Il processo di raffinazione della fibra di cellulosa

Patuzzi Lionello
(Garda)

Relazione finale
6° Corso di Tecnologia per tecnici cartari
1998/99

Scuola Interregionale di tecnologia per tecnici Cartari

Via Don G. Minzoni, 50
37138 Verona

Indice

1. Introduzione al processo di raffinazione ..... pag. 1

2. Materiali soggetti al processo di raffinazione ..... pag. 2
2.1 Cellulosa
2.2 Pasta legno
2.3 Macero

3. Scopo dell'azione di raffinazione ..... pag. 6

4. Tecnologia della raffinazione della cellulosa ..... pag. 7

5. Comportamento delle fibre in un processo di raffinazione ..... pag. 8
5.1 Fibrillazione interna
5.2 Fibrillazione esterna
5.3 Le particelle fini nel processo produttivo

6. Assortitori ed epuratori ..... pag. 10

7. Raffinatori ..... pag. 12
7.1 Olandesi
7.2 Depastigliatori
7.3 Raffinatori conici
7.4 Raffinatori a dischi

8. Controllo della raffinazione.....pag. 19

9. Interventi manutentivi più comuni.....pag. 21

1. Introduzione al processo di raffinazione

La cartiera può recuperare le materie prime fibrose dai propri reparti di fabbricazione ed in questo caso si tratta di materie prime fibrose allo stato pompabile. Si tratta cioè di sospensioni fibrose molto diluite con acqua.

Per la cellulosa, ma anche per la pasta legno, le cartiere ricevono la materia prima sottoforma di cartoni essiccati, che non possono essere impiegati direttamente per ottenere pasta da carta nell'impasto. Occorre prima di tutto ridurli allo stato di pasta più o meno umida.

A questo scopo si sono usati per molti anni, ed ancora oggi talvolta si utilizzano, i cosiddetti strappatori per cellulose. Queste macchine riducono i cartoni di materie prime fibrose in piccoli pezzi che si spappolano poi facilmente in olandese.

Oggi però lo spappolamento avviene soprattutto negli spappolatori ad asse orizzontale o verticale a funzionamento continuo o periodico.

Per il processo di raffinazione è indispensabile decidere il tipo e l'origine della cellulosa da impiegare, in funzione del tipo di carta che si vuole produrre in macchina continua.

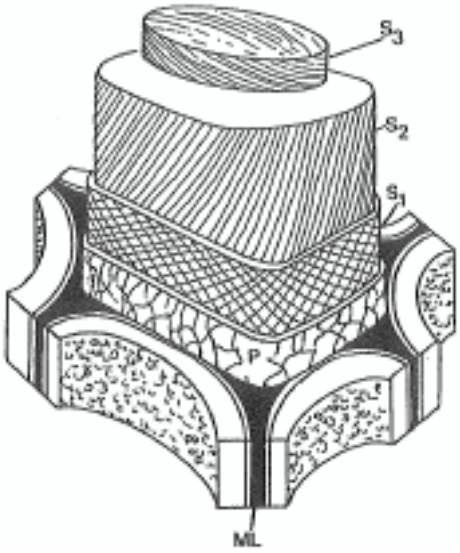
Generalmente la pasta non è costituita però da un solo tipo di cellulosa ma da più tipi di fibre, da pasta legno, e da cartaccia recuperata, con eventuali aggiunte di cariche o additivi, coloranti ecc.

2. Materiali soggetti al processo di raffinazione

2.1 Cellulosa

Come è noto, i tessuti vegetali, sono costituiti da un enorme numero di fibre o cellulose filiformi con le quali è possibile fabbricare un foglio di carta.

Tra i vari fattori per i quali un qualsiasi vegetale può considerarsi materia prima fibrosa per carta, la cellulosa è indubbiamente il vegetale più importante e più adatto allo scopo.



Struttura della parte della fibra:
ML: lamella mediana
P: parete primaria
S1: strato esterno della parete secondaria
S2: strato intermedio della parete secondaria
S3 strato interno della parete secondaria o parete terziaria

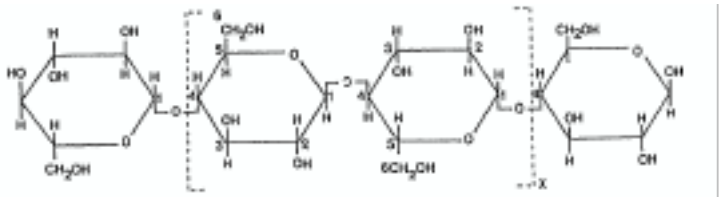
La cellulosa è il composto principale della parete cellulare; quantitativamente è presente nei legni in quantità pari a circa il 50%. Più precisamente in una pianta di conifera (F.L.) la cellulosa comprende il 42%, l'emicellulosa il 27%, la lignina il 28%, estrattivi 3% mentre per una pianta di latifoglia (F.C.) nello stesso ordine il 45% di cellulosa, il 30% di emicellulosa, il 20% di lignina e il 5% di estrattivi.

Dal punto di vista chimico, la cellulosa è un carboidrato cioè un composto di carbonio, idrogeno e ossigeno la cui struttura assai complessa è molto simile a quella dell'amido. Si tratta di un polimero naturale costituito da una catena molecolare di notevole lunghezza.

La caratteristica della sua struttura molecolare lineare è quella di ritrovarsi incorporata nella parete delle fibre non in forma singola e separata ognuna dalle altre, ma associata a costituire dei fasci di molecole.

La formula bruta della cellulosa è (C6 H10 O5)n, dove l'indice "n", rappresenta il grado di polimerizzazione, rappresentato dalle lettere DP che stanno ad indicare il numero delle unità glucosidiche che compongono la molecola della cellulosa e che ne determinano la lunghezza. Più il grado di polimerizzazione è alto e più la fibra avrà buone caratteristiche meccaniche.

Formula di struttura della cellulosa



Come già detto le fibre cellulosiche sono caratterizzate da una serie di proprietà che le rendono particolarmente idonee a essere trasformate in carta.

Le caratteristiche principali di queste fibre sono l'elevata resistenza intrinseca, la flessibilità e la conformabilità (quando gran parte della lignina è eliminata) la resistenza alle deformazioni plastiche, l'insolubilità all'acqua, la capacità di assorbire acqua, la capacità di fissare determinati additivi, e la capacità di formare naturalmente legami tra fibra e fibra e infine il colore bianco.

2.2 Pasta legno

Questa categoria di paste, sempre vergini, riguarda quelle prodotte esclusivamente con impiego di energia meccanica.

Questo processo fa subire alle fibre del legno uno scollamento violento provocandone la separazione in maniera perfetta. In questo caso, non essendo stata eliminata la lignina, le fibre mantengono la loro rigidità originale a svantaggio del legame naturale tra fibra e fibra.

A differenza dell'energia chimica impiegata per l'ottenimento di cellulosa, quella meccanica dà una resa assai maggiore pari al 95% circa contro il 55/60%.

