

La cassa d'afflusso

Butterini Corrado
(Carmignano)

Relazione finale
2° Corso di Tecnologia per tecnici cartari
1992



**Scuola Interregionale
di tecnologia
per tecnici Cartari**

Via Don G. Minzoni, 50
37138 Verona

La cassa d'afflusso

1. Introduzione

2. Generalità

3. Classificazione delle casse d'afflusso

4. Parti principali della cassa d'afflusso

4.1. I distributori

4.1.1. Premessa

4.1.2. Le sospensioni fibrose

4.1.3. Coefficiente di attrito contro le pareti dei condotti

4.1.1. La viscosità cinematica

4.1.4. Diffusori

4.1.5. I distributori a diramazioni multiple

4.1.6. I distributori ad alimentazione simmetrica incrociata

4.1.7. I distributori rastremati

4.1.8. Perdite di carico

4.2. Lo smorzatore di vibrazioni a cuscino d'aria

4.3. Il dopo distributore

4.4. Dalla camera di miscelazione al diffusore

4.5. I cilindri forati

4.5.1. Le onde di gravità

4.6. Spruzzatori in cassa d'afflusso

4.7. La bocca d'afflusso

4.7.1. Idrodinamica della bocca di afflusso

4.8. Inclinazione del getto rispetto alla tela

4.8.1. Il getto all'uscita della cassa

4.8.2. Orientamento del getto

4.8.3. Coesione del foglio umido

4.8.4. Requisiti del foglio

5. Conduzione della cassa d'afflusso

5.1. Regolazione del battente

5.2. Feritoia di uscita

5.3. Regolazione della densità

5.4. Differenza di pressione

5.5. Il diagramma di relazione

6. Casse d'afflusso più recenti

7. Casse d'afflusso secondarie

8. Conclusioni

1. Introduzione

In una macchina continua a tavola piana è necessario far arrivare in modo continuo un flusso di impasto omogeneo, defloccolato, ben distribuito, deareato, con una determinata velocità, senza vortici, senza correnti traverse, talvolta con una direzione preferenziale delle fibre.

Il flusso liquido viene poi portato avanti nella tela lungo tutto il tratto di formazione del foglio; ciò vale anche per gli altri sistemi di formazione del foglio (doppia tela, macchina in tondo, macchina per il tissue) anche se per questi variano i tipi di casse d'afflusso.

Ogni sistema di formazione deve avere, pertanto, una particolare cassa d'afflusso che può non essere adatta per altri sistemi di lavorazione.

2. Generalità

La cassa d'afflusso costituisce un'unità funzionale con la parte anteriore della tela, in quanto è risaputo che dal punto di vista qualitativo, la formazione del foglio si compie e si decide nei primi metri della tavola piana; la cassa d'afflusso ha il compito di distribuire uniformemente su tutta la larghezza della macchina la sospensione fibrosa, in modo che in ciascun punto della tela, scorra sempre la medesima quantità di fluido nell'unità di tempo, restando costanti la densità e la velocità.

Deve inoltre provvedere che il getto della sospensione fibrosa affluisca al punto giusto e con l'angolazione più appropriata, per consentire la migliore formazione del foglio e il miglior drenaggio.

Tra i vari compiti della cassa di afflusso vi è pure quello, non meno essenziale, di evitare qualsiasi sorta di flocculazioni. Se queste si formano dentro la cassa di afflusso può risultare difficile disperderle con l'impiego dei cilindri rettificatori, nelle strozzature o con altri sistemi. Le flocculazioni si formano particolarmente quando le fibre sono lunghe, e fortemente idratate, per cui la loro forza di attrazione è maggiore delle forze che si originano alle differenti velocità nella sospensione fibrosa e che dovrebbero invece provocare la loro dispersione.

3. Classificazione delle casse d'afflusso

Le prime macchine continue erano fornite di casse aperte molto semplici: l'impasto doveva percorrere alcuni passaggi attraverso sezioni obbligatorie in modo da essere reso omogeneo e ben distribuito; poi dopo il grembiule in gomma, giungeva al becco e quindi sulla tela.

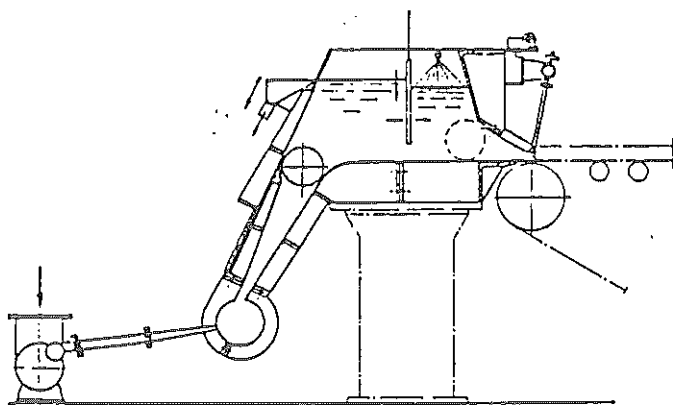
Per poter arrivare alle velocità consentite dalle macchine più moderne il battente ottenibile con le casse aperte non è più sufficiente. (Es. ad una velocità di 550 m si aveva un battente di 4,5 m)

Per le maggiori velocità è quindi necessario aumentare il battente in cassa d'afflusso con l'aiuto di una pressione aggiuntiva applicata sopra il pelo del liquido. Generalmente questa pressione viene esercitata da un cuscinetto d'aria.

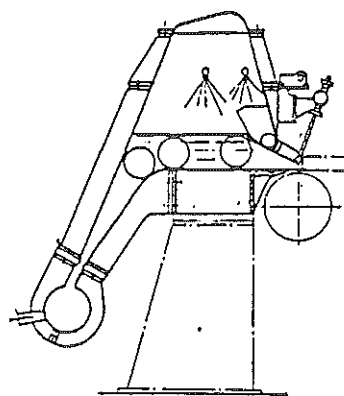
Normalmente le casse d'afflusso di questo tipo sono chiuse ermeticamente. All'interno di queste al fine di evitare che ci siano delle flocculazioni o dei flussi sono installati dei rulli forati rotanti che tendono ad impedire appunto l'esistenza di tali condizioni e favoriscono il formarsi di una benefica turbolenza.

Nelle casse di moderna produzione le microturbolenze sono molto più intense e non vengono ottenute con rulli forati ma con tubi appositamente profilati e con lamine vibranti. In queste casse l'impasto arriva con forte velocità in una tubazione, posta trasversalmente al senso di marcia della macchina, che si va restringendo lungo tutta la larghezza della cassa (questo serve per avere in tutti i distributori la medesima portata).

Da questa tubazione parte una serie di distributori posti parallelamente da cui l'impasto, per le forti velocità cui è sottoposto, arriva nella cassa perfettamente omogeneo; in ognuno di questi tubetti avviene anche la deflocculazione.



Cassa d'afflusso aperta



Cassa d'afflusso a pressione

4. Parti principali della cassa d'afflusso

4.1. I distributori

Il problema di come riuscire, partendo da un tubo adduttore a sezione circolare, a distribuire la sospensione su tutta la larghezza della cassa d'afflusso, in condizioni ottimali di uniformità di velocità, pressione, composizione, è stato di non facile soluzione anzi si può dire stato fra i più difficili che costruttori e cartai abbiano dovuto affrontare .

Questi hanno sempre pensato che non potesse esserci uniformità di distribuzione senza simmetria di alimentazione. Per più di cento anni, innumerevoli tipi e forme di distributori si sono succeduti ed evoluti nel complesso della simmetria.

4.1.1. Premessa

Da attendibili sperimentazioni eseguite, risulta che, ferma restando la densità della sospensione, si hanno nel moto nei condotti, due velocità critiche V_1 e V_2 ed il moto stesso cambia sostanzialmente le caratteristiche dell'impasto a seconda che sia V minore V_1 ; V compreso tra V_1 e V_2 oppure V maggiore V_2 .

Nel caso in cui la velocità sia inferiore alla prima velocità critica V_1 si ha una notevole flocculazione, le fibre vengono trascinate in aggregati macroscopici e rotolano lungo le pareti del condotto, si ha quello che gli sperimentatori definiscono "moto a tappo" .

Quando la velocità è compresa tra le due velocità critiche V_1 e V_2 l'aggregato di fibre si stacca dalle pareti del condotto, alle quali aderisce un sottile anello d'acqua; il moto viene definito " misto "

Se invece la velocità è superiore alla velocità critica V_2 le fibre risultano uniformemente disperse nell'acqua; si ha il " moto distribuito " .

Normalmente il moto a tappo si verifica soltanto nella vasca di una cassa d'afflusso a cuscino d'aria o aperta, a qualunque densità . Il moto misto può verificarsi nel diffusore che sbocca nella vasca, e nel distributore alle densità medio alte. Generalmente, tanto nel distributore del tipo rastremato che nel getto di efflusso si ha moto del tipo distribuito. Nelle casse idrauliche, si evita il moto a forte flocculazione, mirandosi ad ottenere lungo tutto il percorso della cassa d'afflusso un moto distribuito.

4.1.2. Le sospensioni fibrose

Il moto delle sospensioni fibrose alle densità che più ci interessano (da 0,2 a 1%) si differenzia, sotto alcuni aspetti, da quello dall'acqua che, è il fluido più affine.

Esaminiamo alcune caratteristiche idrodinamiche dei due fluidi a confronto.

4.1.3. Coefficiente di attrito contro le pareti dei condotti

Se indichiamo con "f" il coefficiente di attrito delle sospensioni fibrose e con "fa" quello dell'acqua, esiste, per ogni valore della densità, un valore della velocità media al di sotto del quale è sempre $f > f_a$.

Dal diagramma 2, si osserva che il campo nel quale tale disuguaglianza si verifica si trova al di sotto di una retta; vedremo che per ogni valore della densità, esiste, una seconda velocità critica e per velocità medie superiori a questa, è sempre $f < f_a$.

Il campo nel quale si ha $f = f_a$ è intermedio a due velocità critiche e corrisponde a condizioni di moto tanto laminare che turbolento.

Nella vasca della cassa d'afflusso aperta o a cuscino d'aria (generalmente $V < 0,3$ m/sec) e per densità superiori allo 0,2% è sempre $f > f_a$ e l'effetto parete è, quindi rilevante.

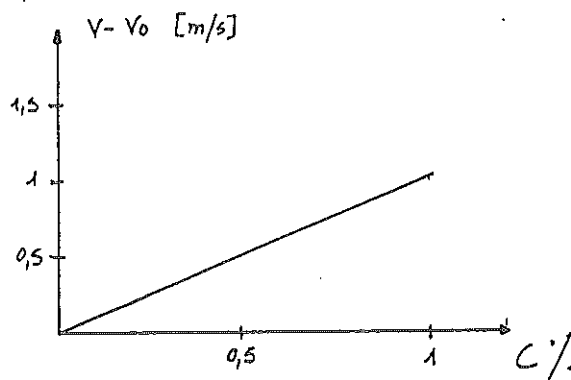


Diagramma 2

4.1.4. La viscosità cinematica ed il numero di Reynolds

Per le densità che ci interessano, il comportamento delle sospensioni fibrose non cambia apprezzabilmente; conseguentemente, il numero di Reynolds è lo stesso per i due fluidi.

Tale numero che caratterizza il tipo di moto (turbolento per $N > 3500$), è dato da:

$$N = 4 \times V \times R / \nu$$

Dove "R" è il raggio idraulico del condotto, definito come rapporto fra area della sezione liquida e del perimetro bagnato.

Nel caso di condotti circolari è:

$$R = D / 4$$

4.1.5. Diffusori

Le primissime casse d'afflusso funzionarono, per moltissimi anni, con distributori a diffusore. All'inizio, date le modestissime larghezze di macchina, tali diffusori erano

diritti e, successivamente, con l'aumentare della larghezza del nastro prodotto, furono curvati e ricurvati. (fig. 1)

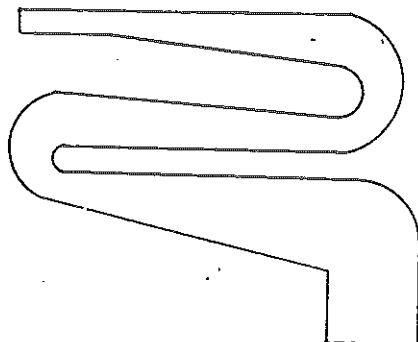


Figura 1
Il diffusore eccessivamente
ricurvato può dare
elevati problemi

La velocità della sospensione, già bassa in entrata (1,5 m/s) subiva un ulteriore rallentamento per arrivare nella sezione più larga a 0,15 m/s.

