



Esame di fine corso

Cod. Progetto 4262/2/668/2015 - Cod. Intervento 4262/002/636/DEC/22
Titolo: Tecnico per la gestione di impianti di produzione della carta
Sede del corso: Verona - VR - 37138 - Via Don Giovanni Minzoni, 50

La preparazione impasti per carte patinate

di Coali Mattia



Scuola Interregionale
di tecnologia per tecnici Cartari

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

INDICE

1 - INTRODUZIONE

- 1.1 Gruppo Lecta
- 1.2 Stabilimento Riva del Garda

2 - MATERIE PRIME FIBROSE

- 2.1 Fibra corta
- 2.2 Fibra Lunga
- 2.3 CTMP
- 2.4 Fogliacci

3 - PULPER

4 - RAFFINAZIONE

- 4.1 Raffinatore conico
- 4.2 Raffinatore dischi

5 - DEPASTAGLIORI ED EPURATORI

6 - ADDITIVI E PRODOTTI CHIMICI

- 6.1 Ritentivo
- 6.2 Amido
- 6.3 Pac
- 6.4 Antischiuma
- 6.5 Imbiancante ottico e nuanzatura

7 - TEST TRATTAMENTO ENZIMATICO CDG

8 - CONCLUSIONI

9 - BIBLIOGRAFIA

1. INTRODUZIONE

1.1 GRUPPO LECTA

Lecta è un'azienda europea leader nella produzione e distribuzione di carte speciali per etichette e imballaggi flessibili, di carta patinata e naturale per l'editoria e la stampa commerciale e di altri supporti dall'alto valore aggiunto, come la sua gamma innovativa di carte funzionali, totalmente riciclabili, biodegradabili e rispettose dell'ambiente.

In qualità di azienda responsabile nei confronti dell'ambiente, l'impegno di Lecta è particolarmente incentrato sulla continua ricerca di nuove soluzioni basate su materie prime naturali e rinnovabili, in grado di favorire un modello di economia circolare, contribuendo così a creare un mondo più sostenibile.

Lecta è oggi un gruppo multinazionale con 2.852 dipendenti e sette moderni stabilimenti in Spagna, Francia e Italia. Tutti i suoi centri di produzione dispongono delle più rigorose certificazioni internazionali.

Con una capacità produttiva di circa 1,7 milioni di tonnellate, Lecta produce cellulosa, supporto e carta finita, utilizzando le più avanzate tecnologie. Non a caso l'integrazione produttiva e il know-how tecnologico sono due degli elementi chiave della sua attività, che si svolge all'insegna di un eccellente comportamento e rispetto verso l'ambiente.

Presente nei mercati più esigenti a livello mondiale, Lecta dispone di uffici commerciali in nove paesi: Spagna, Portogallo, Francia, Italia, Regno Unito, Germania, Belgio, USA, Marocco e Cina. Inoltre, è presente nel business della distribuzione con distributori propri in Francia, Italia, Portogallo e Spagna.

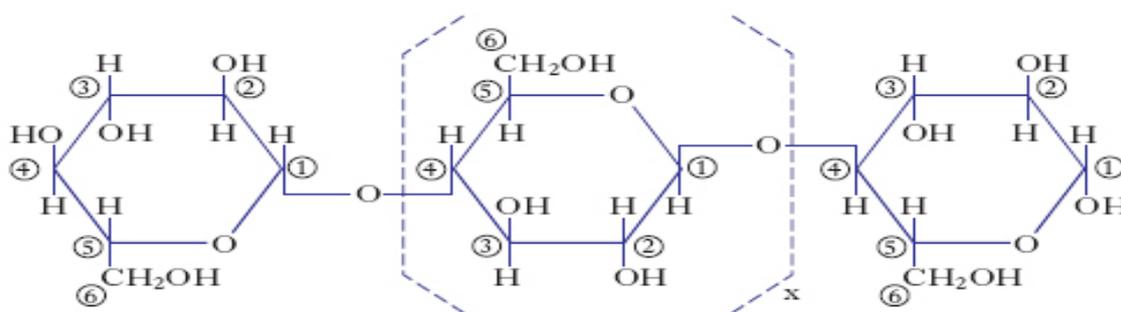
Le origini di Lecta risalgono all'acquisizione, tra il 1997 e il 1999, di tre società di lunga tradizione nei rispettivi mercati nazionali: Cartiere del Garda in Italia, Condat in Francia e Torraspapel in Spagna. Lecta Ltd. è la società capogruppo del Gruppo Lecta, ed è partecipata da più fondi di investimento e altri investitori. La sua sede si trova a Londra (Regno Unito).

1.2 STABILIMENTO DI RIVA DEL GARDA

Lo stabilimento di Riva del Garda è specializzato nella produzione di carte patinate senza legno. È composto da circa 450 dipendenti interni a cui si aggiungono altri 30 operatori esterni che si occupano della logistica in ingresso e in uscita. La sua capacità produttiva è di circa 1100 ton/day, 350000 ton/y di carta da stampa ad alte prestazioni.

2. MATERIE PRIME FIBROSE

Le fibre cellulosiche costituiscono la materia prima essenziale per la fabbricazione della carta. Esse sono presenti in natura in tutti i vegetali dove sono aggregate come cellule elementari a formarne il tessuto. L'elemento costituente e di primaria importanza presente in esse è la cellulosa che assieme ad altri costituenti del legno quali le emicellulose e la lignina va a costituire e caratterizzare i vari tipi di legname da cui vengono estratte. La cellulosa è un carboidrato insolubile in acqua la cui formula di struttura è rappresentata nella seguente figura:



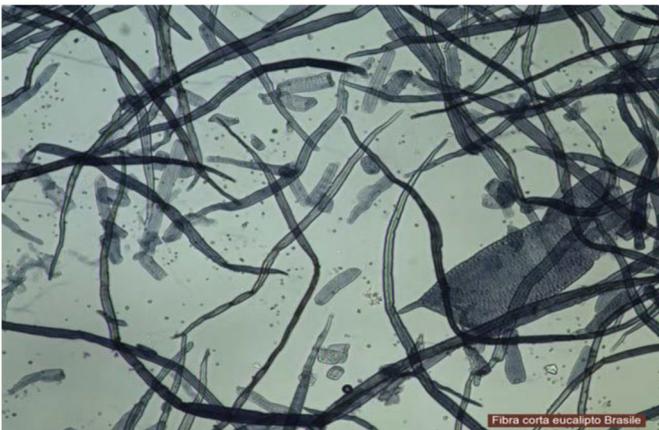
È essenzialmente un composto ad elevato grado di polimerizzazione che le permette d'avere notevoli caratteristiche, tra cui la resistenza meccanica e la particolare affinità all'aggregazione.

Le emicellulose, anch'esse parte integrante della fibra sono un insieme di sostanze non ben definite composte essenzialmente da carboidrati che denota una particolare affinità con la cellulosa e soprattutto con determinati agenti chimici. Sono le sostanze che contribuiscono maggiormente all'idratazione della fibra.