Per arrivare all'estrazione di questa pasta è necessario operare con degli sfibratori a mola. Il legno in tronchi, scortecciato e tagliato in segmenti pari a circa 60/120 cm viene spinto sotto pressione contro una mola abrasiva che ruota velocemente mentre su di essa viene spruzzata dell'acqua. Le fibre del tronco al ruotare contro la mola, subiscono un'azione di compressione e decompressione data dalla superficie della mola stessa, provocando un allentamento dei legami esistenti tra le fibre del legno.

Il calore provocato dall'attrito tra il tondello di legno e la superficie della mola riscalda l'acqua, che serve per diluizione della pasta e per pulizia della mola, provoca un ammorbidimento della lignina e delle emicellulose.

La pasta ottenuta (SGW) cade nel pozzetto sottostante favorita dall'azione degli spruzzi, ed è pronta all'operazione di assortimento ed epurazione che, effettuata nei separaschegge, consiste nell'allontanamento di pezzi grossi di legno residuo, e successivamente negli epuratori a ciclone ove avviene la separazione della sabbia, dello sporco, dei residui di corteccia e dei fascetti fibrosi; dopo di che la pasta è pronta per l'utilizzazione.

Le caratteristiche di questo tipo di pasta sono innanzitutto la buona scolantezza e cioè la facilità a drenare acqua sulla tavola piana.

La presenza della lignina non favorisce però il legame idrogeno con le fibre vicine. Le fibre mantengono la loro rigidità per cui non sono in grado di stabilire contatti e quindi dare resistenza meccanica al foglio di carta.

La fabbricazione della carta con il solo impiego di pasta meccanica è impensabile, quindi sarà necessario miscelarlo con paste chimiche o con fogliacci da macero (vedi carta per giornale).

Un ulteriore aspetto negativo nella produzione di questa pasta è senza dubbio il consumo energetico elevato, impiegato nel realizzarla, se si considera che i valori impiegati, puramente indicativi, vanno da 1000 a 2000 KWH per tonnellata di legno trattato.

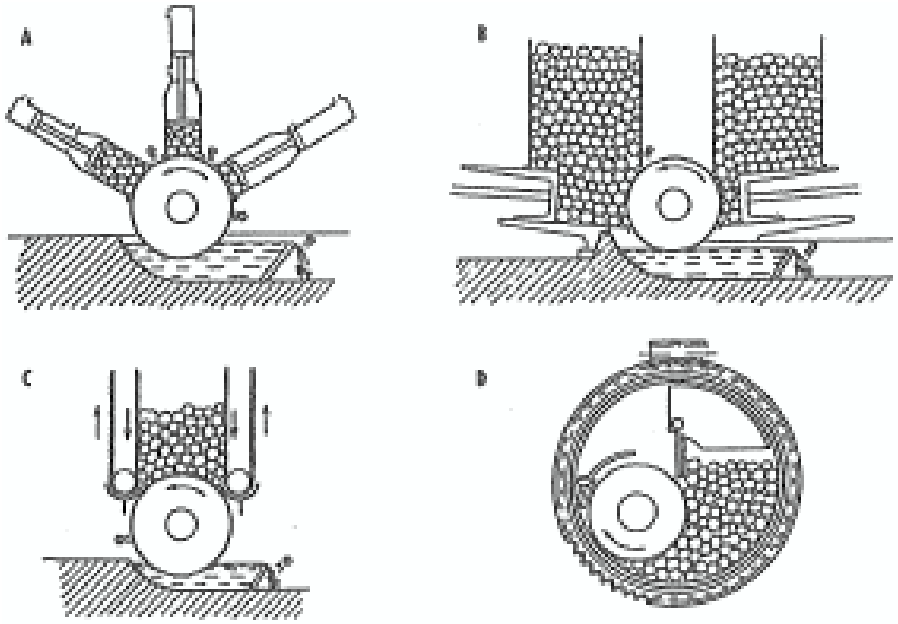


Fig. 2.16. - Tipi di sfibratori a mola:
A - a cassetta;
B - a magazzino;
C - a cabine;
D - ad anello.

2.3 Macero

Con il termine macero si intendono tutte quelle carte non utilizzabili o già utilizzate come ad esempio refili di macchina, cartacce, riviste, libri, sacchetti, ecc.

Il macero nell'industria cartaria rappresenta una delle materie prime fibrose più importanti e forse quasi indispensabili. Se si pensa che circa il 35/40% di macero viene utilizzato nella produzione di carta, è giusto dedicare attenzione a questo prodotto.

La tendenza degli ultimi anni nella fabbricazione di carta, ha portato le industrie ad aumentare la riutilizzazione del macero per ovviare al problema della mancanza di materie prime legnose, e alleviare i costi delle materie prime vergini.

In base al tipo di carta che una cartiera deve fabbricare, dovrà scegliere il macero che impiegherà in base ad una classificazione unificate. Questo si suddivide in:

- GRUPPO A / Qualità inferiori: carta da macero mista.
- GRUPPO B / Qualità medie: consiste in resa di giornali, refili colorati misti, refili di opuscoli, libri bianchi con o senza pasta meccanica.
- GRUPPO C / Qualità superiori: refili di tipografia, refili colorati esenti da stampa, cartoni bianchi, carte bianche patinate, refili bianchi.
- GRUPPO D / Qualità kraft: prodotti a base di carta kraft (cartoni ondulati, sacchi, carta e ritagli kraft).

Come per le fibre vergini, anche il macero inizialmente avrà bisogno di uno spappolamento con un pulper ad alta densità. Questo è indispensabile, perché lavora con un'azione di schiacciamento, grazie ad un sistema di lame con disegno particolare la cui azione provoca lo spappolamento della carta sospesa in acqua, in conseguenza ad energiche sollecitazioni di scorrimento.

Superata la fase di spappolamento interviene la fase di pulizia ed epurazione, una fase piuttosto delicata e concisa rispetto agli usi che ne verranno fatti. Questi trattamenti diventano particolarmente complessi e sofisticati quando si vuole ottenere una fibra secondaria di qualità.

Per arrivare a questi obiettivi si può far uso di mezzi esclusivamente meccanici oppure ricorrere a trattamenti chimici in modo da realizzare una maggiore azione sulla fibra recuperata. La scelta del sistema di recupero dipende perciò dalla qualità del macero, dalla qualità e dal tipo dei contaminanti presenti e infine dalla qualità della fibra secondaria che si vuole ottenere e cioè dalla sua destinazione nel tipo di carta.

3. Scopo dell’azione di raffinazione

Le fibre delle paste, prima di aver subito il processo di raffinazione, si presentano all’osservazione microscopica, con superfici praticamente lisce.

La raffinazione consiste nell’assoggettare le fibre a un’azione meccanica facendole passare attraverso i raffinatori, applicandogli una compressione e uno sfregamento.