Eravamo certamente nel moto a tappo; le differenze di velocità, da punto a punto erano notevoli, mentre alcuni filetti fluidi procedevano con discrete velocità, altri venivano frenati o rimbalzavano da una parete all'altra, creando così un intrico di correnti trasversali, oppure si staccavano dalle pareti stesse, venendo da bolle d'aria che agivano come calamite sulle fibre, per poi staccarsi ed andare a finire sulla tavola piana.

Questi fenomeni avvengono, quando si cerca di decelerare eccessivamente il moto del fluido, allargando troppo le sezioni di passaggio, anche senza imporre cambiamenti di direzione.

Il pericolo a cui si va incontro è essenzialmente il distacco permanente dalle pareti, con formazione di bolle d'aria che radunano fibre e deviano i filetti fluidi ad esse contigue, in modo da dare origine a componenti trasversali ed alla formazione di grumi.

4.1.6. I distributori a diramazioni multiple

Un tipo di distributore ormai in disuso è quello a diramazioni successive in progressione geometrica (fig.2).

L'adduzione al distributore avveniva attraverso un gomito a 90° che provvedeva, fin dall'inizio, ad introdurre differenze di velocità e di distribuzione delle fibre. Inoltre è pressoché impossibile che in una diramazione a "T" la portata si suddivida in due portate uguali fra di loro. In effetti, pressioni e velocità differivano da diramazione a diramazione, i numerosi cambiamenti di direzione comportavano formazione di vortici, zone di ristagno, con le conseguenze riscontrabili sulla tela.

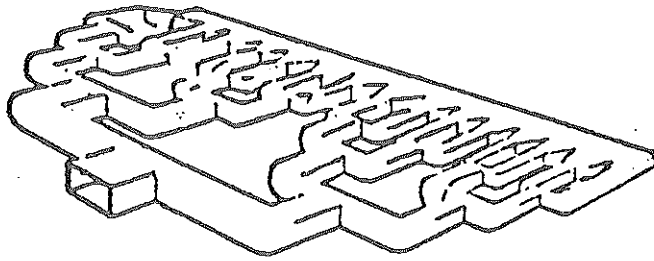


Figura 2
Distributore a
diramazioni successive

4.1.7. I distributori ad alimentazione simmetrica incrociata

Sempre in osservanza delle leggi dell'alimentazione simmetrica, fu creato il distributore a flusso incrociato (fig . 3). Esso è costituito da due collettori, rastremati linearmente a sezione rettangolare o circolare. Ciascun collettore, con alimentazione separata, era munito di una feritoia longitudinale di larghezza costante, adducente alla base di un diffusore a pareti divergenti. I due collettori erano muniti di ricircolazione, all'estremità più stretta. Nei tipi più sofisticati una valvola di regolazione su ciascuna ricircolazione avrebbe dovuto permettere di regolare pressione e velocità lungo ciascuna feritoia. Il difetto iniziale consisteva nel fatto che l'alimentazione dei due collettori proveniva da una diramazione a "T", inoltre le lame liquide si riunivano al di sopra della strozzatura del diffusore, generando vortici intensi che arrivano fino in tavola piana. Un altro problema di primaria importanza è quello di avere le portate per unità di lunghezza delle feritoie diseguali, pur agendo sulla ricircolazione .

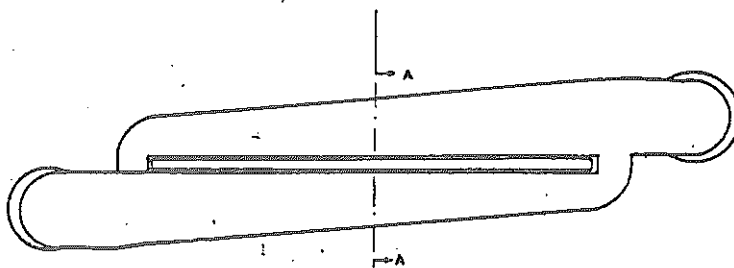


Figura 3
Distributore
a flusso incrociato

4.1.8. I distributori rastremati

Per renderci conto del processo idrodinamico che la determinazione del profilo del collettore implica, supporremo di avere a disposizione un tubo le cui sezioni possano essere variate a piacere.

Sia esso inizialmente cilindrico di sezione "S" e lunghezza "L"; lungo la sua generatrice vi siano praticati un determinato numero di fori ad intervalli uguali, aventi ciascu-

no la sezione "s".

Immettendo nel tubo una portata "Q" di sospensione fibrosa, la sua velocità all'ingresso del tubo sarà:

$$V = Q/S$$

per cui a valle del primo foro la portata sarà: $Q_1 = Q - s \times V_1$, dove la V_1 è la velocità media nella sezione del foro. Volendo lasciare invariata la velocità "V" per tutta la lunghezza del tubo, a valle del primo foro, per l'equazione di continuità, si avrà:

$$S_1 = Q_1/V = Q - s \times V_1/V$$

Premettendo che "Q2" è la portata che deve passare attraverso i numero di fori e "q" la quantità di ricircolazione voluta, avremo:

$$Q = Q_2 + q = (1 + q/Q) \times Q$$

Ne risulta che la sezione del tubo originario a valle del medesimo foro (m), sempre che la velocità iniziale "V" rimanga costante, sarà:

$$S_m = (1 + q/Q - m/n) \times Q/V$$

e la sezione finale (m = n):

$$S_n = q/V$$

Si osservi a questo punto che per ottenere di portata uguale da tutti i fori laterali la pressione in corrispondenza ciascuno di essi deve rimanere costante, ma non la velocità "V" nel collettore.

Da questo si può determinare una specifica sagoma del collettore, trascurando però due fattori importanti:

- l'attrito contro le pareti del collettore;
- l'attrito che si crea in corrispondenza dei fori a distanza ravvicinata.

Per la legge di Bernoulli bisognerà quindi ridurre il carico dinamico ($V/2g$) a valle di ciascun foro per aumentare, di conseguenza quello statico (p/peso specifico) in modo che a valle di ogni foro si compensi la perdita di carico dovuta ai problemi sopra accennati. Ne segue che le sezioni del collettore a valle di ciascun foro saranno più grandi di quelle ottenute con le relazioni precedenti. Così facendo si riduce la "V" ma si recupera il carico statico perduto per attrito continuo lungo le pareti del collettore e per attrito localizzato in corrispondenza dei fori.

La geometria del collettore

Vi sono due tipi di collettori rastremati: quello a sezione circolare (fig. 4) sormontato da una serie di tubi di piccolo diametro e quello a sezione rettangolare (fig. 5), chiuso

superiormente da una piastra forata. Ambo i tipi sono muniti di ricircolazione mediante pompa e valvola di regolazione che adducono il ricircolo a valle della valvola di mandata della cassa d'afflusso.

I parametri che governano la progettazione del collettore sono:

1. la portata "Q" che va alla cassa
2. la lunghezza del collettore
3. la frazione q/Q , ricircolata, e quindi la portata $Q_l = Q + q$, in entrata nel collettore
4. la velocità "V" di entrata e, infine, quello che si definisce rapporto di accelerazione "R".

Se "S" è l'area della sezione di entrata, "Su" quella della sezione più piccola del collettore, se "Sl" è l'area totale dei fori, si definisce rapporto di accelerazione "R", il rapporto:

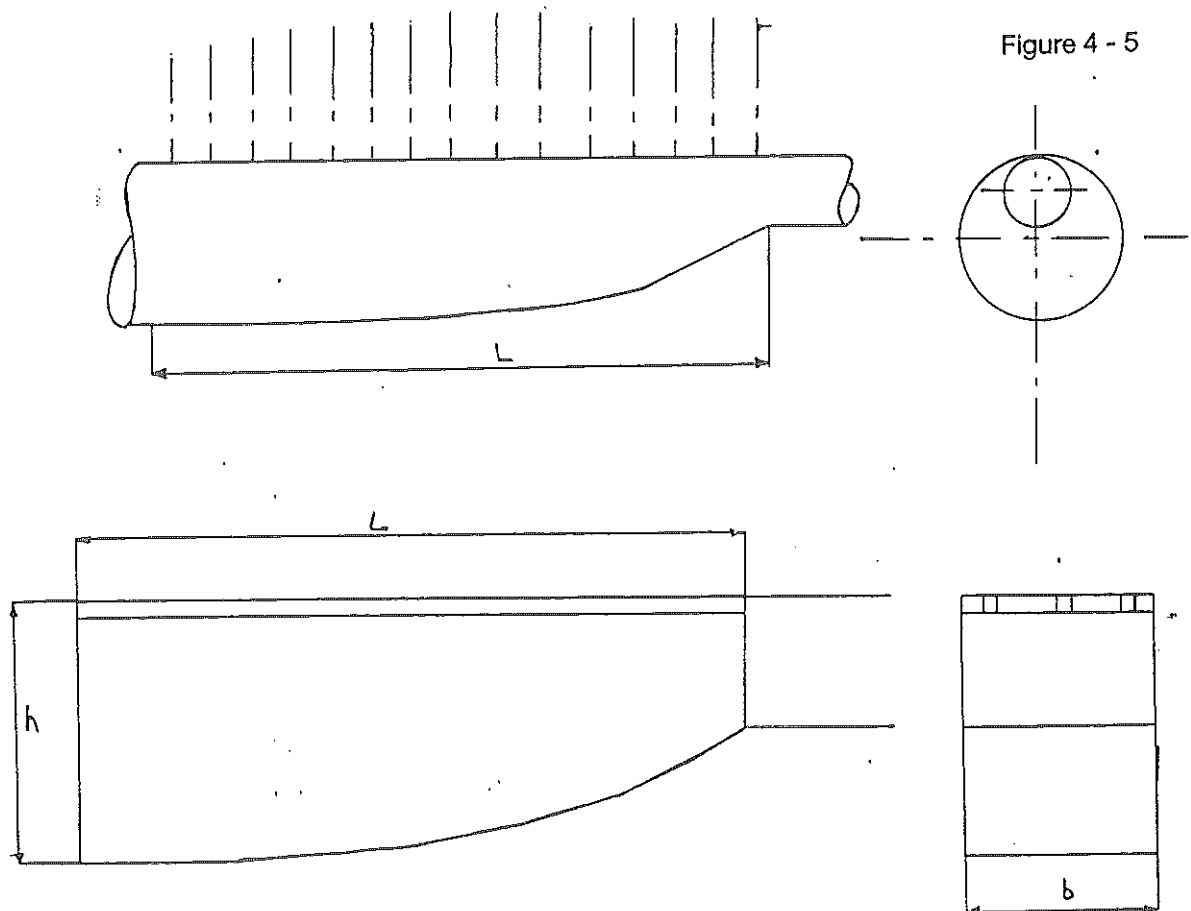
$$R = S - S_u / S_l$$

esso, infatti, è all'incirca uguale al rapporto della velocità in uscita dai fori laterali (Vl) e la velocità di entrata nel collettore (V).

Trascurando, infatti, che "V" si riduce leggermente col restringersi della sezione del collettore e supponendola costante, si ha:

$$R = L/V$$

Per cui la deviazione del profilo del collettore da quello ottenuto mediante l'equazione di continuità, era dovuta all'effetto dell'attrito contro le pareti e dall'effetto dei fori.



Osservazioni

Il limite pratico della velocità attraverso i fori laterali si aggira intorno ai 6 m/s: al di sopra di questa velocità è difficile che il foglio di carta non risulti zebrato in grammatura nel senso trasversale. Mentre il valore ideale del rapporto di accelerazione è $R = 2$. Adottando, infatti, in fase di progettazione un valore di R , sensibilmente inferiore a 2 è molto probabile che sul bordo dei fori lontani dall'entrata si formino dei vortici che fanno inclinare i getti verso l'interno del collettore.

Quanto si è detto vale pure per i collettori a sezione rettangolare. Per questi ultimi è importante pure il rapporto h/b fra l'altezza e la larghezza del collettore all'entrata; per rapporti h/b sensibilmente inferiori a 2 è possibile che nella parte terminale del collettore si manifesti una caduta di pressione tale da non poter essere compensata chiudendo la valvola di ricircolo.

In definitiva si può concludere dicendo che tuttora il collettore più usato è quello a sezione rettangolare con piastra di distribuzione; quest'ultimo ha generalmente un rendimento distribuzionale alto, l'ortogonalità dei getti è più controllabile in quanto i vortici eventuali si arrestano senza creare deviazioni del getto che, nei tubi, potrebbero provocare correnti con componente trasversale e fare sì che getti di due o più tubi contigui si fondano assieme

4.1.9. Perdite di carico nel distributore

Nel caso di distributori a sezione circolare con tubi di distribuzione in acciaio si ha:

$$H = (0.00594 + 0.00073 \times L / D^{1.165}) \times V^{1.85}$$

Nel caso dei distributori rettangolari con piastra forata:

$$H = (L+0.1) \times V^2 / 2g$$

Nell'ipotesi di fori diritti:

$$H = (L+0.02) \times V^2 / 2g$$

nelle quali:

- L = lunghezza dei tubi distributori
- V = velocità nei tubi
- D = diametro interno dei tubi

Perdite di carico nei diffusori

Normalmente, nella esecuzione di tubazioni, bisogna raccordare tubi di diametro diverso; nel caso di raccordi divergenti (D minore D_1) si verificano due perdite di carico distinte: quella per attrito contro le pareti del diffusore e quella dovuta alla trasforma-

zione dell'energia dinamica in statica. La perdita di carico totale risulta minima quando le due componenti suddette risultano uguali fra loro.