La lignina, il cui compito principale risulta essere quello di cementare le fibre all'interno del tessuto legnoso, nel processo di fabbricazione della carta risulta essere un problema se presente poiché è una sostanza idrofoba, di colore giallastro che contribuisce a rendere le fibre dure e fragili.

2.1 FIBRA CORTA

Cellulosa ottenuta tramite processo chimico su legni di latifoglie e molto apprezzate per le elevate capacità di contribuire a una buona formazione della carta a scapito di buone resistenze meccaniche. Per fibre corte s'intendono tutte quelle la cui misura è compresa tra 0,5 -1,9mm. Tra i principali legnami composti da questi elementi fibrosi troviamo l'eucalipto, il pioppo, la betulla, l'acero e il faggio.



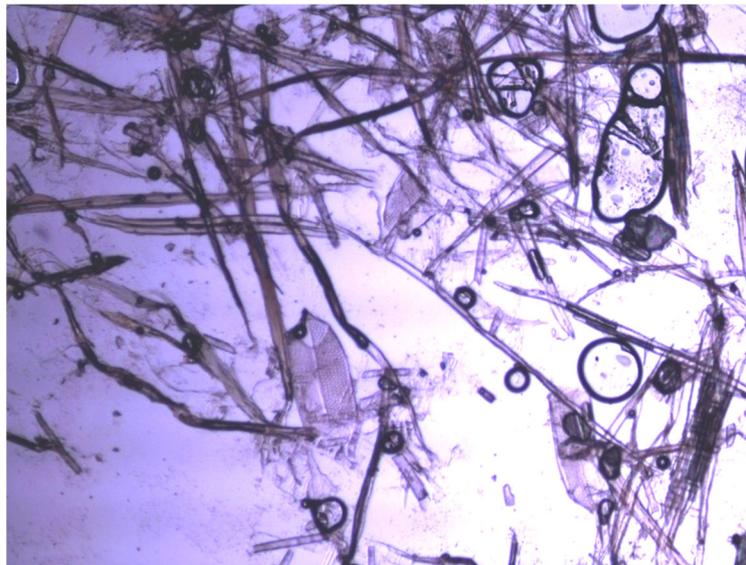
2.2 FIBRA LUNGA

Cellulosa ottenuta tramite un processo chimico su legni di conifera che ci permette d'ottenere una fibra decisamente priva di lignina ed in grado, perciò, di sviluppare elevati gradi di bianco e notevoli resistenze meccaniche grazie alla facilità di intrecciamento nei molti punti di contatto. Risulta indispensabile l'uso soprattutto nelle grammature leggere per la sua elevata capacità di sviluppare le resistenze meccaniche, a scapito però della buona formazione del foglio. Per fibre lunghe s'intendono tutte quelle la cui misura si aggira attorno ai 2-4mm. Tra i principali legnami composti da questi elementi fibrosi troviamo il pino e l'abete appartenenti alla famiglia delle conifere.



2.3 CTMP

Cellulosa ottenuta tramite una lavorazione Chemi-Termo-Meccanica di varie tipologie di fibra, i chip di legno (ottenuti sminuzzando i tronchi di legno) vengono dapprima trattati con agenti chimici e vapore, e poi opportunamente lavorati da differenti processi meccanici così da ottenere una pasta decisamente omogenea e priva di schegge rispetto alla semplice pasta meccanica. Sono fornite in balle pressate.



2.4 FOGLIACCI

Costituito essenzialmente dall'insieme degli scarti generati dalle fasi successive di lavorazione alla macchina continua, ha lo scopo di essere economicamente vantaggioso poiché esso viene riutilizzato tramite processi di spapolamento e depurazione per produrre la carta.

L'utilizzo di queste fibre pone innanzitutto il problema riguardante la loro capacità d'influenzare le resistenze meccaniche della carta prodotta.

I fogliacci sono costituiti essenzialmente da fibre e cariche, queste ultime entreranno perciò nel nostro impasto finale in aggiunta alla quantità di cariche previste ed andranno quindi ad influenzare la quantità di cariche finali presenti nella carta prodotta.

3. PULPER

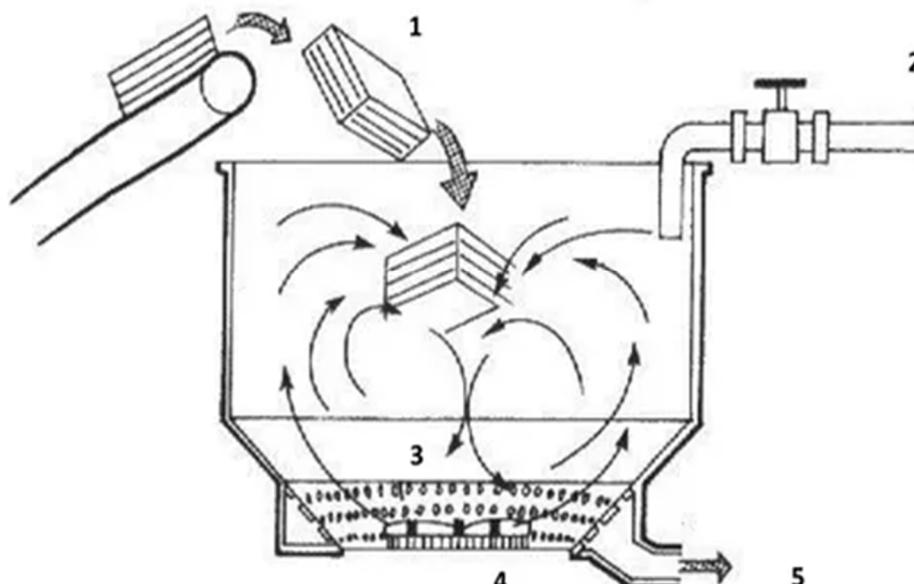
Il compito degli spappolatori è quello di elementarizzare le fibre di cui le balle di cellulosa sono composte. Questo strumento è composto da una vasca in lamiera d'acciaio di opportuna volumetria da poter contenere l'impasto che compone una ricetta.

Organo principale all'interno della vasca è la girante (diversa dal tipo di fibra che si va a spappolare e dalla densità di lavoro) il cui compito è quello di facilitare l'elementarizzazione degli agglomerati di fibre che transitano tra la girante e la piastra forata.

Il lavoro di spappolatura è una combinazione di forze generato dalla girante tramite la sua rotazione.

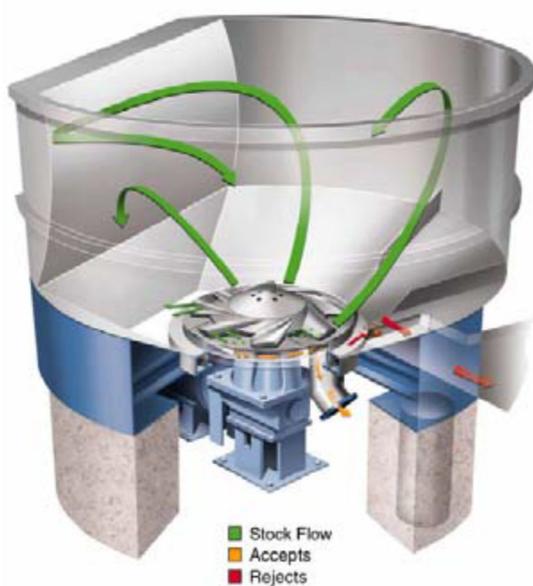
In primis le forze meccaniche che sminuzzano la palla; le forze idrauliche poi, generate dalle elevate velocità, contribuiscono a facilitare l'azione di elementarizzazione delle fibre e per ultime le forze d'attrito tra la girante e la piastra forata danno luogo ad effetti di taglio e frizione tra le fibre dell'impasto.