Poiché lo strato di pasta che fluisce fra le due o più superfici del raffinatore, ha uno spessore, lo sfregamento ha luogo non solo da parte delle barre sulle fibre, ma anche fra fibra e fibra, dato che l’energia meccanica si trasmette alla fase solida, cioè alle fibre.

L’effetto dello sfregamento è quello di “grattare” le superfici delle fibre le quali si protendono verso l’esterno. Questo effetto chiamato di fibrillazione interessa si, la superficie esterna della fibra, ma anche le superfici interne. Con la fibrillazione delle fibre, determinata dalla durata del processo di raffinazione e del contenuto di emicellulose, aumenta il potere di rigonfiamento delle fibre.

Le caratteristiche di resistenza della struttura del foglio di carta, dipendono dai punti meccanici di ancoraggio delle microfibrille e dai legami chimici dell’idrogeno. Tale azione genera dei “fini”, cioè il distacco dei filamenti che si erano creati nella fibrillazione esterna della fibra. Si ha quindi un insieme di frammenti fibrosi che sono i principali responsabili della diminuzione di scolantezza ma che agiscono come cementazione della struttura.

Altre azioni della raffinazione sono lo schiacciamento della struttura tubolare e il taglio più o meno spinto delle fibre.

L’azione della raffinazione avviene nell’acqua che impregna le fibre, rendendole più plastiche e quindi più sensibili all’azione meccanica. A sua volta più si raffina e più aumenta l’affinità delle fibre verso l’acqua.

Inoltre è da tenere presente che la raffinazione costituisce una delle fasi più importanti del processo cartario, influenza non solo la macchinabilità del prodotto attraverso la macchina continua, ma anche le qualità e le proprietà del prodotto finale.

4. Tecnologia della raffinazione della cellulosa

Dopo il dosato caricamento nel pulper, le paste vengono aperte e successivamente inviate alle tine di scarico, dalle quali vengono mandate all'impianto di raffinazione. Il numero, il tipo e la grandezza dei raffinatori vengono stabiliti in funzione alle produzioni della macchina continua.

I raffinatori sono inseriti in serie, poiché danno meno problemi per quanto riguarda il controllo.

Dalle tine di scarico la pasta viene mandata ai raffinatori mediante la preselezione in un pulpito di comando. Per una raffinazione debole verranno impiegati dei depastigliatori, insufficienti se si vuole arrivare ad una raffinazione più intensa. Per quest'ultima invece verrà richiesto un maggior numero di raffinatori, dove si è dimostrato che per arrivare a raffinazioni elevate è conveniente un ciclaggio. La pasta viene mandata in scambio da una tina di ciclaggio all'altra finché si raggiunge il grado di raffinazione desiderato.

Il processo di "ciclaggio" viene comandato e regolato automaticamente da un quadro di comando centrale mediante una preselezione dei parametri di raffinazione (portata, numero di "ciclaggi" e carico).

Finito l'ultimo "ciclaggio" la pasta viene scaricata nelle tine intermedie dopo di che la "tina di ciclaggio" vuota viene nuovamente caricata.

In caso di raffinazione debole viene solitamente presa in considerazione una raffinazione mista, ossia tutte le varie materie prime vengono aperte assieme nel pulper, indipendentemente dal loro standard qualitativo e mandate poi a una sola via di raffinazione.

Per raffinazioni medie e particolarmente per raffinazioni spinte si consiglia la raffinazione in vie separate soprattutto se le materie prime caricate presentano caratteristiche e resistenza alla raffinazione molto diverse, per esempio cellulose a fibra corta e cellulose a fibra lunga.

A raffinazione completa le paste vengono scaricate in tine intermedie, dove la centrale impasti le doserà alla tina di macchina.

5. Comportamento delle fibre in un processo di raffinazione

Una volta preso l'impasto e sottoposto ad un trattamento meccanico quale la raffinazione, l'impasto raffinato ed in particolare la fibra, risulterà strutturalmente diversa dall'origine. Questo trattamento provoca alla fibra un effetto di **fibrillazione**. Questo si manifesta in:
- **fibrillazione interna** della fibra;
- **fibrillazione esterna** della fibra;
- formazione di parti "**fini**".

5.1 Fibrillazione interna

L'effetto di fibrillazione è da considerarsi come la fase più importante per la modifica della parete fibrosa. Questa agisce sulla fibra dandole caratteristiche tipo l'apertura della struttura, che consente alla fibra di rigonfiarsi facilitandone l'assorbimento dell'acqua.

La fibra quindi viene modificata rispetto alla sua natura originaria, consentendole di assumere una forte elasticità e plasticità, e consentirle di creare delle aree molto ampie che determinano una facilità nel stabilire legami tra fibra e fibra. Senza dubbio questo è l'effetto più importante per determinare l'ottenimento di un foglio di carta compatto e robusto.

5.2 Fibrillazione esterna

Anche se meno importante della fibrillazione interna, la fibrillazione esterna è determinata dallo sfregamento delle fibre tra rotore e statore, e tra fibra e fibra, provocando quello che è un danneggiamento esterno della parete cellulosica, formando un distaccamento di frammenti, attaccati alla parete della fibra nella base, tipo dei filamenti.

Questi favoriscono un legame naturale tra le fibre stesse contribuendo alla resistenza finale del foglio di carta.

5.3 Le particelle fini nel processo produttivo

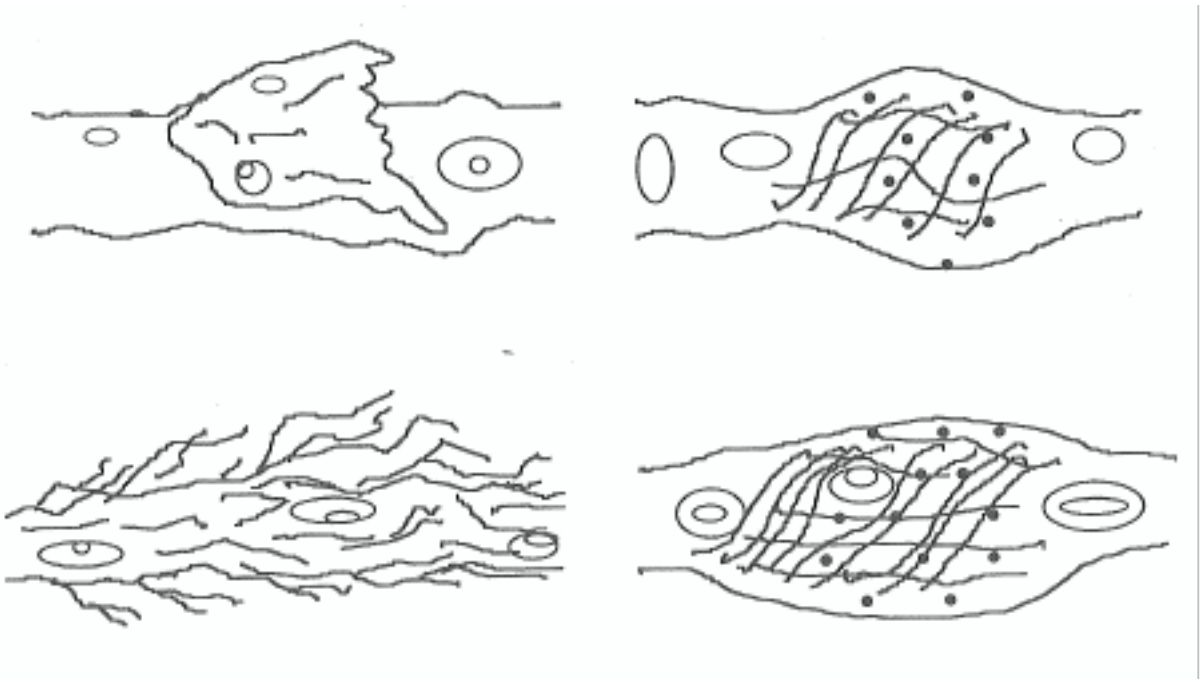
Se la raffinazione viene spinta all'eccesso la fibra è sottoposta ad un usura con una conseguente produzione di particelle fini.