Se "a" è l'angolo di divergenza, da cui la relazione:

$$2 \operatorname{tg} a/2 = f(1+M^2) / 4(1-M^2) \text{ tutto riportato sotto radice}$$

dove "M" è il rapporto D/D_1 (minore di 1)

Questa relazione permette di determinare l'angolo di divergenza che rende minima la perdita di carico totale che, in tali condizioni diventa:

$$H = D_1 - D/l \times (1 - M^2)^2 \times V^2/g$$

Esempio

Quanto si è detto può essere applicato al raccordo fra valvola di mandata e collettore rastremato. Partendo dalla sezione di entrata del collettore di lunghezza "L" (distanza fra le pareti laterali della cassa), si ha un tratto di tubo cilindrico, lungo 2m, chiuso all'altra estremità da una piastra forata (50% di area forata) che ha la funzione di uniformare la distribuzione della velocità, alterata dal gomito a 90° che la precede nel senso del flusso. Tale gomito di diametro "D1" deve venire collegato alla valvola di mandata avente diametro "D" minore di "D1".

Conoscendo: $D_1 = 0,4 \text{ m}$, $D = 0,3 \text{ m}$, $f = 0,015$

avremo: $\operatorname{tg} a/2 = 0.05786$ e $a = 6,6^\circ$

ed essendo: $2 \operatorname{tg} a/2 = (D_1 - D) / L$

4.2. Lo smorzatore di vibrazioni a cuscino d'aria

Lo smorzatore di vibrazioni è una parte di macchina separata, che viene collegata alla cassa d'afflusso.

Il serbatoio smorzatore ha il compito di eliminare completamente le pulsazioni che si hanno nel sistema di alimentazione pasta.

Lo smorzatore di vibrazioni si compone delle seguenti parti: bocca introduzione pasta, diffusore a piastra forata, serbatoio cilindrico in pressione con cuscino d'aria e bocca laterale uscita pasta

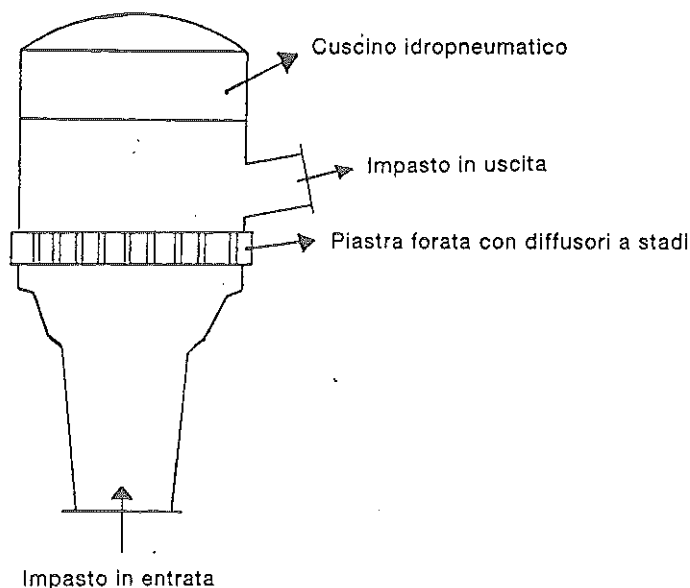


Figura 6
Smorzatore
di vibrazioni

4.3 Il dopo distributore

Le alternative, dopo il distributore, sono due: o cassa d'afflusso a cuscino d'aria oppure cassa idraulica. Nel primo caso, la sospensione che arriva (alla massima portata) con una velocità media di 6 m/s, circa, subisce una brusca decelerazione nella "camera di miscelazione o d'esplosione" per venire accelerata nuovamente ad una velocità di 2 m/s e per poi essere ancora decelerata, nella vasca, ad una velocità di 0,15-0,05 m/s, l'ultimo cambiamento di velocità avviene nella lama di efflusso, alle velocità di macchina, circa.

Nel caso delle casse idrauliche, una batteria di diffusori, tipo Venturi, in corrispondenza dei fori di un distributore a sezione rettangolare, decelera il flusso a velocità tale da escludere, a qualsiasi densità, il verificarsi del moto a tappo e per velocità di macchina sufficientemente elevate, il moto misto (vedere diagramma 1). In tale tipo di cassa, se le eventuali pulsazioni originate nella pompa di mandata o/e negli assortitori a pressione sono adeguatamente smorzate (serbatoio a cuscino d'aria sulla tubazione di mandata) e se si riesce a mantenere una microturbolenza uniformemente estesa a tutta la massa della sospensione, elimina totalmente i problemi derivati dalle casse aperte o a cuscino d'aria.

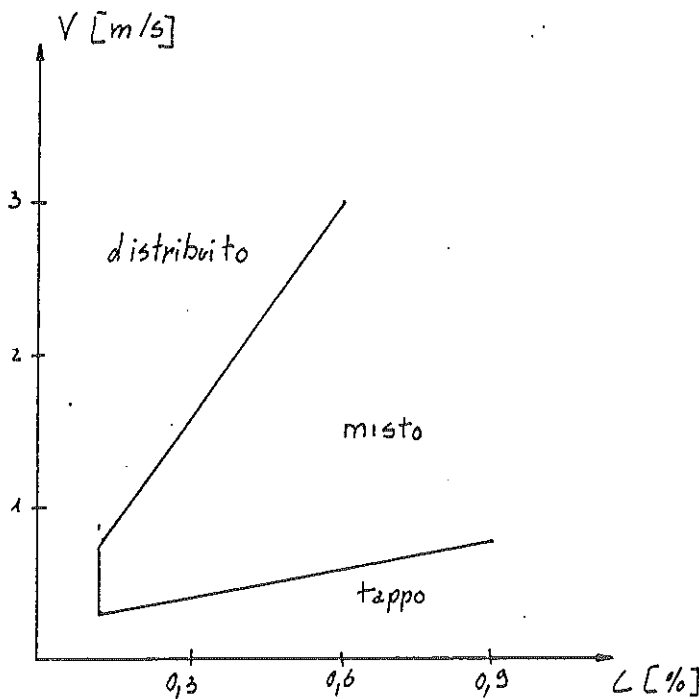


Diagramma 1

4.4. Dalla camera di miscelazione al diffusore

In Fig.7 è illustrato quanto può avvenire in questo tratto della cassa d'afflusso. Quando l'orientazione dei getti provenienti dai tubi di un distributore, non è corretta, nella parte posteriore della camera di miscelazione si forma un grosso vortice stazionario che ingloba una bolla d'aria. Le fibre che tendono ad aderire a questa, ne aumentano il peso fino a quando essa non venga trascinata attraverso la cassa per poi finire sulla tela. Nella Fig.8 un angolo di incidenza dei getti corretto, riduce notevolmente il fenomeno.

Nel passaggio fra camera di miscelazione e diffusore, usualmente regolabile in larghezza in modo che la velocità in esso possa essere variata da 1.2 a 3.5 m/s, nel caso di velocità troppo basse, i getti del distributore tendono a restare separati, dando luogo a variazioni di grammatura, in senso trasversale, del foglio. Se la velocità è eccessiva, vi si formano dei vortici a spirale che, specie negli impasti a fibra lunga, tendono a formare stringhe di fibre. Oltre a ciò, sarà molto difficile rallentare nel diffusore il moto della sospensione in modo da arrivare, nella sezione più larga di questo, ai 0.3-0.4 m/s necessari per limitare la turbolenza a valle del cilindro forato.

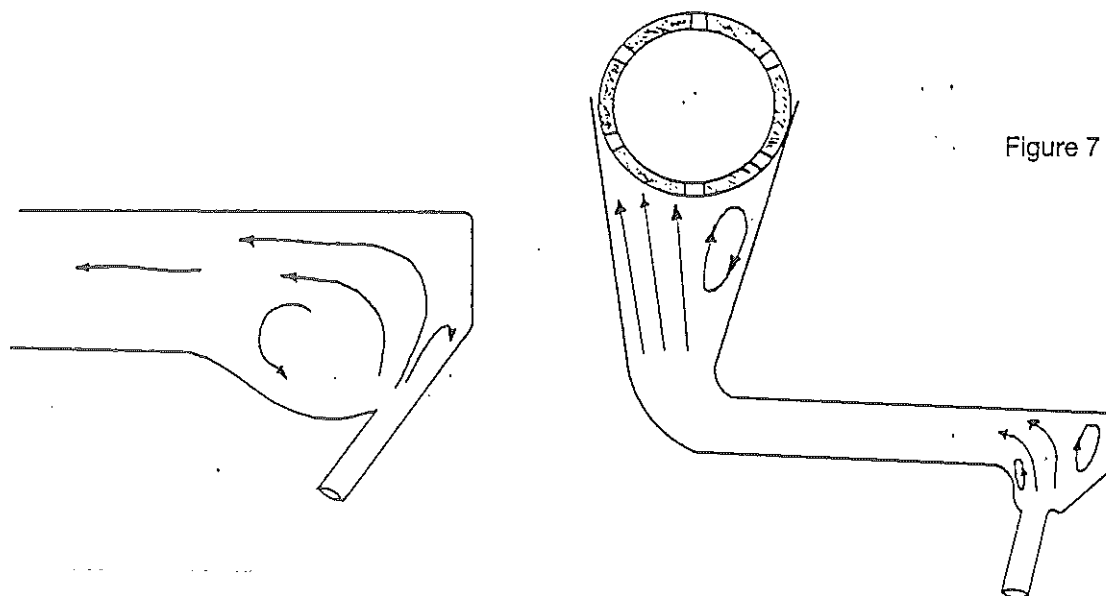


Figure 7 - 8

4.5. I cilindri forati

Il compito dei cilindri forati è duplice:

1. uniformare la velocità della sospensione e la densità di questa
2. deflocculare la sospensione

Il cilindro o i cilindri forati situati nel diffusore assolvono prevalentemente il primo compito, è noto che una resistenza di valore "r" posta in una corrente, riduce le differenze di velocità a monte. Nel rapporto $l/l+r$: se le differenze di velocità a monte della resistenza sono del 10% rispetto alla velocità media, mentre esse per un valore di $r =$

0.25 si riducono dell'8% a valle. Ciò richiede, che il cilindro forato disposto nel diffusore abbia un'area forata limitata; non si può, per altro esagerare, per evitare velocità eccessive nelle luci fra cilindro e pareti della cassa, che causerebbero il distacco del fluido dalla parete, a valle del rullo forato.

In pratica, i cilindri forati disposti nei diffusori, qualunque sia il tipo di carta, hanno un'area forata del 30%, e fori di 20 mm di diametro.

Va osservato che il grosso della portata attraverso un rullo forato, ha luogo nella parte centrale di esso, dove i fori giacciono in un piano perpendicolare alla direzione di corrente: si ha il così detto "effetto lente"; i filetti fluidi vengono ravvicinati all'interno del rullo, per espandersi a valle di questo.

Gli elementi che determinano l'azione deflocculante di un rullo forato sono i seguenti:

1. La velocità media della sospensione, limitata da un campo che va da un minimo di 0.15 m/s ad un massimo di 0.3-0.35 m/s. Velocità inferiori a quella minima intensificano la formazione di fiocchi, mentre velocità superiori alla massima, provocano un cono di turbolenza a valle del rullo, di estensione eccessiva.

2. Lo spessore della parete dei rulli: a spessori maggiori corrisponde un'azione deflocculante migliore ed un effetto lente più pronunziato: un buon compromesso è uno spessore di 8 mm .

3. La velocità di rotazione: un rullo forato che ruoti ad una certa velocità, presenta un fenomeno analogo a quello di uno sgocciolatore: in corrispondenza della luce con la parete nella quale le direzioni di corrente e rotazione convergono, si ha una sovrappressione, seguita da una depressione a valle del punto più stretto. Il fenomeno aiuta la deflocculazione sino ad un certo punto, oltre il quale c'è il pericolo del distacco del fluido dalla parete. Per questo motivo, le velocità di rotazione dei rulli forati sono variabili:

- da 15 a 20 giri/min per i cilindri ubicati nel diffusore;
- da 10 a 15 giri/min per quelli ubicati nella vasca;
- da 4 a 6 giri/min per quelli in prossimità della feritoia di efflusso.

