniforme e la pressione sulla pressa umida non eccessiva.



Schema di macchina in tondo con due tamburi per la fabbricazione dei cartoni a mano con cilindro formatore.

a, a': vasche delle due forme in tondo

b, b': feltro prenditore

c: rullo ponitore o di pressione

f: cilindro del formato

g: pressa inferiore del cilindro del formato

4.2 PROCESSO PRODUTTIVO PASSATO

In passato, appena raggiunto lo spessore desiderato, il personale tagliava a mano il cartone in corrispondenza di una determinata scanalatura, ecco perché è denominato cartone a mano.

Subito dopo aver lasciato la macchina in tondo, con un secco del 40% circa, i cartoni venivano posti uno sopra l'altro con dei feltri tra un foglio e l'altro e posizionati entro presse idrauliche che esercitavano pressioni dell'ordine di 35-50 atm, arrivando ad un 50% di secco assoluto.

La pressione doveva essere molto energica per ottenere cartoni resistenti, ma era di fondamentale importanza che questa fosse esercitata gradualmente e progressivamente fino al massimo, così che l'acqua avesse il tempo di fuoriuscire senza creare danni alla superficie dei fogli.

Dopo la disidratazione mediante presse idrauliche si doveva procedere all'essiccamento.

All'inizio si ponevano i cartoni sui prati, ma ovviamente era tutto legato alle condizioni atmosferiche, successivamente furono realizzate delle strutture apposite denominate "stenditoi", dove i cartoni venivano appesi e lasciati asciugare grazie alla forza del vento.

Con lo svilupparsi della tecnologia furono costruiti i primi essiccatoi ad aria calda dove i cartoni venivano appesi a morsetti su catene continue venendo trasportati attraverso un canale riscaldato a 70/100 °C.

L'aria calda era prodotta con scambiatori di calore utilizzando vapore per lo scambio.

Ovviamente era di fondamentale importanza caricare nel canale di essiccamento cartoni di uguale grammatura, altrimenti non si otteneva un prodotto uniforme.

Il riscaldamento avveniva secondo il principio di controcorrente, per cui l'aria calda veniva immessa nel canale dalla parte in cui uscivano i cartoni essiccati, l'aria che si raffreddava ed inumidiva durante il percorso veniva convogliata entro canali che la riscaldavano, per poi essere reimpressa nello stadio successivo del canale.

Poiché i morsetti lasciavano delle impronte sui bordi dei cartoni, creando scarto, l'evoluzione di questi tunnel furono dei forni essiccatoi nei quali i cartoni venivano disposti in piano su trasportatori a rete metallica con maglie più o meno larghe.

Oltre il riscaldamento ad aria calda si usava anche il riscaldamento per irradiazione di raggi infrarossi.

Parlando di rendimenti, per ogni m² di superficie di tela della macchina si riuscivano a produrre 300 kg di cartone secco su 24 ore, con due forme in tondo si aumentava la produzione del 50%.

4.3 PROCESSO PRODUTTIVO MODERNO

Ad oggi è molto difficile trovare ancora in uso questa tipologia di impianto in quanto i cartonifici che nel tempo non si sono evoluti, cercando di automatizzare tale processo, non sono stati in grado di rientrare con i costi di produzione a causa della bassa rendita di tale macchina.

La concezione moderna di questo impianto vede un testa macchina molto simile a quello di una normale macchina continua a tamburi o a tavola piana, trovando i classici sistemi di epurazione e raffinazione dell'impasto.

Bisogna avere cura che la pasta sia ben raffinata, in quanto se troppo grassa si disidrata difficilmente ma se è troppo magra si disidrata troppo presto causando la separazione degli strati, l'ideale per questa tipologia di lavorazione sarebbe lavorare intorno ai 50 °SR (Schopper Riegler).

Nella parte umida la conformazione è simile a quella del passato, anche se al posto dei classici tamburi formatori con cassa ad immersione, possiamo trovare dei modelli più moderni, come delle casse a settore oppure tamburi formatori con cassa d'afflusso al fine di migliorare il più possibile il profilo dello strato fibroso.

La pressa con il cilindro formatore negli anni ha sviluppato tutti gli automatismi di cui ha bisogno per velocizzare il processo come:

1. Stacco automatico del foglio mediante lama pneumatica
2. Ugelli venturi per lo stacco e il riattacco del foglio
3. Grado di equilibratura dinamica
4. Sistema di misurazione spessore in linea

Una volta che il foglio si stacca dal cilindro del formato, tramite un'apposita lama, viene mandato tramite un piccolo tiro libero alla seconda pressa con il fine di arrivare ad un 50/52 % di secco.

Dopo la sezione presse, il foglio viene adagiato su una rete metallica con maglie più o meno aperte e mandato nel forno essiccatore, il quale può essere costituito da un piano fino a tre piani sovrapposti.

I tunnel a più piani sono stati ideati per aumentare la produzione ma non garantiscono un essiccamento omogeneo del cartone.

Questi seguono gli stessi principi teorici dell'essiccamento tramite cilindri essiccatori; infatti, si segue una curva termica a campana, iniziando l'essiccamento gradualmente, altrimenti soprattutto per elevate grammature, si chiuderebbero troppo velocemente gli strati esterni e l'acqua non riuscirebbe ad uscire creando bolle e delaminazioni del foglio.

È importante che questi forni siano ventilati e che l'aria satura di vapore sia estratta velocemente, soprattutto nella fase iniziale.

Una volta uscito dalla seccheria, il foglio può essere accatastato per intero e successivamente ritagliato nei formati finali oppure è possibile trovare una taglierina online con la possibilità di ottenere direttamente il formato finito a fine macchina.

5. BIBLIOGRAFIA

- *Ermanno Ghisolfi, Guerrando Poles e Giogio Ceragioli, Introduzione alla fabbricazione della carta, Associazione tecnica italiana per la Cellulosa e la Carta, Aticelca.*
- *Enrico Gianni, Carte, Cartonici, Cartoni, fabbricazione, caratteristiche e usi, seconda edizione. Editore Urlico Hoepli Milano, 1959.*