Questi sono composti principalmente da frammenti staccatisi dalla parete della fibra, e dall'accorciamento delle fibre. Le parti fini hanno decisamente un effetto importante per quel che riguarda la scolantezza, infatti la raffinazione è sempre accompagnata da una diminuzione progressiva di scolantezza che è dovuta principalmente alla formazione crescente di parti fini.

Questa è possibile vederla facendo un controllo sull'impasto raffinato notando l'aumento del grado di raffinazione (°SR).

La lunghezza della fibra riveste un importanza primaria soprattutto nei riguardi della resistenza della carta alla lacerazione e anche alla piegatura, quindi se sottoposta ad un'azione meccanica drastica si determina inevitabilmente un accorciamento più o meno spinto della fibra sfavorendo l'adeguata resistenza al foglio di carta finale.

Fibrillazione esterna *Fibrillazione interna*

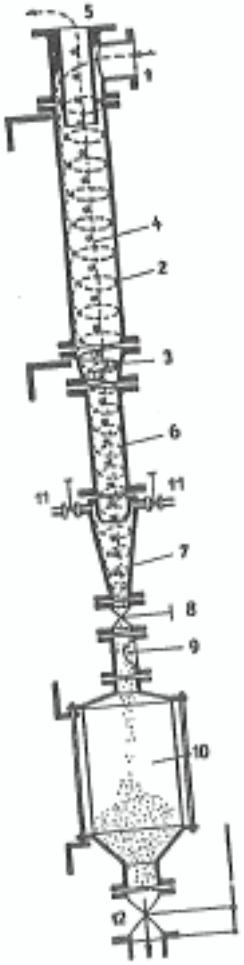


6. Assortitori ed epuratori

Una volta che l'impasto desiderato è stato spappolato e stoccato in apposite tine di scarico, è necessario sottoporlo ad un'azione di pulitura, non obbligatoria, ma necessaria per essere certi che l'impasto da trattare nei depastigliatori e raffinatori, sia esonerato da agenti inquinanti e pericolosi.

La presenza di fili di ferro in un impasto spappolato può portare dei forti disturbi alle superfici dei dischi dei raffinatori, potendone provocare un usura rapida, con una possibile rottura dei denti meccanici. Nella stessa pericolosità possono intervenire altri inquinanti tipo: granuli di sabbia, piccole particelle meccaniche, regge, bulloni, viti e pure nodi e grumi di pasta che si possono trovare nell'impasto stesso.

Negli ultimi anni si tende a depurare l'impasto grossolano in epuratori verticali, il cui principio è basato nella formazione interna di un ciclone con la funzione di trasportare le impurità verso il basso.



La speciale costruzione di questo attacco permette alla pasta si entrare nell'apparecchio e di percorrerlo dall'alto verso il basso a spirale (2).

In questo modo le impurità vengono spinte sempre più verso l'esterno per forza centrifuga. Ad un certo punto il tubo si ristringe dove vi è una speciale spirale (3). In questo modo le impurità ed una parte della pasta passano nel sottostante ambiente (6). Qui prosegue la discesa in forma di spirale con una ulteriore separazione delle impurità della pasta.

La pasta buona al contrario forma una spirale (4) ascendente verticale centrale, ed esce attraverso l'attacco verticale superiore (5). Le impurità assieme ad una parte dell'impasto buono, scendono nell'ambiente conico (7). Questo si trova sopra un rubinetto (8) ed un vetro d'ispezione (9).

Quest'ultimo fa da collegamento con il cassonetto di raccolta.

Un impronta determinante la danno i rubinetti dell'acqua (11) che hanno il compito di frenare il movimento a spirale e di separare le impurità dalla pasta buona. Di tanto in tanto si apre la saracinesca (12) a chiusura rapida e si scaricano le impurità.

Il discorso di epurazione appena trattato è valido se si vuole epurare un impasto piuttosto grossolano. Se il discorso però viene interpretato per un impasto fatto di esclusivo macero, tutto questo non prende piede. Nell'esempio che tratterò prenderò in considerazione un impasto di macero adibito all'uso per carte da stampa.

Considerando che in una carta per stampa il macero è indispensabile e l'uso in percentuale nell'impasto totale è attorno ad un 40/50%, vediamo che è opportuno trattare questa operazione con la massima cura. L'uso di epuratori a cono in un procedimento tale è senza dubbio svantaggioso per il semplice motivo che in questo, verrebbero eliminate eccessive particelle di carica, indispensabili per una carta da stampa.

La carta da macero essendo già stata trattata, porterà all'interno sicuramente delle cariche preziose, quindi si procederà alla riutilizzazione con la massima cura.

La depurazione che consente di arrivare all'operazione desiderata è senza dubbio quella dell'utilizzo di un assortitore a fori o a buchi. Innanzitutto è da precisare che lo scarto eliminato da questo tipo di epurazione è determinato esclusivamente dalla grandezza dell'inquinante. Lavorando sempre per un effetto centrifugo, questo fa si che l'impasto, con le cariche fini, venga forzato ad uscire da fessure o fori situate nella superficie di un cestello rotante.

Dato che le dimensioni di queste fessure vanno dai 5 ai 2 mm, sicuramente l'inquinante, ed in questo caso può essere polistirolo, plastica, legni, ferri, regge, ecc., verrà separato dall'impasto in maniera radicale.

7. Raffinatori

Le fibre cellulosiche allo stato in cui vengono prodotte, non sono idonee per la fabbricazione di un foglio di carta e di conseguenza occorre procedere a modifiche della fibra tali che il foglio risultante abbia caratteristiche adeguate al tipo di carta che si vorrà produrre.

Per arrivare all'ottenimento di questa pasta è necessario modificare le fibre di cellulosa sottoponendole ad un trattamento meccanico in presenza d'acqua.