4. Il diametro dei fori: la turbolenza a valle di un rullo forato aumenta col quadrato del diametro dei fori. Particolarmente critico è il diametro in funzione del tipo di impasto (fibra lunga o corta) e della velocità di macchina, per quanto riguarda i rulli in prossimità della feritoia di efflusso avremo un diametro dei fori variabile:

- per carte con fibre corte (giornale) e velocità elevate 19 mm
- per carte con fibre lunghe (liner) e velocità modeste 28 mm

Si noti che tutti i rulli forati, ad eccezione di quelli situati presso la bocca d'afflusso, sono muniti di dischi interni (a circa 120 mm di distanza fra loro) per ostacolare le componenti trasversali del moto.

5. La direzione di rotazione: mentre i rulli ubicati nei diffusori possono ruotare indifferentemente nelle due direzioni, allo scopo di meglio assolvere il compito di egua-

gliatori di velocità, il senso di rotazione degli altri è unico. Normalmente contrario alla direzione di corrente per i rulli che sporgono dal pelo liquido (per trattenere la schiuma) ed opposto a questo per i rulli sommersi.

6. Le distanze dalle pareti: da quelle perpendicolari all'asse dei rulli 25mm; da quelle parallele e fra cilindri sovrapposti 3mm; per i rulli nel diffusore e per il rullo in prossimità della feritoia 3mm, 6mm per i rimanenti.

7. Il numero dei rulli forati: diametro e numero sono in funzione della portata per minuto primo e metro di tavola in modo che la velocità media nella vasca sia inferiore ai 0.3-0.4 m/s.

Tutti i valori riportati in queste considerazioni sono puramente indicativi, vista la notevole quantità di fattori esterni che influiscono (tipo d'impasto, velocità di macchina, grammatura, densità, caratteristiche finali).

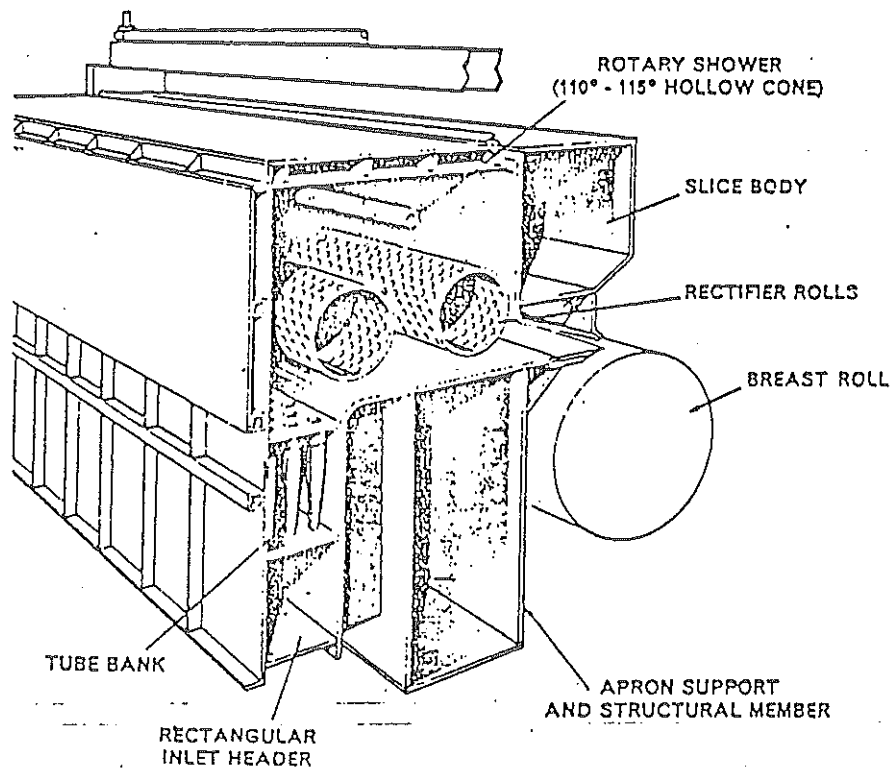


Figura 8a

4.5.1. Le onde di gravità

Tali onde costituiscono un fenomeno, generalmente poco conosciuto, che si verifica sulla superficie libera di un fluido, quindi nelle casse aperte ed in quelle a cuscino d'aria. L'entità del danno che può arrecare è, probabilmente modesto ma, unito al fatto che i cilindri forati emergenti dal liquido ruotano in modo da diminuire la velocità negli strati superiori, e quindi causare separazione di fibre e disuniformità nella sezione trasversale del liquido, può peggiorare le cose.

Ciò si verifica quando il rapporto fra velocità media della sospensione e velocità di propagazione (celerità) delle onde, è minore dell'unità. Tale rapporto prende il nome di "numero di Froude" e, se è minore di uno, è possibile che il moto delle onde sia contro-corrente.

La celerità delle onde di gravità è data da:

$$C = (g \times h) \text{ tutto riportato sotto radice}$$

Ora, anche nell'ipotesi di un battente "h", particolarmente basso, ad esempio $h = 0.16 \text{ m}$, risulta:

$$C = 1.25 \text{ m/s}$$

E pertanto, il numero di Froude V/C , essendo $V = 0.4 \text{ m/s}$, risulta minore dell'unità.

4.6. Spruzzatori in cassa d'afflusso

Gli spruzzatori nella cassa d'afflusso sono essenziali quando la pasta non è disaerata. Essi devono coprire l'intera superficie superiore della cassa. Se, comunque, la portata degli spruzzatori oscillanti è eccessiva, il livello nella cassa d'afflusso e quindi la grammatura, cambierà periodicamenti e se gli spruzzatori fissi hanno una portata eccessiva o mandano acqua a temperatura diversa dall'impasto, possono portare a variazioni di grammatura e a formazioni di "bande" sulla tela.

Anche quando l'impasto è deareato, è bene prevedere uno spruzzatore di acqua fresca che funzioni durante le fermate per evitare che i depositi si secchino all'aria.

Uno spruzzatore sotto il labbro inferiore aiuta ad eliminare le bolle.

Uno scarico di pasta dalle fiancate della cassa d'afflusso, immediatamente prima della feritoia d'uscita, fa sì che i bordi abbiano grammatura sufficientemente alta.

4.7. La bocca di afflusso

E' noto che l'efflusso di un liquido da un'apertura, sotto un battente "h", avviene con una portata "Q", espressa da:

$$Q = c \times A \times (2gh)^2$$

Se "L" è la larghezza della cassa, ed "s" l'altezza della feritoia di efflusso, essendo:

$$V = (2gh)$$

si può scrivere:

$$Q = c \times L \times s \times V$$

nella quale "c" è il coefficiente di efflusso e, il suo valore, indica di quanto si contrae la lama liquida, subito a valle della feritoia.

Ma la portata si può esprimere anche con una relazione diversa:

$$Q = 1.15 \times P/1000 \times \&$$

dove "P" è la produzione al secco assoluto in fondo macchina (t/24h), cioè:

$$P = 10 \times L \times V \times G \times 1.44/60$$

Sostituendo il valore di "P" nelle relazione precedente ed uguagliando le due si ottiene:

$$s = 0.1 \times G/c \times \&$$

L'apertura della feritoia di efflusso "s" è data in funzione della grammatura "G", dalla densità netta "&" e dal coefficiente di efflusso "c".

E' possibile ridurre a tre schemi le situazioni che si presentano in pratica; tali schemi sono rappresentati nelle fig.: 9a, 9b, 9c.

Nella fig. 9a, l'angolo dei piani che contengono il labbro superiore e quello inferiore è minore di 45°, per questa configurazione si assume un valore di c = 0.9;

Nella fig. 9b, per angoli compresi tra 45° e 90° si assume un valore di c = 0.8

Nella fig. 9c, per angoli uguali a 90° si assume un valore di c = 0.6.

Quindi volendo fare un esempio: supponendo una densità & = 0.4 e una grammatura G = 60, trovandoci nella configurazione 9c avremo:

$$s = 25 \text{ mm}$$

Fig. 9a

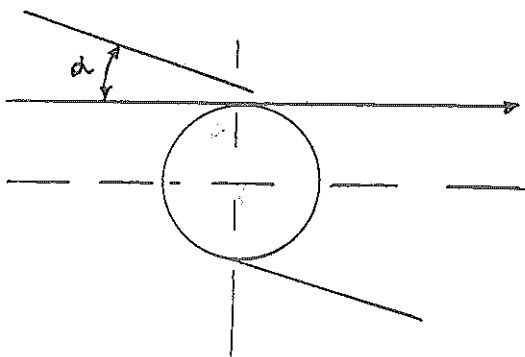


Fig. 9b

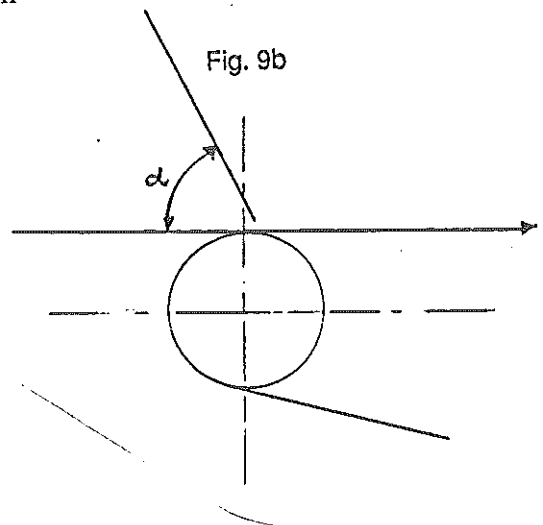
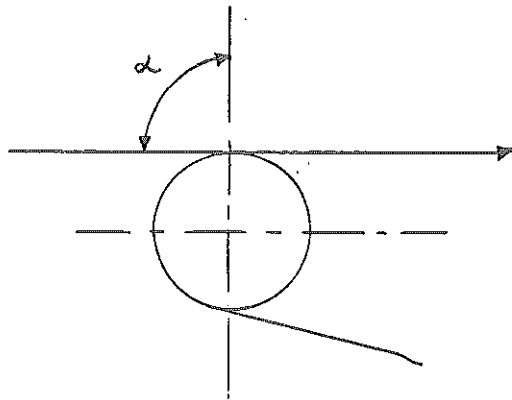


Fig. 9c



Si osservi che il moto della sospensione, in sezioni che si avvicinano a quella di efflusso, differisce sostanzialmente nelle tre configurazioni schematiche di cui sopra.

Nella 9a, si verifica una lenta accelerazione del moto che passa dal tipo a tappo a quello misto, prima di arrivare alla feritoia di uscita. In queste condizioni la sospensione è compressa a sandwich fra due lamine d'acqua che aderiscono alla superficie dei due labbri.

Nella 9b, l'accelerazione è più rapida, il moto misto si verifica per un intervallo di tempo minore.

Nella 9c, manca il moto misto, si ha una brusca transizione dal moto a tappo a quello distribuito.

Nella realtà le cose sono diverse: un'accelerazione così brusca, provocherebbe un'eccessiva turbolenza del getto, esaltandone l'instabilità idrodinamica.

In fig.10 è schematizzata, con maggiore attinenza alla realtà, la configurazione 9c: il rapporto a/s è molto critico; se eccessivo, si ha un'accelerazione dannosa alla stabilità del getto, se troppo piccolo (inferiore a 1.5) le deformazioni locali del labbro superiore, per correggere la grammatura, potrebbero portare ad interruzioni locali del getto.

Nelle configurazioni considerate, l'angolo di incidenza del getto sulla tavola piana, si regola avanzando o arretrando il labbro superiore rispetto all'inferiore: nel primo caso si ottiene una formazione a pressione, il getto colpisce il capotela che effettua un intenso drenaggio; nel secondo caso il getto salta il capotela per colpire la tela molto vicino allo spigolo anteriore della tavola di formazione (forming-board).

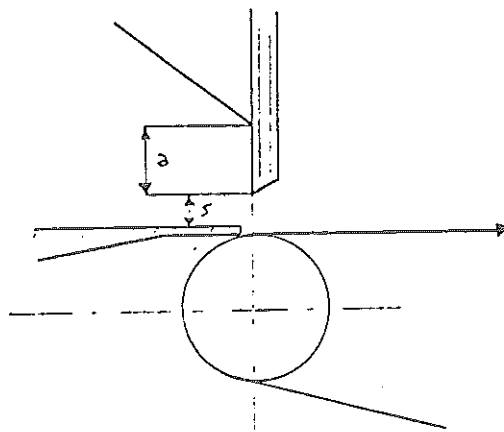


Figura 10

Si osservi che le configurazioni 9a e b, usuali nelle macchine lente hanno un grande svantaggio: per correggere localmente la grammatura, la deformazione si estende a buona parte del labbro superiore, dando origine a correnti trasversali sulla tela. Da questo punto di vista è preferibile lo schema della fig.10, nel quale la deformazione è limitata alla lama del labbro, e non interessa la superficie a monte.