La spappolatura comprende quattro fasi principali, la prima riguarda l'apertura/rottura dei fogli di cellulosa dopo di che con l'aggiunta di acqua le fibre subiscono un processo di idratazione per poi entrare nella dispersione vera e propria grazie al moto della girante e infine lo scarico e depastigliatura grazie alla piastra forata.

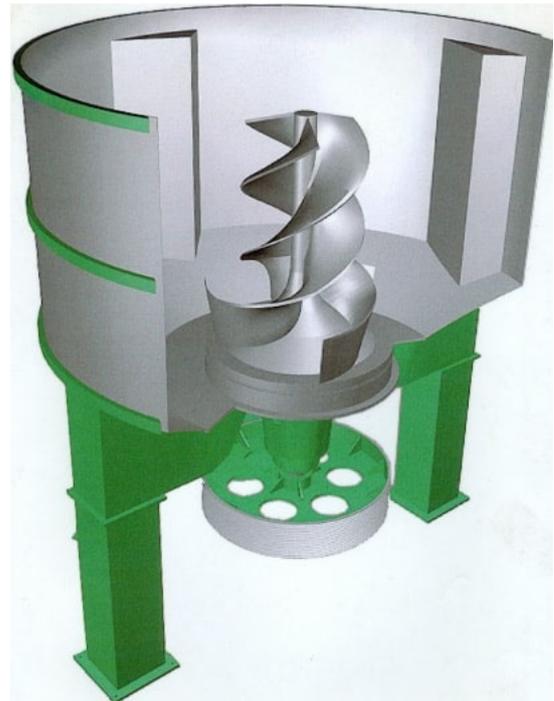
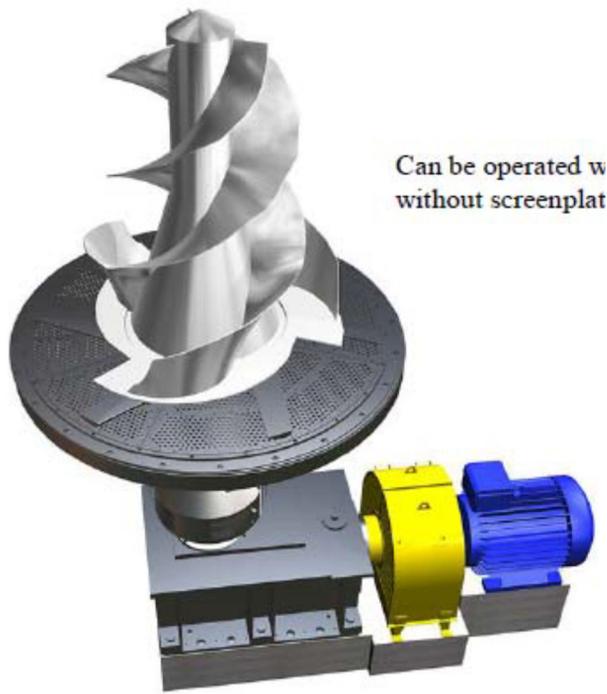


Sul mercato si possono trovare tre tipi di pulper che si differenziano tra loro per densità di lavoro:

- Pulper a bassa densità: Lavora con una consistenza del 4/5% di secco e con una potenza che va da 25 a 50 KWh/t. La sua caratteristica principale è la girante molto piccola e con una velocità di rotazione molto elevata, questo permette a tutte fibre di toccare la girante durante la fase di spappolamento. Lavorando di forza riesce ad aprire bene le fibre lunghe ma tende a danneggiare le fibre più corte e meno resistenti.



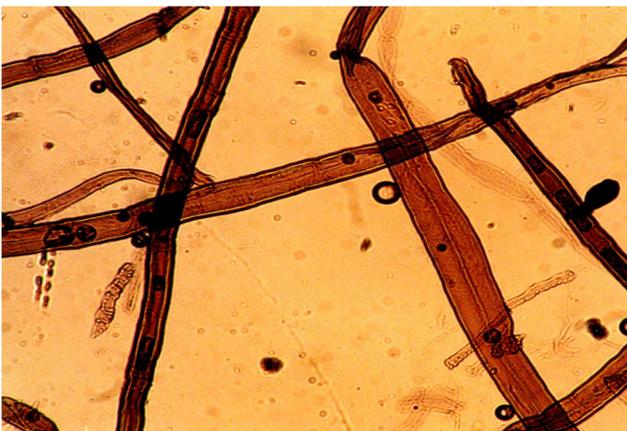
- Pulper ad alta densità: Lavora con una consistenza del 12/15% di secco e con una potenza che va da 15 a 30 KWh/t. La caratteristica principale è la girante molto più grande della precedente ma a differenza di quello a bassa densità questo lavora ad una velocità più bassa, imprimendo un'azione di schiacciamento tra le fibre molto più rispettosa e quindi ideale per fibre poco resistenti e/o fogliaccio. Dal punto di vista energetico, grazie alla minor velocità di esercizio riesce, a parità di lavoro, a consumare meno.



- Pulper a media densità: Lavora con una consistenza del 7/8% di secco e lo troviamo nella terra di mezzo rispetto ai due pulper precedenti, con una girante di medie dimensioni. È indicato soprattutto per lo spapolamento della fibra corta e della CTMP.

4. RAFFINAZIONE

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 ad una forte turbolenza, provocando nell'impasto un aumento della fibrillazione, originando delle strutture dense e trasparenti ad alta resistenza. Le carte ottenute presentano un'elevata resistenza meccanica come già detto ed inoltre si possono ottenere carte più o meno trasparenti. Più le lame sono vicine e più la fibra si raffina aumentando così la densità del feltro fibroso. Al contrario per arrivare ad un impasto più 'magro' è necessario allontanare rotore e statore, così facendo le fibre tendono principalmente ad accorciarsi con una scarsa fibrillazione e basso sviluppo di resistenza.



FIBRA NON RAFFINATA



FIBRA RAFFINATA

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, determinando 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.