Questo tipo di trattamento viene chiamato **raffinazione**.

Questo viene effettuato sottoponendo la fibra in sospensione acquosa, a una concentrazione variante dal 3 al 10% e oltre, a un trattamento meccanico dovuto al passaggio della pasta fra due organi (rotore e statore), muniti di lame in metallo a forma di barre con sezione quadrangolare che si affacciano le une contro le altre in posizione parallela. Le lame del rotore si muovono rispetto a quelle dello statore a una distanza molto ravvicinata, trascinando l'impasto fibroso.

L'avvicinamento dei due organi sottopone l'impasto a una forte turbolenza, provocando nell'impasto un aumento della fibrillazione, originando delle strutture dense e trasparenti ad alta resistenza.

Questo tipo di operazione viene comunemente usato per far si che l'impasto s'**ingrassi**. Le paste grasse poi, si disidratano con difficoltà e le carte prodotte si bagnano difficilmente. Le carte ottenute presentano un'elevata resistenza meccanica come già detto ed inoltre si possono ottenere carte più o meno trasparenti.

Al contrario per arrivare ad un impasto **magro** è necessario allontanare rotore e statore, così facendo le fibre tendono principalmente ad accorciarsi con una scarsa fibrillazione e basso sviluppo di resistenza. Le fibre restano voluminose, tenere, assorbenti e opache, e la pasta si drena facilmente. Nel passaggio della pasta tra le lame, in sospensione acquosa, queste sono sottoposte a elevate sollecitazioni di compressione, frizione e taglio, che determinano un importante fattore, quale la loro struttura fisica. Un altro fattore importante da tenere presente, è la temperatura e il pH.

Si è notato che lavorando con temperature elevate e pH acidi, le fibre non portano rigonfiamenti, quindi un peggioramento per quel che riguarda la raffinazione e lo sviluppo delle resistenze. È perciò vantaggioso raffinare, in un ambiente leggermente alcalino e a temperature superiori ai 45°C.

7.1 Olandesi

Fino all'inizio del 1800 si usarono quasi esclusivamente i mulini a pestelli per preparare la pasta da carta e ciò non ostante che fin dal 1700 si conoscessero anche le olandesi.

Dal 1800 in poi l'uso delle pile olandesi venne crescendo sempre più fino a quando esse divennero per molto tempo le uniche macchine per la preparazione dell'impasto.

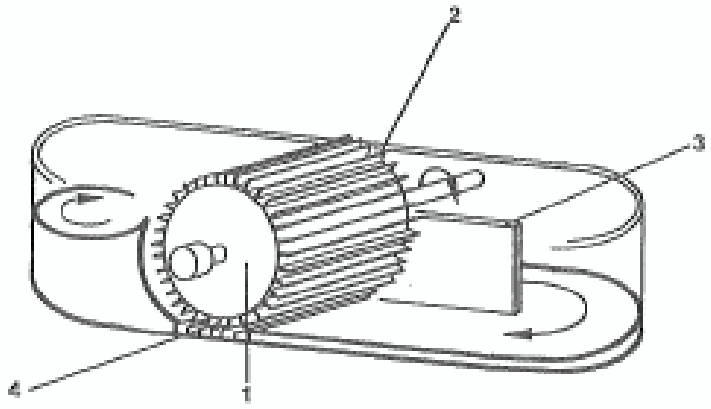


Fig. 4.6.a) - Schema di una olandese:
1 - cilindro; 2 - lama; 3 - parete divisoria; 4 - platina.

Le olandesi raffinatrici sono costituite da una vasca di forma ovale divisa da una parete intermedia, parallela al lato maggiore e che non raggiunge le estremità della vasca. In questo modo la vasca stessa viene ad essere divisa in due canali di diversa larghezza. Nel canale più largo si trova il meccanismo di raffinazione costituito da un cilindro raffinatore e da una sottostante platina.

Nell'interno dell'olandese si introducono i componenti che costituiscono l'impasto della carta e l'acqua in modo da avere una densità variabile tra il 5 e l'8%. Il cilindro, che reca sulla periferia un certo numero di lame, ruota intorno al proprio albero orizzontale. Sotto di esso vi è la platina dotata a sua volta di controlame.

Per azione della rotazione del cilindro la pasta viene mantenuta in movimento nell'olandese. Per effetto poi della distanza tra le lame del cilindro e quelle della platina le materie prime fibrose vengono lavorate e la pasta si raffina.

I cilindri delle olandesi hanno diametri variabili da 1000 a 1800 mm e larghezze pure variabili comprese tra 1050 e 1800 mm.

I cilindri essendo spostabili in senso verticale fanno si che le lame si possano più o meno avvicinare a quelle della platina sottostante. La velocità periferica dei cilindri è di circa 8/10m al secondo.

La raffinazione consiste nel fare passare tra le lame del cilindro e quelle della platina la pasta e ridurla in piccoli pezzi ad una determinata pressione specifica.

L'uso delle olandesi col tempo, e le nuove tecnologie, a portato questa raffinazione via via scomparendo, dato che le produzioni delle macchine continue sono sempre più aumentate e le capacità di quintalati di impasti da parte delle olandesi sono limitate, visto che l'impasto era sottoposto a tempi di raffinazione assai lunghi.

È da tenere presente però che l'olandese tutt'oggi è considerato il miglior modo per raffinare un impasto, vista la sua capacità nell'arrivare a gradazioni di impasto elevate, a differenza delle nuove tecnologie, che hanno bisogno di un impasto in serie con più macchinari.

7.2 Depastigliatori

La pasta spappolata negli spappolatori deve essere successivamente spappolata, cioè a dire si devono eliminare i grumi che vi sono rimasti frammisti.

A questo scopo servono i depastigliatori o. Di queste macchine ve ne sono di due tipi e precisamente ve ne sono di quelle che derivano dai raffinatori conici e di quelle a dischi.

I depastigliatori lavorano a densità comprese tra il 2.5 e il 6%.

Date le alte velocità in gioco il rotore conico costituisce un tutto unico con le lame che vi sono montate. Inoltre non è il rotore spostabile ma il mantello fisso. In questo modo si regola la distanza tra le lame del rotore e quelle dello statore costituito dalla carcassa.

La pasta passando attraverso il depastigliatori viene liberata da ogni grumo per effetto dell'attrito che si sviluppa fra essa e le parti fisse e mobili del depastigliatori.

Ciò non toglie però che le fibre non vengano accorciate.

Il depastigliatori è azionato da un motore a velocità variabile in questo modo esso, oltre ad essere utilizzato come depastigliatore, può essere impiegato per la raffinazione dell'impasto. In genere però conviene adoperare il depastigliatori per la depastigliazione e lasciare che la raffinazione avvenga successivamente mediante un successivo raffinatore conico.

Fra i depastigliatori va compresa anche una speciale macchina che agisce come una comune pompa centrifuga. In questa macchina la cui bocca di mandata ha il diametro di 50 mm la pasta viene fatta passare alla densità del 5% circa.