4.7.1. Idrodinamica della bocca di efflusso

Accenneremo solamente ad un criterio che permette di stabilire se il getto è idrodinamicamente stabile oppure no. Cominciamo subito col constatare che esso è di per se instabile, non solo, ma che è tanto più instabile quanto più il numero di Weber è inferiore all'unità.

Tale numero è dato da: $W = 2 \times T / \rho \times S \times V^2$

dove: T = tensione superficiale del getto

ρ = densità del getto

V = velocità media del getto

S = altezza della feritoia di efflusso

Nel nostro caso, è certamente $W < 1$; per migliorare le cose, si riduce di solito il battente totale, riducendo così "V" ed aumentando "S".

Si è osservato che al di sopra di una certa velocità, le superfici di separazione fra getto ed aria, sono leggermente ondulate e la velocità di propagazione delle ondulazioni è alquanto inferiore a quella del getto, che risulta, soggetto a variazioni di spessore in senso longitudinale. Le deformazioni del labbro per correggere la grammatura, portano a variazioni di spessore in senso trasversale: è facile che, nei filetti di fluido più sottili si verifichi un'interruzione del getto, che, anche se ha luogo dopo il contatto con la tela, causa degli spruzzi, dando origine alla speratura della carta. Questo inconveniente si verifica principalmente nelle macchine molto veloci.

4.8. Inclinazione del getto rispetto alla tela

4.8.1. Il getto all'uscita della cassa

Le labbra hanno il compito di formare il getto, la loro apertura è funzione della grammatura e della concentrazione. Teoricamente il getto deve essere rettangolare con velocità costanti e uguali in ogni punto dell'efflusso.

La bocca ha due labbra in acciaio inossidabile, la cui posizione ed inclinazione determinano la qualità del foglio, queste sono appuntite e rigide per mantenere il flusso stabile. Le pareti interne sono lisce per evitare grumi che, staccandosi, disturberebbero il flusso.

Il labbro inferiore, sistemata la sua posizione ed inclinazione, rimane fisso e non

deve vibrare. Mentre il labbro superiore è registrabile per una escursione di 15-20 mm, in modo da ottenere un profilo uguale in tutta la larghezza.

La regolazione, che viene effettuata mediante una serie di viti senza fine (volantini) elimina difetti di flusso piccoli e locali. La regolazione deve essere un caso raro e di qualche centesimo di mm.

La convergenza del labbro porta ad un aumento della velocità fino a valori prossimi a quelli della tela e assicura la contrazione del getto all'uscita delle labbra; cosa che determina la stabilità.

4.8.2. Orientamento del getto

La posizione relativa dei labbri superiore ed inferiore, nonché la distanza di questi dalla generatrice superiore del capotela, determinano l'angolo del getto e se questo colpisce la tela nella zona di aspirazione oppure no. E' bene notare comunque, che la regolazione del labbro superiore mediante viti di regolazione è molto più sensibile quando il labbro superiore è arretrato rispetto all'inferiore.

In alcune delle più moderne casse d'afflusso l'orientamento del getto viene ottenuto inclinando la cassa intera anziché agendo sulla posizione relativa dei labbri. Ad eccezione di quanto il labbro inferiore è regolabile, la posizione di questo in relazione al capotela viene regolata spostando il capotela nella direzione di macchina. Il vantaggio del labbro inferiore scorrevole consiste nel fatto che la regolazione richiede poco tempo, cosa particolarmente desiderata nelle continue per la produzione di carte fini e speciali che sono soggette a frequenti cambiamenti di velocità.

Il labbro inferiore dovrebbe essere disposto, durante l'installazione della cassa d'afflusso, più vicino possibile alla tela: una distanza di 4.5 mm fra faccia inferiore del labbro e tela.

L'angolo d'inclinazione è determinante per la stabilità. Se l'angolo è troppo piccolo, cioè il getto è parallelo alla tela, quest'ultimo avrà un tratto lungo e potrà fluttuare per l'effetto dell'aria trascinata dalla tela.

Un angolo troppo grande può portare a vibrazioni della tela. Si ha un angolo grande nelle carte tissue, per assicurare l'intreccio delle fibre nel senso dello spessore, nonostante la bassa concentrazione.

A basse velocità l'angolo del flusso sulla tela è maggiore di quello di uscita dalla bocca a causa della forza di gravità. Se il labbro superiore è verticale, l'angolo si varia spostando in avanti o indietro il labbro superiore e precisamente se il labbro superiore oltrepassa quello inferiore, l'angolo è maggiore e viceversa se viene retratto.

4.8.3. Coesione del foglio umido

Il foglio umido che si forma sulla tela è costituito da un tessuto di fibre rigonfie di acqua più o meno sfibrillate, la cui coesione è data da tensioni interfacciali con l'acqua che avvolge le fibre.

L'acqua forma un film che tiene le fibre distanti tra loro in modo da impedire legami idrogeno fra di loro; man mano che l'acqua drena, il film diviene sempre più sottile, la tensione interfacciale aumenta e costringe le fibre ad avvicinarsi. Quando l'umidità raggiunge il 25% di secco, le tensioni sono apprezzabili. Al disopra il film non copre più tutta la superficie, si stabiliscono legami idrogeno là dove l'acqua di imbibizione non ricopre più le fibre.

Acqua igroscopica e di imbibizione:

La cellulosa si lascia bagnare facilmente, perde la sua rigidità poiché l'acqua si può immaginare che faccia da lubrificante tra gli OH di fibre differenti. L'effetto dell'acqua capillare si può paragonare a quello che si genera in una spugna nuova libera dal suo involucro impermeabile e messa in ambiente umido. La spugna, dapprima rigida, rammolisce e rigonfia. Nella cellulosa l'acqua assorbita in aria satura è detta acqua capillare e rappresenta il 20-30%.

L'acqua di imbibizione si può paragonare a quella che una spugna possiede dopo essere stata immersa in acqua e lasciata sgocciolare, le fibre possono contenere 200-300% di acqua di imbibizione. L'acqua sgocciolata è detta acqua libera.

4.8.4. Requisiti del foglio

La struttura deve essere omogenea, per questo è necessaria:

- una distribuzione uniforme delle fibre nel piano del foglio
- simmetria rispetto al piano centrale, cioè le due facce debbono essere simili
- orientamento controllato delle fibre
- superficie uniforme sulle due facce

In pratica nessuno di questi obiettivi è raggiunto in modo perfetto.

Infatti quando il getto arriva a contatto della tela, gli elementi più lunghi si fermano sulla tela, mentre quelli fini drenano e si fermano tanto più quanto il tessuto fibroso si forma.

Il foglio non è omogeneo in spessore; il lato tela è più ricco di elementi fini. Tale effetto è più pronunciato se vi sono cariche.

Se si ha una sola tela di formazione il foglio avrà due facce ben diverse, mentre se si utilizzano due tele si otterrà una struttura simmetrica ma non omogenea.

L'orientamento delle fibre dipende dalla velocità relativa del getto in rapporto a quello della tela e precisamente:

- velocità del getto minore a quello della tela, avremo un orientamento delle fibre nel senso longitudinale;
- velocità del getto maggiore a quello della tela, avremo un orientamento delle fibre nel senso trasversale;
- velocità del getto = velocità della tela, non avremo nessun orientamento preferenziale;

E' da osservare che la velocità non è rigorosamente uguale nel suo spessore e per tutta la larghezza della macchina.

La superficie raramente è perfetta: difetti di marcatura della tela, del feltro, ruvidità di un lato più dell'altro.

Infine la dispersione delle fibre non è perfetta anche perché si possono avere flocculazioni durante il drenaggio; se il drenaggio è basso, questi agglomerati danno al foglio un aspetto più o meno nuvoloso.

5. Conduzione della cassa d'afflusso

5.1. Regolazione del battente

Per una data grammatura ed una data densità di pasta, il battente in cassa d'afflusso dipende dall'apertura della feritoia di efflusso ed, usualmente, viene regolato in modo che la velocità della pasta mandata sulla tela stia in un rapporto predeterminato con la velocità della tela.

Il rapporto fra la velocità del getto e quella della tela è molto importante ai fini della formazione del foglio e delle caratteristiche della carta. Una formazione migliore implica un aspetto migliore e, ciò che è più importante, una maggiore resistenza a secco ed a umido. A seconda del tipo di carta c'è un valore del rapporto che dà luogo alla carta migliore. Il rapporto deve essere determinato di volta in volta ed è prossimo all'unità per carta da giornale.

Continue con superficie drenante insufficiente hanno normalmente un rapporto di 0.9. Il motivo pare sia dovuto al fatto che a densità alta la feritoia d'uscita sarebbe troppo stretta con un battente normale e in queste condizioni il profilo della feritoia risulta di difficile regolazione.

Riducendo il battente, si può adottare, a parità di densità, una feritoia più larga e più facilmente regolabile con un migliore profilo di grammatura trasversale a scapito, però, della formazione.

Il battente o la pressione nella cassa d'afflusso è governato quindi dalla velocità della macchina ed è una funzione di questa. Ad ogni velocità di macchina corrisponde un certo battente e, cambiando la prima, si deve cambiare anche questo.

Il battente nella cassa d'afflusso viene regolato:

- mediante variazione dell'apertura di efflusso, ottenuta sollevando o abbassando il labbro superiore parallelamente a sé stesso; ciò influenza la velocità del getto
- variando il volume d'acqua alla cassa d'afflusso, mediante la regolazione della valvola principale sulla mandata della pompa di diluizione

Alcune di tali valvole principali sono del tipo Beloit (fig.11), con comando ad aria. Conviene avere molta cura nell'uso di questo tipo di valvola, a causa del ritardo fra l'istante in cui la posizione viene fissata col comando ad aria e l'istante in cui si manifesta la variazione di battente in cassa d'afflusso.

Volendo effettuare una variazione di battente, si varia l'apertura della valvola e si deve attendere che il battente si stabilizzi; se il valore desiderato non è stato ancora raggiunto, bisognerà ulteriormente correggere il posizionatore della valvola; in pratica non bisogna aspettarsi che le variazioni del battente siano istantanee.

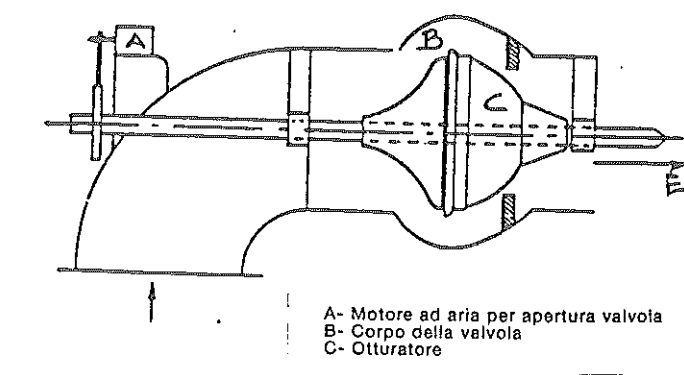


Figura 11

Per aumentare o diminuire il battente nelle casse d'afflusso chiuse o a pressione, si agirà sulla valvola dell'acqua come per le casse d'afflusso aperte: l'aumento della pressione dell'aria nella cassa non serve.

Le variazioni del battente possono avere diverse cause:

- variazione nella velocità della pompa di alimentazione
- variazione nella pressione dell'acqua negli epuratori
- ostruzione nello scarico degli scarti dell'epuratore
- variazione del battente nella fossa sottotela
- aria nell'impasto
- regolazione difettosa del battente nelle casse a cuscino d'aria

5.2. Feritoia di uscita

A battente costante, l'apertura della feritoia determina la portata e quindi la densità della pasta in uscita dalla cassa d'afflusso. Dato che la velocità del getto è in rapporto costante alla velocità della tela ed inoltre la grammatura è pure costante, segue che la densità teorica è inversamente proporzionale all'apertura della feritoia.

Se il rapporto fra velocità del getto e velocità di tela fosse uguale per tutte le continue, l'apertura della feritoia potrebbe servire ad una misura diretta della densità teorica. La densità effettiva in cassa d'afflusso è la somma di quella teorica e della densità delle acque bianche riciclate che, pur essendo all'incirca costante per una continua, varia da macchina a macchina. L'apertura della feritoia quindi regola la densità: come è noto la qualità della carta è tanto migliore quanto più la densità è bassa; quindi, l'apertura della feritoia dovrebbe essere quanto più grande è possibile compatibilmente con le capacità di drenaggio della tavola piana.