La fibra raffinata, a seguito del trattamento meccanico che subisce nell'impianto di raffinazione, risulta strutturalmente diversa da quella dell'impasto fibroso iniziale. Questo perché qualsiasi trattamento di raffinazione provoca sull'impasto fibroso, in maniera e misura più o meno rilevanti in base all'intensità applicata, il verificarsi dei seguenti effetti:

- fibrillazione interna;
- fibrillazione esterna;
- accorciamento delle fibre;
- formazione parti 'fini';

La fibrillazione interna risulta essere l'effetto di maggior importanza che la raffinazione crea sulla fibra. Questo perché l'effetto menzionato comprende tutte le modifiche fisiche che avvengono all'interno della parete fibrosa, tra le quali ci sono la snervatura, l'allentamento e l'apertura della struttura fisica. Questi effetti si verificano perché l'impasto fibroso, per azione della raffinazione, subisce una serie di sollecitazioni meccaniche di schiacciamento e di flessione che ne vanno a modificare la struttura interna. Queste sollecitazioni fanno sì che si vadano a rompere quei legami idrogeno esistenti tra fibra e fibra, e che questi vengano poi sostituiti da legami idrogeno tra acqua e fibra. La rottura di questi legami fa quindi in modo che si vengano a creare delle separazioni tra le fibrille, tra le microfibrille e tra gli strati lamellari che costituiscono la parete interna della fibra. Così si vengono a verificare quei fenomeni di snervamento, di allentamento e di apertura che permettono alla fibra di rigonfiarsi, dando ad essa quelle proprietà di flessibilità, di plasticità e di uniformità che poi andranno a rendere il foglio compatto e robusto.

La fibrillazione esterna è provocata da fenomeni di sfregamento che si verificano tra le lame dello statore e del rotore, la così detta bar gap. Questo sfregamento fa sì che si danneggi la superficie facendo così emergere delle parti sporgenti. Queste sporgenze, ancora attaccate in parte alla superficie esterna della fibra, si presentano sotto forma di membrane e filamenti. La fibrillazione esterna, in un certo qual modo, come la fibrillazione interna ma in maniera meno rilevante, influisce sulla formazione dei legami tra le fibre e sullo svilupparsi delle resistenze meccaniche del foglio.

L'accorciamento delle fibre, dovuto al processo meccanico di raffinazione, condiziona le

resistenze meccaniche del foglio secco, ma questa volta in modo negativo, in quanto le riduce. Il taglio permette però di migliorare la speratura del foglio.

La formazione di fini si verifica quando le membrane e i filamenti si distaccano completamente dalla fibra. Le parti fini sono costituite, essenzialmente da frammenti delle pareti primarie e secondarie distaccatisi della fibra e da frammenti fibrosi, venutisi a creare con l'accorciamento delle fibre. Durante la raffinazione l'aumento maggiore o minore delle parti fini condiziona in maniera rilevante la scolantezza: infatti ad un aumento delle parti fini corrisponde una riduzione della scolantezza e viceversa.

I parametri caratteristici della raffinazione sono:

- **Lunghezza di taglio per secondo (Km/sec):** È l'effettiva lunghezza dello spigolo tagliente nell'unità di tempo; A parità di potenza con un'elevata lunghezza di taglio al secondo si ha un meno violento effetto di raffinazione sull'impasto. È un parametro che si ricava dalle lamature di rotore e statore e dalla loro configurazione.
- **Energia specificata (W*sec/m):** Il grado d'intensità indica la quantità di energia trasferita all'impasto attraverso l'effettiva lunghezza di taglio, più è elevata, più vi è effetto di raffinazione. È il rapporto tra potenze nette del raffinatore e la lunghezza di taglio.
- **Energia specifica di raffinazione (kWh/t):** È l'energia di raffinazione trasferita all'impasto durante il processo di raffinazione, ed è data dal rapporto tra la potenza netta del raffinatore e la portata dello stesso.
- **Angolo di taglio:** l'angolo risultante dall'intersezione di due lame contrapposte; un ampio angolo di taglio induce una tendenza alla fibrillazione e ad un trattamento più delicato della fibra.

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, 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.



4.1 RAFFINATORE CONICO

Il lavoro dei raffinatori conici in continuo fu integrato nella metà del secolo scorso per ridurre il lavoro fatto dai raffinatori 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.

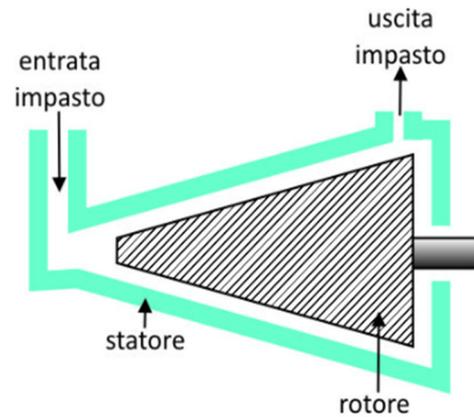
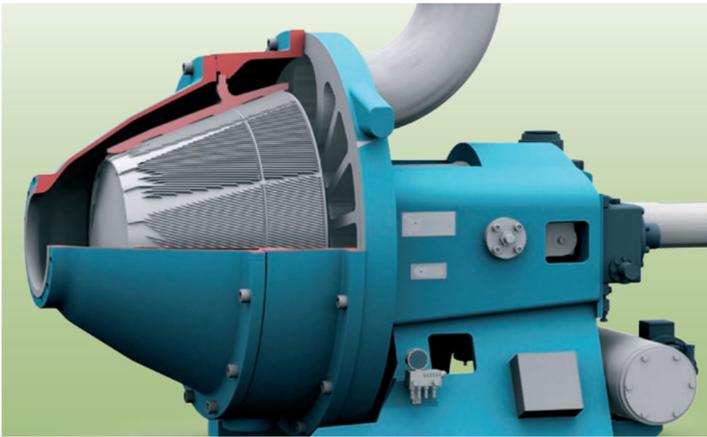
Il disegno e l'angolatura delle lame, come il materiale, lo spessore, l'altezza, la lunghezza, verrà scelto in base al tipo di prodotto che il raffinatore dovrà trattare. Le variabili in gioco che determinano il grado di raffinazione, sono date dalla possibilità di serrare più o meno intensamente le 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, smagrandolo 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.

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 conici, quelli 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 ton/24h con potenze di 200-600kw, e sono adatti in modo particolare per produzioni piuttosto elevate.

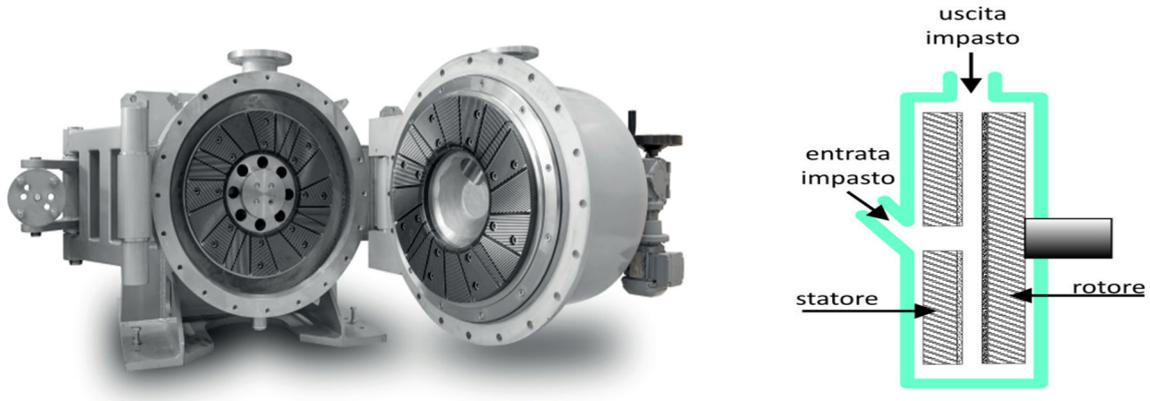
Per concludere i raffinatori conici presentano, oltre alla possibilità di lavorare in continuo, anche altri vantaggi, come il minor ingombro e la maggior superficie attiva.