Il rotore della pompa gira alla velocità di 3000g/min.. Esso è dotato di scanalature e termina verso un disco fessurato. In questo modo la pasta viene depastigliata senza essere raffinata.

7.3 Raffinatori conici

Il lavoro dei raffinatori conici in continuo, fu integrato nella metà del secolo scorso per ridurre il lavoro fatto dagli olandesi. Infatti si è visto che con l'utilizzo dei raffinatori in continuo si riduceva il tempo di lavoro fatto con gli olandesi del 30/40%.

Il lavoro effettuato dai raffinatori conici al contrario degli olandesi, è che la

pasta compie un percorso tendenzialmente parallelo alle lame, entrando attraverso un tubo posto nella parte del raffinatore dove il cono ha diametro minore, e uscendo dalla parte opposta per un effetto centrifugo della rotazione.

Il raffinatore conico è costituito da un rotore tronco-conico ad asse orizzontale, e da uno statore racchiuso in un carter anche lui di forma conica. Sia il rotore che lo statore, sono muniti di lame metalliche situate lungo le generatrici del cono. Il disegno e l'angolatura delle lame, come il materiale, lo spessore, l'altezza, la lunghezza, verrà scelto in base al tipo di prodotto che il raffinatore dovrà trattare.

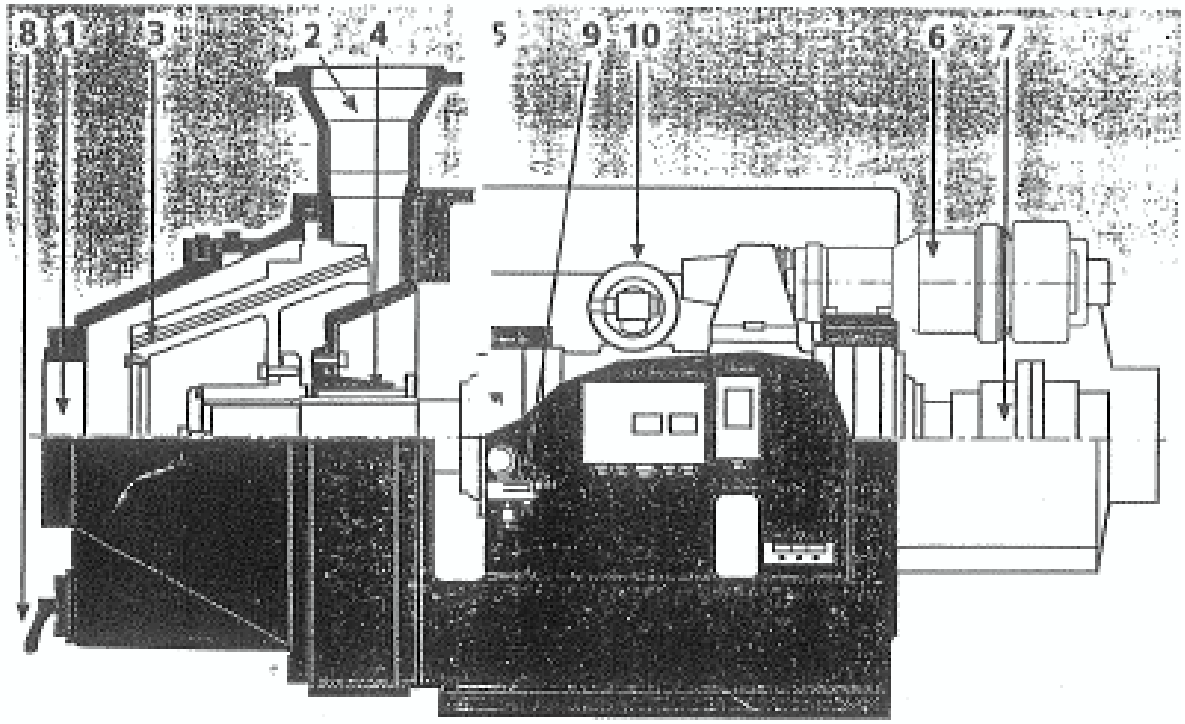
Le variabili in gioco che determinano il grado di raffinazione, sono date dalla possibilità di serrare più o meno intensamente le due superfici dentate, aumentando l'effetto della lavorazione, con un conseguente aumento del consumo energetico.

Lo spostamento orizzontale del rotore che permette di allontanarsi o avvicinarsi dallo statore, smagrando o ingrassando l'impasto, è dato dalla possibilità di far scorrere quest'ultimo sull'albero di trasmissione, tramite l'azionamento su un dispositivo di carico.

Aprendo una parentesi, la possibilità di variare il grado di raffinazione di un impasto che sia per raffinatori conici o a dischi, è dato dalla possibilità di inserire una valvola sul tubo di scarico interferendo o aumentando l'uscita della pasta, assoggettandola ad un tempo di passaggio più o meno lungo, dando quindi un'azione raffinante più o meno intensa a scapito della portata.

Le necessità e l'evoluzione di questo raffinatore con gli anni hanno portato ad assumere delle varianti come le dimensioni e le velocità di rotazione. Esistono due tipi di raffinatori, quelli conici a piccolo angolo, e quelli a grand'angolo.

La conicità di un raffinatore conico a piccolo angolo varia da 16 a 20 gradi e la produzione da 25 a 120 ton/24h con 60-400kw di potenza e una velocità di rotazione di circa 1000 giri/min. La conicità di un raffinatore a grand'angolo va invece da 50 a 60 gradi, questi hanno produzioni da 60 a 250 tonn/24h con potenze di 200-600kw, e sono adatti in modo particolare per produzioni piuttosto elevate. Per concludere i raffinatori presentano, oltre alla possibilità di lavorare in continuo, anche altri vantaggi, come il minor ingombro e la maggior superficie attiva.



1) Ingresso pasta da raffinare
2) Uscita pasta raffinata
3) Guarniture
4) Tenuta dell'albero
5) Supporto / alloggiamento cuscinetti
6) Dispositivo di carico
7) Giunto a denti
8) Ispezione trappola
9) Flussostato per l'acqua di tenuta
10) Centralina per la lubrificazione

7.4 Raffinatori a dischi

La continua evoluzione nel campo della raffinazione ha portato ad introdurre nel processo il nuovo sistema di raffinatori a dischi. Di tale tipo ci sono raffinatori a disco singolo e disco doppio.

Data la dimensione contenuta e l'alta superficie di lamatura questo tipo di raffinatore ha sostituito a pieni voti l'efficacia del raffinatore a cono.

La possibilità di poter cambiare dischi, modificandone lo spessore, la forma delle lame, e la profondità, rende questo raffinatore versatile ai tipi di usi, quindi sarà possibile impiegarlo in qualsiasi punto dell'impianto.