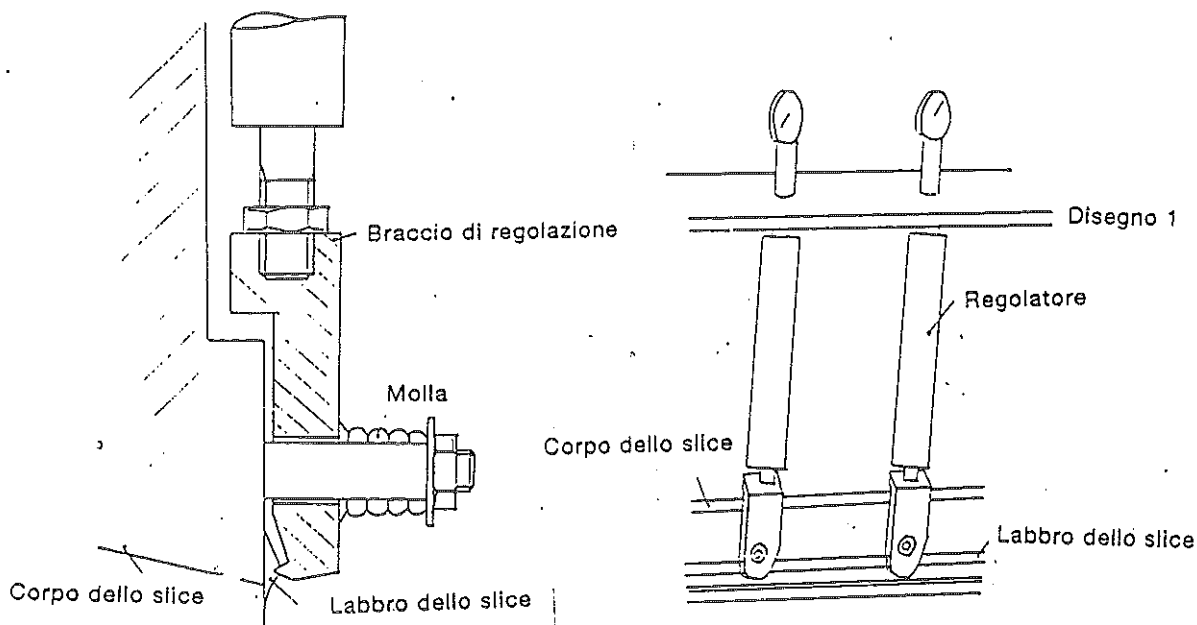
Da quanto sopra segue che:

- battente o pressione nella cassa d'afflusso è solo funzione della velocità di macchina
- per un certo battente, l'apertura della feritoia determina la densità.

Qualunque cambiamento nel potere drenante della tela che non richieda variazione di velocità richiederà soltanto la regolazione della feritoia di efflusso

L'abitudine di osservare la linea d'acqua sulle casse aspiranti ed il comportamento all'arrotolatore per decidere alla regolazione, porta a risultati tutt'altro che soddisfacenti. Il tipo di flusso ed il profilo di grammatura sono troppo complessi per portare ad una buona regolazione del labbro senza conoscere il profilo normale di questo. Le correzioni fatte su un labbro molto deformato portano ad altre correzioni più compromettenti e se il labbro non viene riportato nelle condizioni normali, si finirà con l'avere un profilo di grammatura pessimo.

di grammatura pessimo.



5.3. Regolazione della densità

La densità della pasta nella cassa d'afflusso è regolata mediante la valvola sulla linea di discesa dalla cassetta di regolazione e dalla quantità di acqua bianca immessa nell'aspirazione della pompa di miscelazione. Le variazioni di densità possono essere attribuite a quanto segue:

- variazione della densità delle singole paste che compongono l'impasto di macchina
- variazione nella velocità dell'impasto e della pompa di diluizione
- variazioni nel dosaggio di paste di densità diverse

I difetti del foglio dovuti a variazione di battente e densità in cassa di afflusso portano a sostanziali variazioni di grammatura che influiscono sulla formazione del foglio stesso, sul suo asciugamento alle presse ed in seccheria, sul comportamento alla liscia di macchina, causando rotture secche e umide, strappi alla bobinatrice.

Regolazione della densità nella cassa d'afflusso

Tale regolazione può essere effettuata:

- agendo sulla saracinesca della cassetta di regolazione (in questo modo si varia anche la grammatura)
- agendo sulla valvola di mandata della pompa di diluizione
- agendo sulle singole valvole di alimentazione degli epuratori, quando la valvola principale è completamente aperta

- sollevando o abbassando il labbro superiore della cassa d'afflusso.

Regolando in quest'ultimo modo la feritoia di uscita, e volendo mantenere lo stesso livello nella cassa d'afflusso si tenga presente che a sezioni maggiori corrispondono portate maggiori

5.4. Sistema indicatore della differenza di pressione nel distributore

Con un trasmettitore di pressione, collegato a una purga d'acqua, la mandata pasta viene regolata in modo da mantenere una pressione di alimentazione costante all'uscita dei diffusori.

Il riciclo pasta, in esercizio viene aperto fintantoché il profilo trasversale del nastro di carta risulta uniforme al lato comando e conduttore.

Per il controllo della variazione di pressione, sul distributore al lato conduttore e comando sono previsti due attacchi ai quali è collegato un trasmettitore di pressione differenziale (C). La differenza di pressione fra i due punti di misura si rileva nell'indicatore (D). Per riferimento vedere fig. 12.

La valvola di riciclo deve essere regolata in modo da eliminare la differenza di pressione fra i punti "A" e "B".

Nel diagramma sotto riportato sono rappresentate 4 diverse curve:

1. La pressione al lato conduttore è troppo alta, per cui la valvola di riciclo è troppo poco aperta
2. La pressione al lato conduttore è troppo bassa, per cui la valvola di riciclo è troppo aperta
3. La pressione è equilibrata
4. Eguagliamento del profilo con regolazione fine del labbro superiore

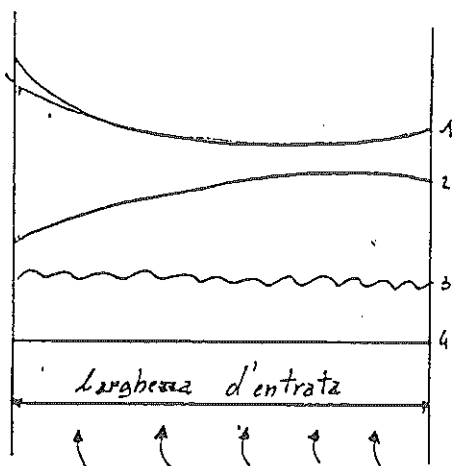
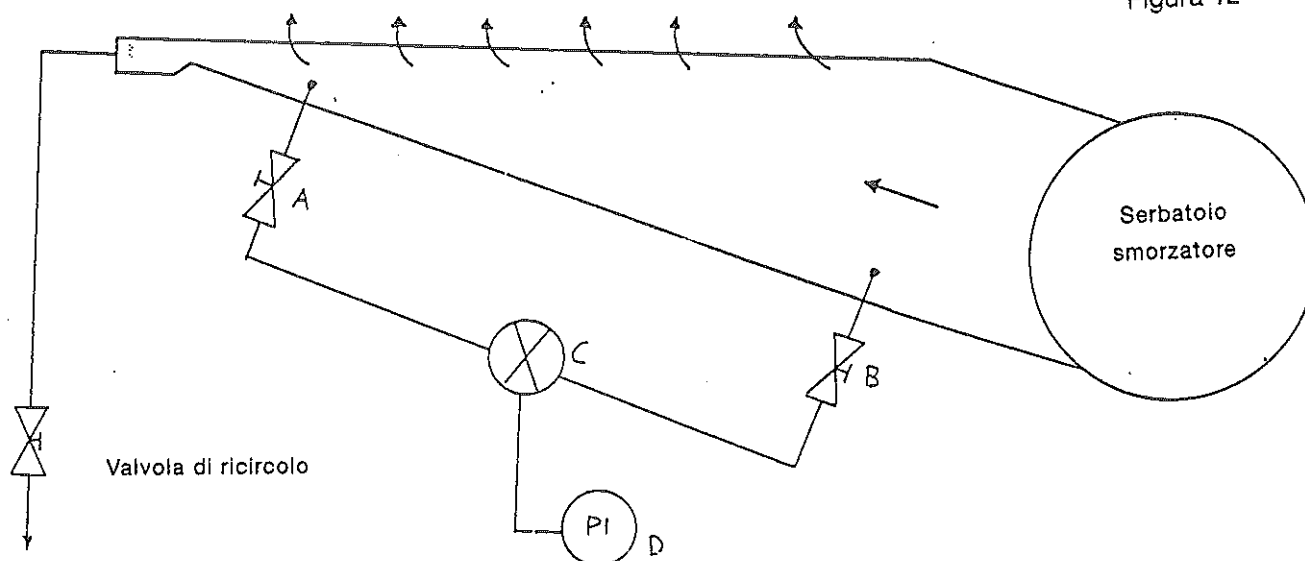


Diagramma 3

Figura 12

Figura 12



5.5. Il Diagramma di relazione

Per variare la portata in cassa d'afflusso si aziona normalmente la valvola principale sulla mandata della pompa di diluizione. A parità di altre condizioni, ciò significa variare contemporaneamente battente e densità. In osservanza ai principi suddetti, l'azionamento della valvola dovrebbe essere accompagnato da una regolazione della feritoia di efflusso tendente a stabilizzare il battente in cassa d'afflusso: operazione difficile, che potrebbe provocare degli inconvenienti. Per questa ragione i principi di cui sopra non sono direttamente applicabili in pratica: il loro valore, peraltro, consiste nel mettere in evidenza l'importanza e l'interdipendenza dei parametri in gioco.

Come usare il diagramma

Nel diagramma si vedono i quadranti A, B, C, D con le quattro variabili indipendenti: grammatura, velocità di macchina, battente nella cassa d'afflusso e apertura della feritoia d'uscita. Il quadrante "A" dà la produzione in funzione della grammatura e della velocità di macchina, in chilogrammi di carta per ora e per cm di formato. Per ottenere la produzione di macchina in tonnellate al giorno basta moltiplicare la cifra ottenuta per il formato in cm e per il fattore 0.024. (per ottenere la produzione al secco assoluto adoperare la grammatura al secco assoluto).

La linea tratteggiata indica un esempio: se la velocità è di 450 m/min e la grammatura è di 50 grammi per metro quadrato, si ottiene una produzione di 1310 Kg/h e, se il formato è di metri 5.38, la produzione risulta di 162 tonnellate giorno.

Il diagramma successivo "B", dà il rapporto fra velocità di macchina e velocità teorica del getto in base alla velocità ed al battente. Ciò che, in effetti, influenza la formazione, è il rapporto fra velocità tela e velocità effettiva del getto, valore che però differisce poco dal rapporto dato dal diagramma. La velocità di macchina è di circa il 5% più alta della velocità di tela, mentre la velocità teorica del getto è dal 2 al 3% superiore alla

velocità effettiva. Gli scarti si possono aggirare, per una continua, intorno all'uno due per cento, e sono trascurabili.

Nell'esempio per una velocità di 450 m/min ed un battente di 2.335 m di colonna d'acqua si ottiene un rapporto 0.93.

Il diagramma "C" dà la portata della cassa d'afflusso in l/min per cm lineare, in funzione della velocità teorica del getto in cm di colonna d'acqua e l'apertura della feritoia d'uscita in cm. Poiché la velocità teorica è del 2% troppo alta, la portata risulta maggiore nella stessa misura. La portata totale si ottiene moltiplicando la cifra ottenuta dal diagramma per la lunghezza del labro in cm.

Nell'esempio se il battente è di 2.50 metri e l'apertura della feritoia di 1.25 cm con una lunghezza del labbro di 5.35 metri, si ottiene una portata di 5300 l/min per metro lineare, ed una portata totale, attraverso la feritoia, di 26250 l/min.

L'ultimo diagramma "D", dà la densità teorica in funzione della grammatura e dell'apertura della feritoia. Dato che la densità è anche funzione del rapporto fra velocità del getto e velocità di macchina (u/v), sul diagramma sono indicati dei tratti di curva per $u/v = 0.9-1.1$; il tratto pieno con densità 0.4 corrisponde al rapporto $u/v = 1$. Per ottenere la densità, nel diagramma deve essere usato il secco assoluto: la grammatura dovrà essere divisa per 100, diminuita dell'umidità residua, e divisa ancora per 100.

Onde ottenere la densità effettiva in cassa d'afflusso si deve aggiungere la densità dell'acqua bianca ricircolata.