4.2 RAFFINATORE A DISCHI

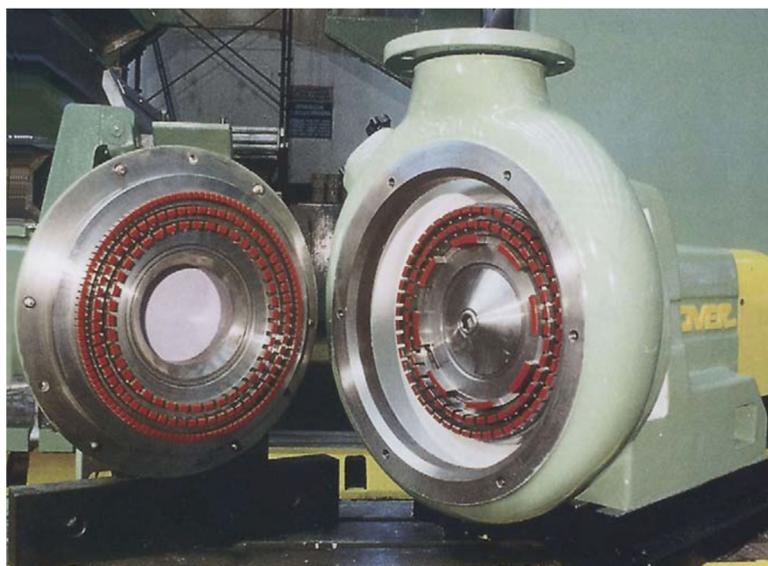
La continua evoluzione nel campo della raffinazione ha portato ad introdurre nel processo il nuovo sistema di raffinatori a dischi. Di tale tipo ci sono raffinatori a disco singolo e disco doppio. Data la dimensione contenuta e l'alta superficie di lamatura questo tipo di raffinatore ha sostituito a 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.



5. DEPASTIGLIATORI ED EPURATORI

Il compito dei depastigliatori è quello di sciogliere grumi o nodi di fibre che non si sono completamente aperti nella fase di spappolatura (pastiglie o flakes). Le pastiglie si evidenziano come piccoli punti trasparenti nella carta inficiando quindi la qualità del prodotto. I maggiori problemi provocati da queste pastiglie li ritroviamo in fase di stampa, poiché danno problemi di picking, cioè un distaccamento di queste pastiglie quando arrivano a contatto con l'inchiostro provocando difetti sul prodotto finito. I depastigliatori grazie a dischi fissi e rotanti che girano vorticosamente, veicolano la pasta attraverso percorsi obbligati sempre più ridotti per disgregare i nodi. Esistono depastigliatori a dischi dentati, a dischi forati e a denti di sega.



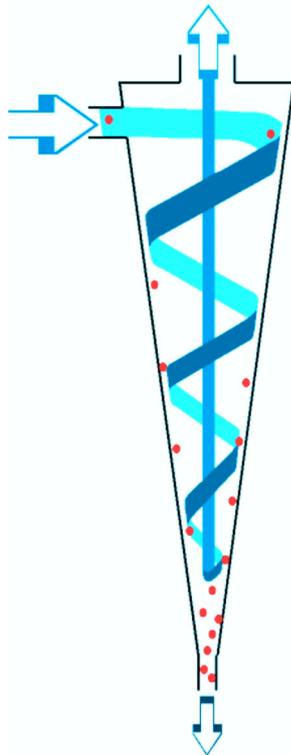
Tutti i componenti dell'impasto fibroso prima di giungere alla macchina continua sono soggetti ad una fase di pulizia definita "epurazione". Lo scopo è di eliminare gli eventuali corpi estranei, come i grumi di fibre, cariche, bulloni, pezzi di ferro o schegge di legno che possono danneggiare il ciclo produttivo, rovinare il foglio di carta o provocarne la rottura al passaggio del supporto cartaceo.

L'epurazione viene effettuata con appositi apparecchi chiamati epuratori, i quali si suddividono in due tipologie:

- Epurazione per differenza di peso specifico: Cleaners
- Epurazione per differenza di forma e peso: Screen

I Cleaners hanno la forma di un cono e il loro compito principale è quello di eliminare dall'impasto i contaminanti più pesanti. Questi sistemi si basano sul differente peso specifico che i corpi da eliminare hanno nei confronti dell'impasto. L'impasto viene spinto da una pompa in una entrata posta tangenzialmente rispetto al corpo dell'epuratore. Subito dopo l'ingresso, per questa ragione, la sospensione fibrosa inizia a muoversi con un movimento rotatorio vorticoso. Per effetto di questa "centrifugazione" i materiali indesiderati si separano dal resto dell'impasto, radunandosi all'esterno del vortice per essere poi espulsi dalla parte inferiore (scarto).

ACCETTATO - 95% volume – Consistenza 0,5%



SCARTO – 5% volume – Consistenza 2%

Nel punto di inizio del restringimento del cono, dove il liquido, essendo incompressibile, non può più scendere, si verifica un'inversione del moto attraverso la quale la sospensione fibrosa risale verso l'alto nella zona centrale per raggiungere l'uscita dell'accettato. Questi epuratori sono generalmente impiegati in gruppi funzionanti in parallelo raggruppati in diversi stadi di epurazione per avere una maggior efficacia nella pulizia della materia prima fibrosa. Per avere un funzionamento ottimale, all'interno devono avere una pressione costante di circa 1bar lavorando ad una consistenza compresa tra 0,6 – 1%.

L'accettato del primo stadio viene inviato al centriscreen e poi alla cassa d'afflusso. Lo scarto del primo stadio diventa così l'alimentazione del secondo stadio il cui accettato torna all'alimentazione del primo stadio, mentre lo scarto del secondo stadio viene mandato in alimentazione al terzo stadio di epurazione ecc.