La tipologia del raffinatore a un disco è che lo statore è fissato in un cassone di ghisa e il disco rotore è mobile assialmente con servomotore meccanico, idraulico o pneumatico. A differenza, il raffinatore a doppio disco è equipaggiato di due statori, di cui uno è fisso, e l'altro non ruota pure ma è mobile assialmente nello statore ed è spinto contro il disco rotante intermedio ai due dischi statorici.

La versatilità del raffinatore a doppio disco è che avendo una doppia camera di raffinazione è possibile farlo lavorare in monoflow o duoflow.

Lavorando in monoflow le due camere sono in serie, quindi l'impasto entra dal centro della prima camera e non trovando uscita è convogliata a passare forzatamente dalla seconda attribuendo all'impasto una doppia raffinazione, per poi essere centrifugata verso il tubo di uscita.

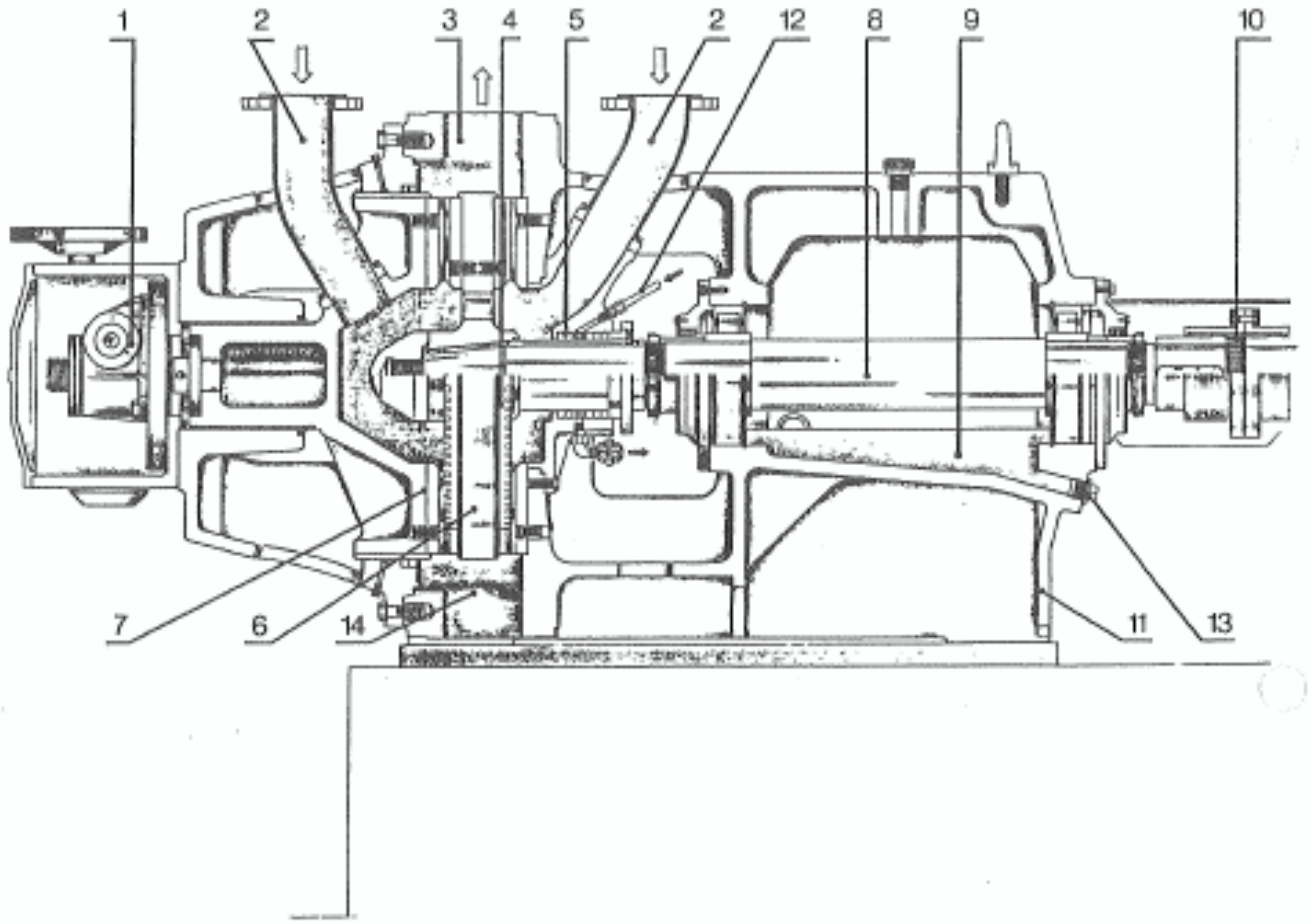
Nella possibilità invece di lavorare in duoflow la pasta viene convogliata all'interno del raffinatore tramite due entrate, una nella prima camera di raffinazione e una nella seconda. Il grado di raffinazione all'uscita in questo caso sarà minore dell'esempio precedente visto che l'impasto viene raffinato una sola volta per camera, avendo però una portata della macchina doppia.

Questi tipi di raffinatori possono avere dischi di diverse dimensioni, da 750/1500 mm di diametro, produzioni da 200/500 tonn/24 h, potenze da a 700/1200 giri/min.

Vengono impiegati per grandi produzioni e per raffinazioni fortemente fibrillate differenziando le solcature del disco. Questo perché i fenomeni che interessano la raffinazione si sviluppano soprattutto sulla superficie di taglio della barra.

Infine i vantaggi che presentano i raffinatori a dischi a differenza dei raffinatori conici sono innanzitutto il minor consumo energetico nella raffinazione, la versatilità nel disegno delle piastre e dei materiali che lo costituiscono, e la possibilità di raggiungere potenzialità molto elevate e di lavorare con carichi specifici più alti.

1. Dispositivo di carico dischi
2. Entrata impasto
3. Uscita impasto
4. Settori di raffinazione
5. Tenute
6. Rotore
7. Disco mobile
8. Albero flottante
9. Serbatoio olio lubrificante
10. Giunto scorrevole
11. Basamento
12. Linea acqua lubrificazione tenute
13. Scarico olio
14. Cavità di raffinazione



8. Controllo della raffinazione

Per il controllo della raffinazione purtroppo, nonostante sforzi effettuati dagli studiosi, non si è ancora riusciti a elaborare una prova di drenaggio utilizzabile durante il processo produttivo, che sia in grado di dare un responso affidabile sulla proprietà della pasta di perdere acqua sulla tela.

Al momento l'unica prova che da valutazioni oggettive e un accettabile costanza qualitativa è il **"raffinometro Schopper-Riegler".**

Questa determinazione di scolantezza è basata più precisamente sulla velocità con la quale una sospensione omogenea di 2 g di materia fibrosa in 1000 ml di acqua, scola attraverso una tela metallica.