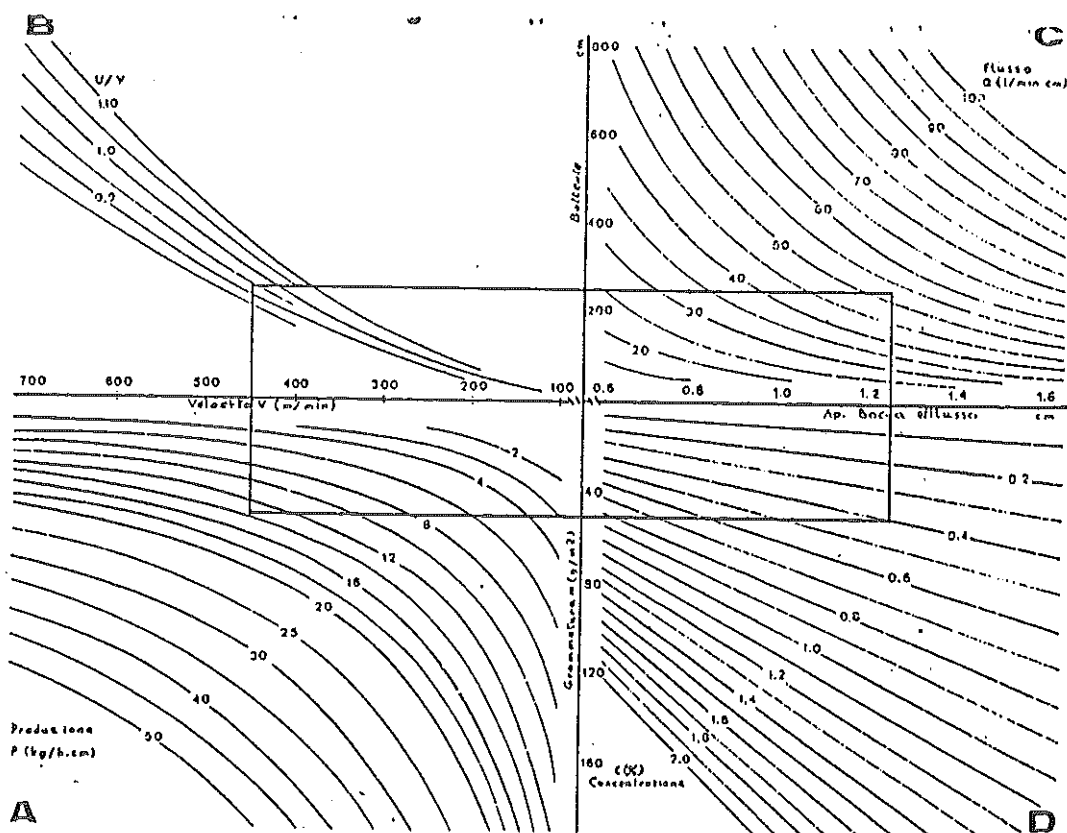
Se per una data macchina l'apertura è di 1.25 cm, il rapporto $u/v=0.93$ ed il secco assoluto di 50 gr/mq si ottiene una densità teorica di 0.4%.

Esempio d'uso del diagramma:

Il potere essiccante di una continua stabilisce la massima velocità di macchina. Stabilita questa ed un rapporto $u/v=1$, il battente è determinato e dato dal diagramma "B". La capacità di drenaggio della tela stabilisce la portata totale, da cui si deriva (diagramma "C") l'apertura della feritoia e quindi la densità.

Se ci fosse una variazione nel potere essiccante, con conseguente variazione della velocità di macchina, si dovrebbe cambiare il battente, assumendo sempre $u/v=1$ e, se il drenaggio non è cambiato, l'apertura dovrebbe essere variata seguendo la curva di portata costante. Ciò è facile da effettuarsi se la cassa d'afflusso è munita di regolatore di battente e di indicatore dell'apertura: in queste condizioni è facile tenere d'occhio il drenaggio sulla tela.

Diagramma 4



Funzionamento a bassa velocità

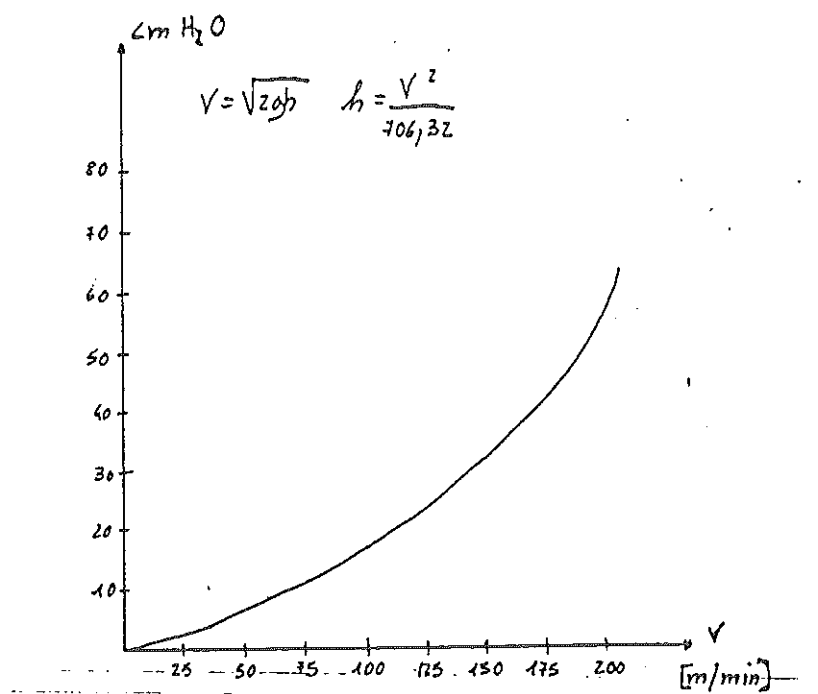
Sofferimmo ora sulle caratteristiche ed il funzionamento delle casse d'afflusso di continua a bassa velocità. In generale, tali casse, sono basate su criteri antiquati o su modifiche di casse d'afflusso ad alta velocità per addattarle ad un funzionamento a basse portate.

Essendo la produzione delle macchine lente limitata, la portata in cassa d'afflusso risulta bassa: ciò induce alla formazione di flocculazione che ulteriormente è favorita dalla densità di lavoro alta, usuale caratteristica delle continue lente, dovuta ad un limitato potere drenante della tela. La tendenza a flocculare è massima quando si producono grammature alte poichè, in tal caso, le densità risultano più alte. La situazione peggiora ulteriormente con gli impasti a fibra lunga. Nelle vecchie macchine si avviava a questi inconvenienti con lunghi intervalli di formazione e con l'uso dello scuotitore. L'efficacia di questo ultimo, si abbassa rapidamente al di sopra dei 150 m/min. L'azione dello scuotitore è funzione del prodotto dell'ampiezza per la frequenza ed è inversamente proporzionale alla velocità di macchina.

Restrizioni imposte dalle basse velocità

Il battente richiesto per ottenere una velocità del getto uguale alla velocità di tela varia col quadrato di quest'ultimo: ciò significa che i battenti relativi alle basse velocità sono limitatissimi. Questi battenti esigui impongono notevoli restrizioni al progettista poichè spesso il campo di grammature e velocità richieste non permettono di usare efficacemente i rulli forati allo scopo di deflocculare. Inoltre se il campo di velocità è basso, il campo di battenti può essere tanto basso da non permettere di usare una feritoia di uscita a getto.

Diagramma 5



6. Casse d'afflusso più recenti

Nei capitoli precedenti, si è fatta una descrizione generale dei tipi di cassa d'afflusso più comuni.

Nelle casse d'afflusso convenzionali a sezione rettangolare a cuscino d'aria, quando la portata nella cassa è bassa, o quando si tratta di impasti a fibra lunga, le caratteristiche generali del moto non sono tali da evitare la floculazione. Come si è detto prima, il tentativo di ovviare a ciò, impiegando un battente ridotto, mette in evidenza sulla tela i difetti del sistema di distribuzione. La figura 15 indica uno di questi nuovi tipi in forma schematizzata. L'alimentazione è una variante di quella a collettore conico descritta in precedenza; in pratica, per una macchina avente 3,80 m di larghezza, il collettore viene riunito alla cassa con 40 tubi ad uguali intervalli, aventi diametro di 5 cm.

Per carte fini ed altri tipi di carta vengono costruite delle casse accorciate con battente liquido basso e, usualmente, 3 cilindri forati. Questo tipo è particolarmente per carte molto caricate, dove è necessaria un'alta velocità nella cassa. Un battente liquido così basso, è possibile solo con distributori a collettore conico (Fig. 16).

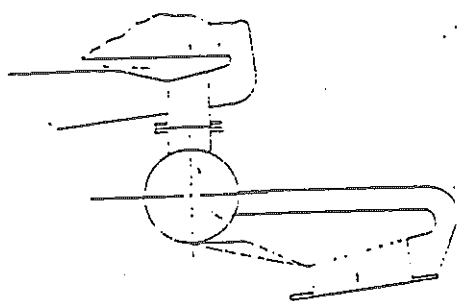


Fig. 15 Camera di esplosione

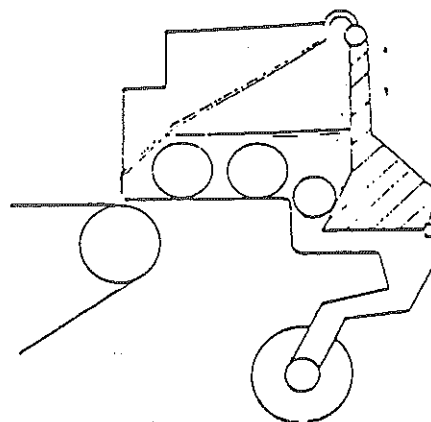


Fig. 16 Cassa d'afflusso a pressione d'aria con ingresso unilaterale a flusso ridotto e rapida apertura della parte superiore

Molte case costruttrici si sono concentrate sulla costruzione di casse a sezione di portata piena, senza cuscino d'aria. Lo svantaggio di questi tipi di cassa è in relazione al fatto che la pasta è a contatto con la superficie superiore e che l'aria contenuta in essa tenda a separarsi lungo questa superficie: quando l'aria va verso l'alto, trasporta con sé resina, carica ed altri materiali che tendono ad aderire alla superficie della cassa formando nuclei di raccolta di fiocchi. Mentre questi possono anche essere rotti dai cilindri forati, ciò non avviene sempre, l'area che tende a raccogliersi dietro i nuclei di raccolta, viene trasportata in forma di bolla sulla faccia superiore del foglio. Questi effetti

possono essere eliminati mantenendo una velocità sufficientemente alta in superficie: il valore di questa velocità dipende dal tipo di pasta e dal contenuto di aria in esso.

Un secondo svantaggio delle casse a sezione piena, consiste nel fatto che manca la camera polmone delle casse a cuscino d'aria, con la conseguenza che le irregolarità si trasmettono dall'alimentazione della cassa alla tela. L'adozione di serbatoi polmoni nel circuito d'alimentazione ha permesso di rimuovere completamente questo svantaggio. La figura 17 indica una cassa brevettata da Goumeniouk; tale tipo è in esercizio normalmente su carte crespate. Una serie di casse a sezione piena è stata costruita sui principi di C.A. Lee che ha probabilmente contribuito più di chiunque altro in questo campo. Questi tipi di cassa d'afflusso adottate nella fabbricazione di carte crespate ad alta velocità, sono indicate nelle figure 18, 19, 20.