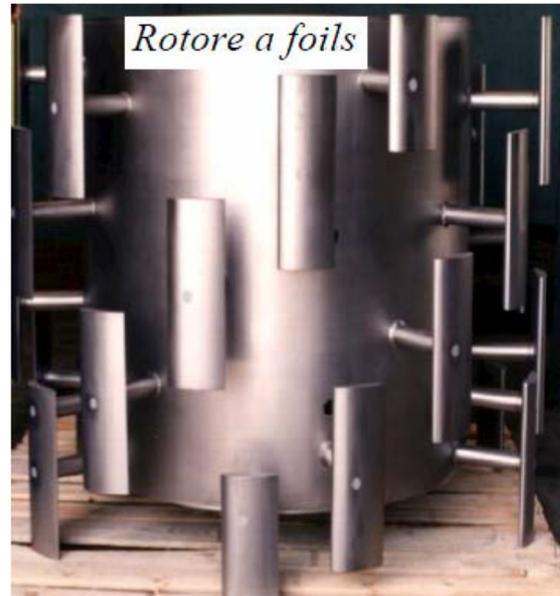
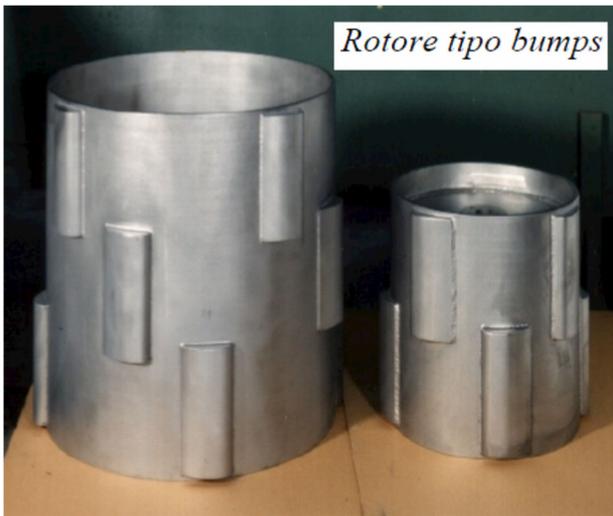
Gli screen rappresentano gli apparecchi utilizzati con lo scopo di eliminare i contaminanti più pesanti che hanno una dimensione diversa da quella della fibra. Lo screen è formato da un corpo cilindrico chiuso, pressurizzato che viene alimentato in continuo mediante l'apposito ingresso. Le due uscite presenti vengono utilizzate in modo differente, una è per l'accettato dello screen e l'altra rappresenta lo scarto. Quest'ultimo deve essere rimosso continuamente in quanto può provocare l'intasamento del cestello, un ulteriore ingresso alimenta l'acqua di diluizione. Gli screen sono formati da due elementi: il cestello ed il rotore.

Il cestello è costituito da un corpo cilindrico e rappresenta la zona in cui la sospensione fibrosa viene separata dai contaminanti. Il cestello può essere a fori con un diametro compreso tra 1-3mm e a fessure di circa 0,2- 0,9mm. I cestelli a fori trattengono per lo più le impurità piatte; invece, i cestelli a fessure quelle cubiforme, perciò, la scelta del cestello viene fatta in base agli eventuali tipi di contaminanti che si possono trovare all'interno dell'impasto.



Il rotore ha lo scopo principale di spingere l'impasto a dividersi dalle sue impurità e di bloccare il fenomeno d'intasamento del cestello. Il rotore è formato da un corpo di metallo, rotante che si muove aderente al cestello. Lungo tutta la sua superficie è ricoperto da pale, in grado di provocare impulsi di pressione/depressione nei confronti delle aperture del cestello

e della sospensione fibrosa. Le pale dei rotori possono avere numero e forma diversa per migliorare l'efficacia dello screen. I rotori possono installare pale a Foils oppure a Bumps. Le pale a Foils è preferibile utilizzarle per una consistenza bassa di circa 1% invece quelle a Bumps per una densità alta di circa 5%.



Gli screen centrifughi hanno lo svantaggio di avere un maggiore danneggiamento del cestello a causa dell'attrito tra i contaminanti più duri schiacciati tra le lame del rotore e il cestello. Gli screen con il flusso centripeto invece hanno il vantaggio di non rompere i contaminanti, di conseguenza, facilità la loro eliminazione ed aboliscono totalmente la possibilità di danneggiare la superficie filtrante del cestello.

All'interno del cestello è inevitabile che le fibre più corte, sottili ed i fini fuoriescono per primi dalla parte superiore del cestello invece le fibre lunghe con il loro peso specifico maggiore tendono ad andare verso il basso dove si trovano i contaminanti oppure a rimanere intasate nei fori-fessure del cestello. Di conseguenza una percentuale importante di fibra sarà eliminata con lo scarto; per risolvere questo inconveniente sono installati diversi stadi di epurazione della sospensione fibrosa con i cestelli.

6.ADDITIVI E PRODOTTI AUSILIARI

Con il termine “additivi” intendiamo tutti i prodotti che vengono aggiunti all’impasto per modificare le proprietà specifiche alla carta prodotta: aumentare la rigidità, modificare le caratteristiche ottiche, o modificare le caratteristiche fisico-chimiche.

Per ausiliari intendiamo invece tutti i materiali che vengono inseriti per aiutare il processo di produzione, per abbassare i costi di produzione e diminuire alcuni difetti.

Per ritenzione si intende invece la capacità di trattenere sulla tela la frazione di solidi (fibre e/o cariche) e si esprime in percentuale sul totale dei solidi che arrivano sulla tela. L’azione degli agenti ritenitori (ritentivi) si esplica essenzialmente sulle particelle fini presenti nell’impasto; tali piccoli elementi vengono trattenuti all’interno del contesto fibroso durante la sua formazione sulla tavola della macchina continua, migliorando così la speratura e talune caratteristiche della carta (porosità, lisciatura, doppio viso).

6.1 RITENTIVO

La natura di questi componenti è assai varia, però la maggior parte è costituita da sostanze proteiche e da resine sintetiche. La funzione principale dei ritentivi è quella di favorire la flocculazione ossia l’aggregazione delle fibre e delle cariche in fiocchi di dimensioni più grosse, affinché vengano più facilmente ritenute sulla tela. La flocculazione dell’impasto può comportare anche qualche svantaggio: il più importante è il peggioramento della formazione, che può assumere l’aspetto a fiocchi; a ciò si è cercato di ovviare sia impiegando come ritentivi polimeri a basso peso molecolare in modo da limitare le dimensioni dei fiocchi ottenuti, sia ricorrendo a particolari tipi di ritentivi.

I ritentivi sono classificati in: cationici (nei quali le molecole recano centri di cariche positive), anionici (carichi negativamente), non ionici.

Le fibre e le cariche che passano nel sottotela devono essere recuperate ai recuperatori primari (filtri, polydisk) o fermate quanto più è possibile ai depuratori finali in uscita per evitare, oltre alla perdita economica, l’inquinamento delle acque di scarico.

Quanto più ricca di sali (fibre e cariche) è l’acqua che arriva ai depuratori finali, tanto maggiore è la quantità di solidi che finirà per perdersi nello scarico finale. Inoltre, anche supponendo un recupero molto spinto, si deve tenere presente che i solidi recuperati risultano spesso contaminati da particelle di sporco con le quali vengono a contatto durante i percorsi dei cicli di recupero e di depurazione.