L'apparecchio costituito da una camera di scolamento cilindrica il cui fondo è chiuso da una tela di bronzo fosforoso, un cappelletto di tenuta di forma conica con vertice in alto, un imbuto di raccolta e un cilindro di misura, determina la scolantezza dell'impasto con una semplice esecuzione.

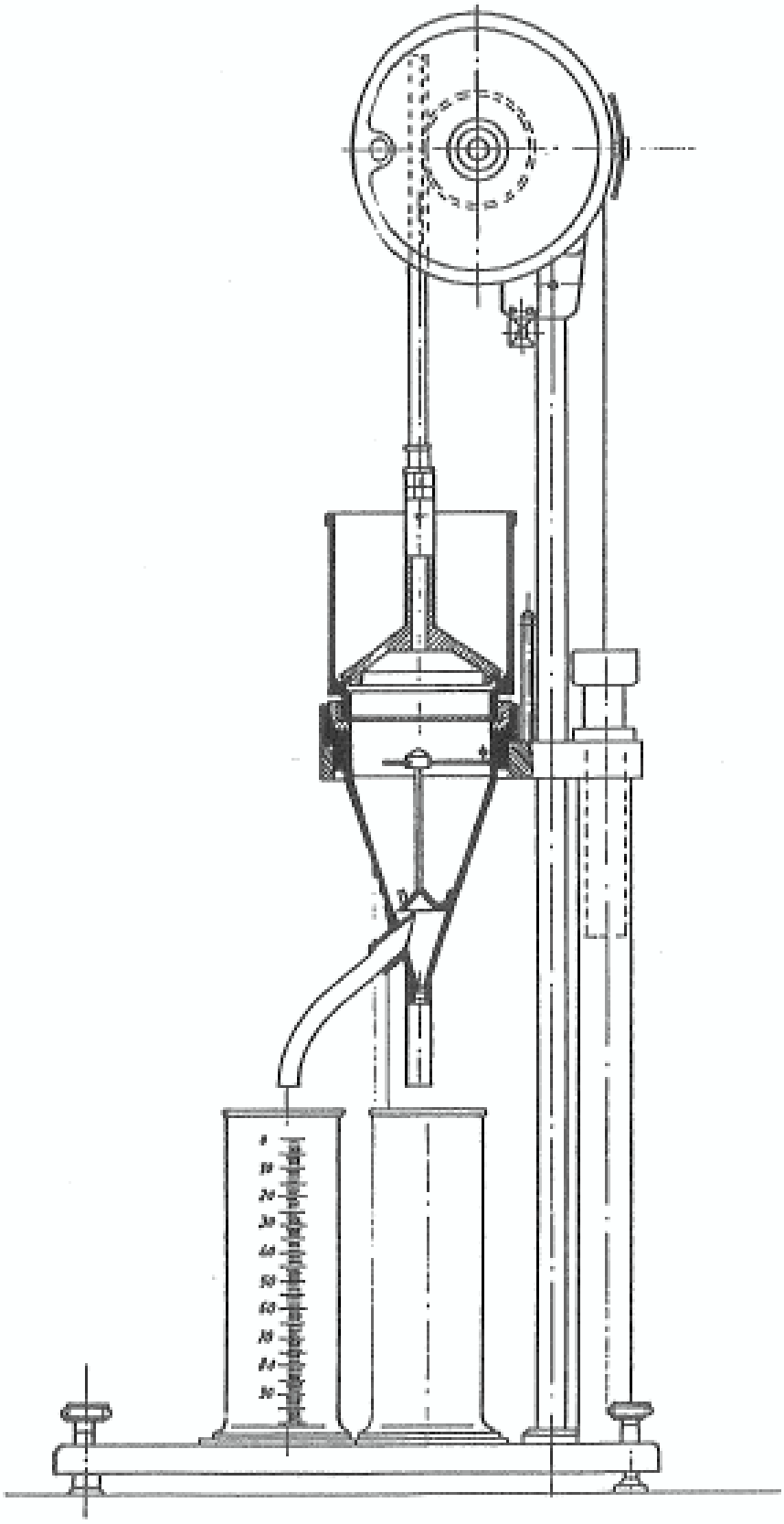
Si prelevano 2 g di pasta in sospensione acquosa e si diluiscono in 1000 ml d'acqua. Si abbassa il cappelletto di tenuta entro la camera di scolamento; si forma così una cavità, il cui fondo è formato dal cappelletto, ed in essa si versa la sospensione fibrosa.

Si lasciano trascorrere 5 sec. affinché cessi il movimento della pasta, quindi si solleva il cappelletto di tenuta. Il liquido scende sulla tela che chiude il fondo della camera di scolamento e l'acqua passa attraverso la tela, la cui trama è di 24 fili/cm e un ordito di 32 fili/cm, mentre le fibre ne sono trattenute.

La quantità di acqua che passa nell'unità di tempo è massima all'inizio, quando vi sono pochissime fibre sulla tela, poi diminuisce progressivamente, a mano a mano che aumenta lo spessore dello strato di fibre depositate. L'acqua che cola determinerà la scolantezza dell'impasto fibroso. L'imbuto di raccolta dell'acqua è diviso in due flussi; uno costante che esce dall'ugello sul fondo, e uno che esce dal tubo laterale.

Quest'ultimo mi darà un flusso massimo all'inizio, ma diminuisce costantemente, fino a cessare quando la quantità di acqua che cade nell'imbuto di raccolta diventa uguale o minore di quella che esce dall'ugello.

Con impasti magri, l'acqua scende rapidamente dal tubo laterale, mentre con impasti grassi l'acqua si separa lentamente e con difficoltà, passando prevalentemente attraverso l'ugello nel vertice. Pertanto, quanto minore è la quantità d'acqua che si raccoglie nel cilindro graduato tanto più alto è il grado Schopper-Riegler della pasta.



10. Interventi manutentivi più comuni

Preparazione impasti

Meccanici
- Revisione rulliere carico pulper
- Sostituzione rotore pulper
- Ripristino tenute pompe, agitatori, pulpers, screens
- Sostituzione girante pompe
- Sostituzione cuscinetti, boccole di usura di pompe, agitatori, pulpers
- Sostituzione lamature raffinatori
- Sostituzione valvole
- Interventi vari su cleaners e sugli screens
- Lubrificazione

Elettrostrumentistici
- Taratura regolatori, trasmettitori di consistenza, flow meters, registratori
- Sostituzione motori
- Sostituzione manometri
- Sostituzione lampade
- Verifica protezioni su raffinatori

Bibliografia

• AA.VV. - “Introduzione alla fabbricazione della carta”
(Aticelca)

• AA.VV. - “Prove sulle materie fibrose”
(Aticelca)

• Materiale di presentazione “Over Meccanica”

• “L’industria della carta”
(Enrico Gianni)

• Materiale di presentazione “Sunds Defibrator”

• Materiale reperito presso “Cartiere del Garda”

• Dispense del dott. Nisi e relazione tenuta presso la SIC di Verona

• Appunti tratti dal periodico “Carta e cartiere”