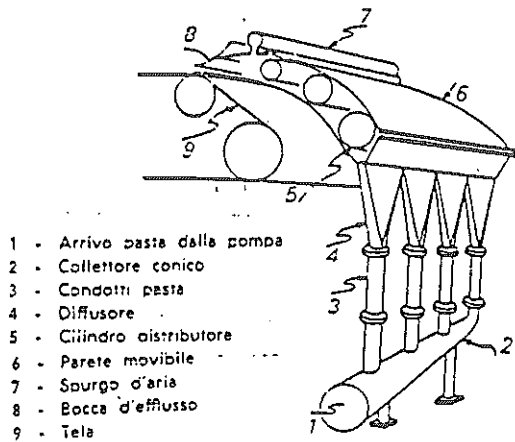


Fig. 17 Cassa d'afflusso tipo Goumenlook

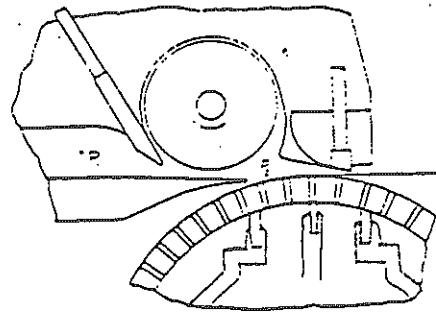


Fig. 18 Cassa d'afflusso per Tissue secondo lo schema di C. A. Lee, bocca d'afflusso e cilindro formatore

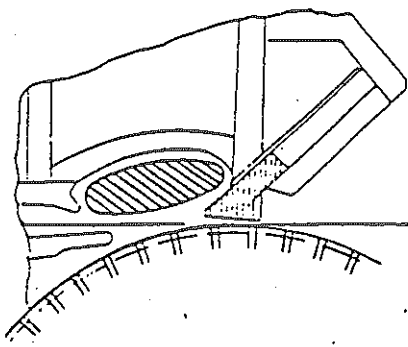


Fig. 19 Cassa d'afflusso di C. A. Lee con elemento di formazione fisso ed una bocca d'afflusso del tipo a barra

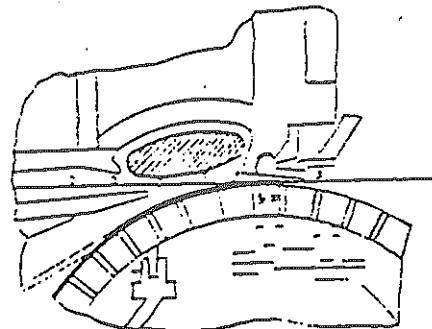


Fig. 20 Cassa d'afflusso di C. A. Lee con elemento di formazione fisso e una bocca d'afflusso a cerniera appesa

Il funzionamento tali casse è basato sulle condizioni seguenti:

- lento drenaggio all'inizio della zona di formazione
- alto valore di pressione alla fine della zona di formazione
- controllo delle pressioni media e massima
- regolazione indipendente di pressione e di velocità
- controllo della turbolenza

Fig. 21

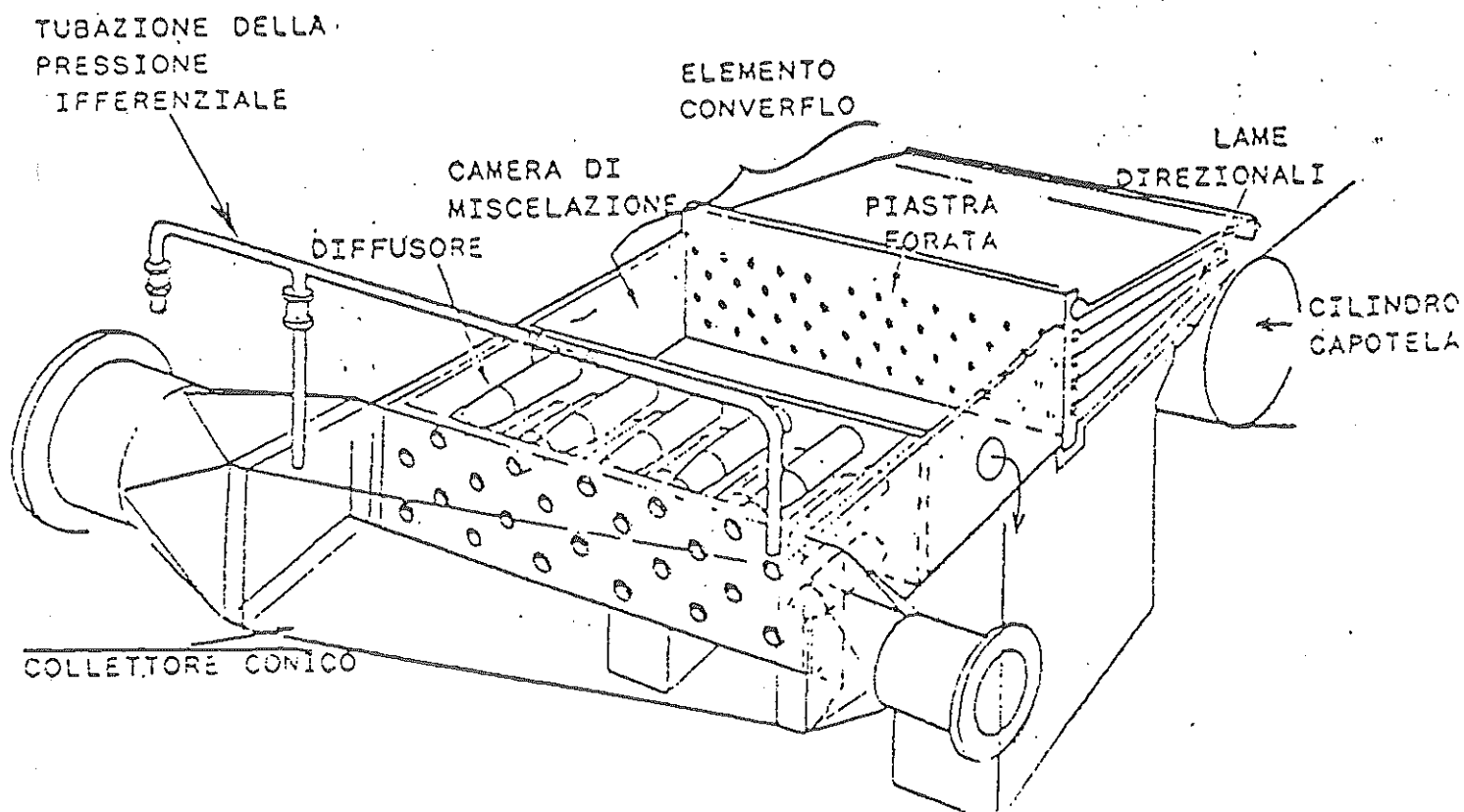
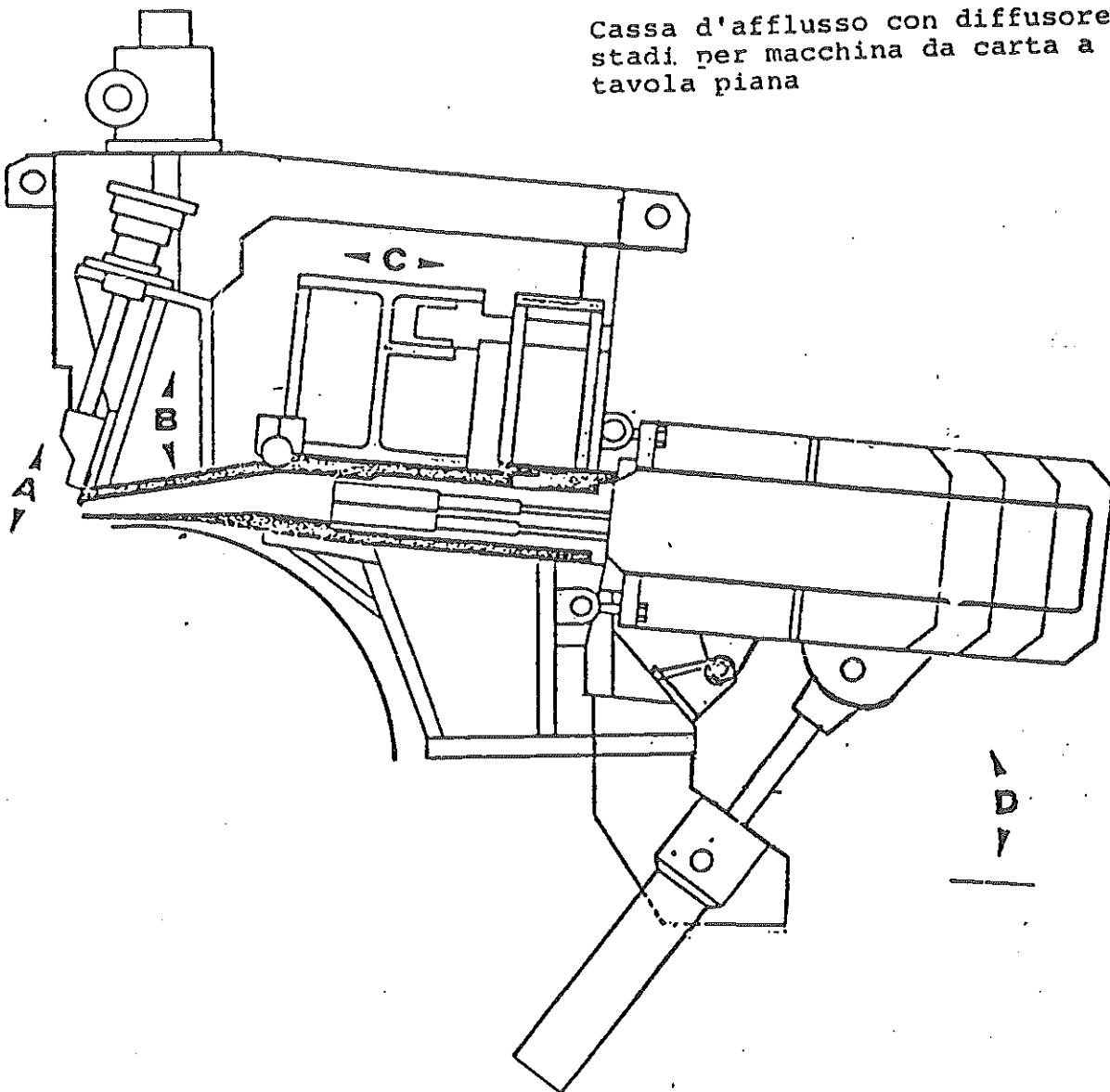


Fig. 22

Cassa d'afflusso con diffusore a stadi per macchina da carta a tavola piana



- A) Taratura del regolo e regolazione fine
- B) Regolazione del regolo, in dipendenza della portata e della velocità di macchina

- C) Movimento orizzontale del labbro superiore che influisce sul punto di impatto del getto sulla tela che a sua volta influisce sulla formazione del foglio
- D) Il distributore può essere spostato per scopi di pulizia o di ispezione

7. Casse d'afflusso secondarie

Nelle continue per carte kraft ad alta velocità non è possibile ottenere una grammatura sufficientemente alta con una sola cassa d'afflusso, si ricorre quindi ad una cassa secondaria, avente lo scopo di depositare un ulteriore strato di pasta sulla tela dopo che il primo strato è ben drenato e stabilizzato.

Al giorno d'oggi si costruiscono anche casse d'afflusso particolari in grado di depositare sulla tela 2 o 3 tipi d'impasto diverso. In pratica si cerca di ottenere un getto suddiviso che permetta una formazione stratificata del foglio, a seconda delle caratteristiche che si vogliono ottenere.

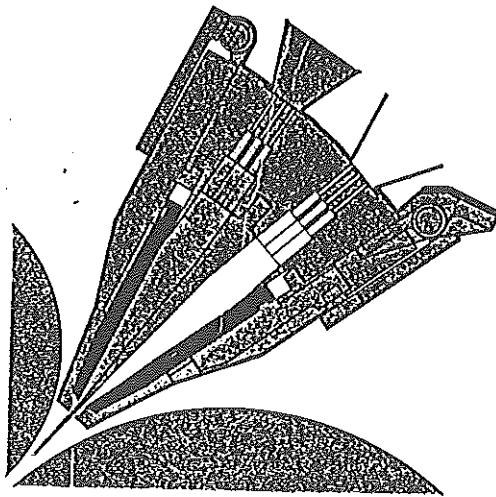


Figura 23

8. Conclusioni

In questa relazione si è parlato in modo generale su quella che può essere considerata l'elemento iniziale o primario della macchina per la produzione della carta.

Da quello che si è potuto capire la conduzione della cassa d'afflusso ha notevole influenza sulla qualità del foglio che si andrà a produrre.

Ogni tipo di carta prevede differenti parametri e ogni macchina continua abbisogna di determinate caratteristiche della cassa d'afflusso, in funzione degli svariati parametri che persistono nella produzione.

In tutti i campi, la scienza continua a progredire e con questa la tecnologia. Nelle macchine da carta il continuo progresso, spinto dal bisogno di qualità e costanza del prodotto, porta allo studio di nuovi tipi di cassa d'afflusso, più o meno validi.

In futuro forse, si arriverà a produrre carta in maniera diversa da quella attuale, anche se il metodo odierno presenta variabili insostituibili.

In questa relazione ho trascritto in modo generale, quello che può essere considerato l'elemento iniziale della macchina per la produzione della carta. Non ho descritto e parlato di tutte quelle problematiche legate all'impianto di testa macchina che dal punto di vista idraulico sono un tutt'uno con questo fondamentale organo della continua.

La cassa d'afflusso ha notevole influenza sulla qualità del foglio che si andrà a produrre e racchiudere in se tutte le tecnologie idrauliche e cartarie.

Ogni tipo di macchina continua nasce per una ben determinata tipologia di prodotti, di conseguenza tutta la progettazione della cassa d'afflusso è studiata in funzione degli intervalli di velocità, di portata e di diluizione prevista.

Una volta installata richiede tempi di avviamento durante i quali si devono imparare tutte le nuove relazioni tra i parametri di conduzione e le variazioni che questi comportano sul prodotto finito.