Una buona ritenzione attenua il doppio viso perché la carica viene persa soprattutto dalla parte del foglio a contatto con la tela; quindi, si noteranno caratteristiche diverse per i due “lati” del foglio di carta (lato tela e lato feltro), come ad esempio il grado di bianco. L’opacità e la stampabilità sono favorite dalle cariche a granulometria più fine, poiché le particelle più fini possono coprire aree più estese e distribuirsi in maniera più omogenea fra le fibre, da qui la necessità di migliorare la ritenzione delle parti più fini, che è anche la più difficile da ottenere. Occorre aggiungere che la ritenzione di fibre corte ha effetti positivi come una maggiore chiusura del foglio ed una superficie più liscia e regolare. L’impiego di determinati ritentivi favorisce il fissaggio sulle fibre di peci e di altre sostanze contaminanti disperse nel ciclo, riducendo i rischi di depositi sull’impianto e di macchie e buchi sulla carta. Controllando la ritenzione si favorisce, inoltre, un minor consumo della tela, poiché si vengono a trattenere “elementi solidi” che si depositerebbero sulle casse aspiranti.

6.2 AMIDO

L’amido è un carboidrato polimerico composto da unità di glucosio anidro ed è estratto in forma granulare da specifiche parti di determinate piante. L’amido si trova nei semi, nei tuberi, nelle radici e nel midollo dello stelo delle piante, come riserva di cibo per i periodi di inattività, germinazione e crescita.

Al microscopio è possibile osservare che l’amido è composto da piccoli granuli bianchi che variano, nelle dimensioni, da 1 a 100 μm di diametro. La dimensione e la forma dei granuli sono particolari per ogni varietà di amido, i principali utilizzati nell’industria cartaria sono l’amido di mais, di patata, o di frumento. Dopo la cellulosa, l’amido è il composto più abbondante sintetizzato dalle cellule della pianta, ed è una sostanza rinnovabile.

L’amido non è un materiale uniforme, per cui la maggior parte degli amidi contengono due tipi di polimeri di glucosio:

- Una catena molecolare lineare definita amilosio;
- Un polimero di glucosio ramificato definito amilopectina;

Queste due frazioni appaiono in differenti proporzioni in funzione dell’origine botaniche dell’amido. I granuli di amido sono insolubili in acqua al di sotto dei 50 °C, mentre quando una sospensione di amido in acqua è riscaldata ad una temperatura critica (maggiore di 50 °C), i granuli assorbono l’acqua e si gonfiano assumendo dimensioni molto più grandi rispetto alla loro forma originale. La temperatura alla quale ciò accade è conosciuta come “temperatura di gelatinizzazione” o “gel point” che varia a seconda del tipo di amido. Quando

si continua il riscaldamento i granuli di amido gonfi iniziano a disintegrarsi nei suoi aggregati polimerici. La massa viscosa, cioè il risultato del rigonfiamento della dispersione colloidale dell'amido in ambiente acquoso, è chiamata comunemente salda o colla. La vera solubilizzazione di tutte le molecole dell'amido avviene quando la salda è cotta ad una temperatura compresa tra i 100 e i 160 °C.

Quando le salde di amido cotto vengono lasciate riposare a lungo si manifesta il fenomeno conosciuto come retrogradazione in forma di gel o precipitato. L'amido nativo può essere modificato attraverso trattamenti fisici, chimici o trattamenti con enzimi per modificare le sue proprietà o per conferirne delle nuove.

L'utilizzo delle soluzioni di amido nel processo cartaiolo ha sostanzialmente tre campi di applicazione:

- Dosaggio in massa nel supporto fibroso con lo scopo di aumentare le caratteristiche meccaniche del pannello. Inoltre, quando impiegato in massa svolge anche funzione di ritentivo.
- Trattamento superficiale, con lo scopo di collare e rendere meno assorbente ad applicazioni successive il nastro fibroso (stampa e patinatura).
- Impiego come legante in patina, in modo particolare negli strati di patina a contatto con il supporto fibroso.

6.3 PAC

Il policloruro di alluminio è un polielettrolita inorganico ad elevata concentrazione di alluminio (18% peso) molto utile nella produzione perché crea, rispetto all'allume, meno depositi e se ne utilizza in quantità ridotta grazie all'elevata capacità di coagulazione. Può essere usato anche come singolo prodotto per la ritenzione.

Il PAC è molto corrosivo, perciò, si deve prestare molta attenzione al dosaggio se non si vuole incorrere nel fenomeno della corrosione.

6.4 ANTISCHIUMA

Il problema della formazione della schiuma e del suo abbattimento ha un'importanza notevole ai fini della qualità finale della carta. La schiuma si forma quando nell'impasto si è dispersa una certa quantità di aria o anidride carbonica. La presenza di schiume può essere dovuta ad agitazione eccessiva dell'impasto, al conglobamento d'aria proveniente dalle tenute delle pompe, alla presenza di sostanze tensioattive e al pH basso.

I principali problemi che ne derivano sono:

- cattiva formazione, decisamente nuvolosa, dovuta alla migrazione di aria;
- difetti, dovuti alla formazione di bolle superficiali;
- indebolimento delle caratteristiche meccaniche, per l'interposizione di aria tra le fibre;
- effetti negativi sul drenaggio, dovuti alla difficoltà che incontra l'acqua ad attraversare il manto fibroso;
- flottazione di alcuni pigmenti, sospinti dall'aria inglobata nell'impasto.

Per risolvere questi problemi, bisogna limitare l'ingresso di aria nell'impasto, evitando cadute libere dell'impasto e nei circuiti delle acque di ritorno, minimizzare le turbolenze e controllare le tenute delle varie pompe. Una delle soluzioni migliori per ovviare a questo problema è quello di dotare l'impianto di un sistema di deareazione sottovuoto (Deculator).

Gli agenti antischiuma possono avere formulazione chimica e azioni differenti; si distinguono infatti in antischiuma e abbatti schiuma a seconda che prevengano o abbattano la presenza di schiume. Nel primo caso, vengono aggiunti all'impasto durante le fasi di preparazione, nel secondo caso l'aggiunta viene fatta quando c'è la formazione di schiume. Considerando le molteplici cause di schiuma, è necessario stabilire con prove pratiche, sia il quantitativo ideale da impiegare, che le possibili diluizioni dell'antischiuma, e il punto di aggiunta ottimale. Bisogna ricordare inoltre che le quantità di antischiuma dosate, specialmente per i tipi oleosi, devono essere le più basse possibili al fine di evitare drastici peggioramenti della collatura.

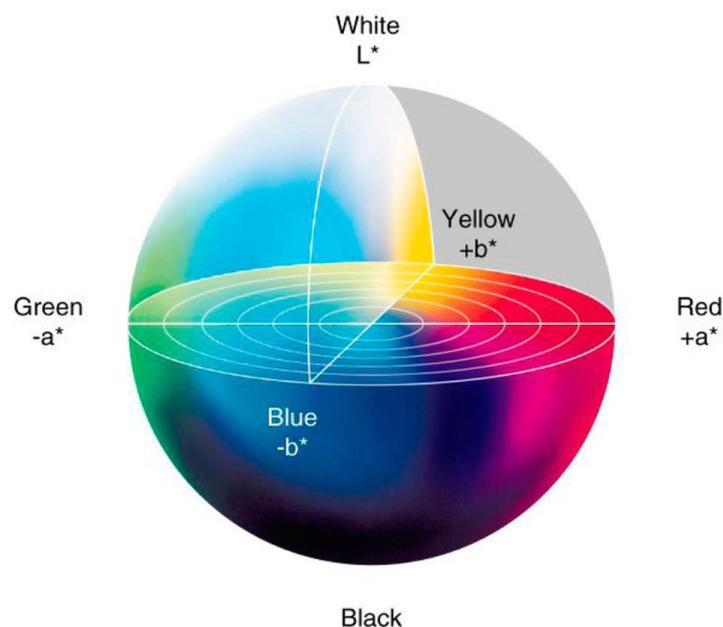
6.5 IMBIANCANTE OTTICO E NUANZATURA

Nell'ambito della produzione di carta bianca, il grado di bianco riveste un ruolo fondamentale, in quanto da esso dipende il contrasto dell'inchiostro e la purezza dei colori di stampa. Esistono sostanze chimiche definite fluorescenti (tra cui i candeggianti ottici) che colpite da raggi ultravioletti si eccitano, emettendo energia sotto forma di radiazione elettromagnetica appartenente al campo del visibile. Tali sostanze eccitate transitano ad un livello energetico superiore, una volta finito l'assorbimento riemettono energia, ma non nello stesso modo in cui l'hanno assorbita. I candeggianti ottici non sono tutti uguali, infatti ne esistono alcuni che emettono con tonalità rossastra, piuttosto che bluastra o verdastra. Quindi ognuno ha una propria fiamma, sfruttata dal cartaio, che combina spesso nuanzante e candeggiante per ottenere carte più bianche possibili con toni più o meno freddi (blu) oppure caldi (rossi). È importante tenere conto di questa differenza nella scelta del candeggiante ottico.

Per la produzione di carta si usano fibre di cellulosa e di pasta legno, quest'ultima contiene lignina che trasmette al manufatto una colorazione avente dominante gialla. Per eliminare questo "difetto" si aggiunge in preparazione impasti del colorante (nuanzante). Si sfrutta quindi la complementarità dei colori e la loro proprietà di estinguersi a vicenda, in questo modo si migliora il grado di bianco del manufatto. Aggiungendo piccole quantità di un colorante blu/violetto (complementare al giallo), la tonalità si estingue e la carta apparirà più bianca e le coordinate cromatiche saranno più prossime al punto acromatico.

Con gli sbiancanti ottici invece lo squilibrio presente nella curva spettrale della luce diffusa riflessa dalla carta, viene corretto non togliendo alla luce diffusa riflessa il suo eccesso di giallo, ma aggiungendo il blu-violetto mancante. I candeggianti ottici sono delle sostanze fluorescenti, per esempio della classe dello stilbene, incolori o leggermente colorate, che hanno la proprietà di assorbire l'energia dei raggi ultravioletti, invisibili, e di trasformarla parzialmente in calore, ma soprattutto in luce visibile sotto forma di emissione di raggi blu-verdastri o blu-violacei. In tal modo si ha, oltre alla eliminazione dell'effetto giallognolo, anche un aumento contemporaneo di chiarezza, perché una carta tinta con gli sbiancanti ottici riflette più luce visibile di quella riflessa dalla stessa carta non tinta.

Il bianco dato da questi coloranti è in funzione però dalla quantità di raggi ultravioletti della sorgente luminosa sotto la quale si esamina una carta; infatti, una medesima carta per uno stesso osservatore potrà apparire bianca se vista sotto la luce del sole, di un bianco ancora accettabile sotto la luce di una lampada fluorescente del tipo 'luce del giorno', e di un bianco modesto sotto la luce di una lampada ad incandescenza, che è povera di radiazioni ultraviolette.



7. TEST TRATTAMENTO ENZIMATICO CDG

Visto il momento storico e sociopolitico che stiamo vivendo, caratterizzato da costi energetici sempre più alti, la sinergia tra lo stabilimento di Cartiere del Garda, sita a Riva del Garda (TN), e RCK Chemicals ha permesso di poter avviare uno studio tecnologico sull'utilizzo degli enzimi nel processo di cartiera, con lo scopo di ottenere un saving energetico mantenendo le caratteristiche del prodotto finito all'interno degli standard richiesti.

Il gruppo di lavoro ha collaborato mettendo a disposizione le proprie competenze tecniche ed il proprio know-how al fine di elaborare i dati raccolti durante lo studio tecnologico, per verificare l'effettiva efficacia del trattamento enzimatico nel contenimento dei costi energetici di cartiera.

Lo scopo del progetto è la riduzione del consumo di energia specifica di raffinazione (energia elettrica e CO₂ emessa), mantenendo inalterate le caratteristiche del prodotto finito.

Inizialmente si è partiti con un test di laboratorio sia su fibra corta che su fibra lunga, prendendo in considerazione oltre all'analisi del potenziale su fibre, anche il valore di raffinazione in Schopper-Riegler, il tempo di drenaggio e la torbidità.

Campione fibra	Enzima	°SR	Drenaggio (850cc)	Torbidità NTU
FC non raffinata	-----	20	16 secondi	36
FC non raffinata	150 ppm	21	24 secondi	85
FL non raffinata	-----	11	4 secondi	30
FL non raffinata	150 ppm	12	6 secondi	50

Note: nelle campionature analizzate in cui non è stato aggiunto il prodotto enzimatico si è verificata la presenza abbondante di "pasticche", ovvero noduli fibrosi non aperti, mentre nei campioni a cui è stato aggiunto l'enzima queste pasticche erano assenti

Analisi microscopiche: effettuate con microscopio bioculare a contrasto di fase, con ingrandimento a 100 e 400X



FC non raffinata



FC non raffinata + enzima



FL non raffinata



FL non raffinata + enzima

I dati emersi dalle analisi mettono in evidenza una tendenza positiva legata al lavoro dell'enzima sia sull'impasto di Fibra Corta che sull'impasto di Fibra Lunga. L'aggiunta dell'enzima modifica il drenaggio aumentandone il tempo, dato che indica una maggiore "fibrillazione" delle fibre. Anche il valore di torbidità aumenta, indice di maggiori "fibrille e fini" in dispersione. Ciò significa che il processo permette di creare fibrille a minore lunghezza, che creano maggiori e più ampie aree di contatto, aumentando quindi la resistenza del supporto fibroso e la resa degli additivi.

Quanto rilevato nei test in laboratorio ha permesso di valutare l'utilizzo dell'enzima come valida ed ecologica alternativa per perseguire un notevole risparmio energetico; tuttavia, per verificarne l'effettiva efficienza si è reso necessario abbinare i risultati ottenuti ad una breve prova industriale.

A questo punto si è passati quindi ad una prova industriale incentrata sull'utilizzo dell'enzima sulla fibra lunga.

L'utilizzo del prodotto selezionato su fibra lunga, con dosaggio iniziale di 60 ppm, riconferma quanto visto sull'impasto di fibra corta, abbattendo i consumi di energia di raffinazione da 220 kWh/ton a 190 kWh/ton, confermati dall'aumento dei °SR e della porosità della carta.

°SR	KWh/t
28	220
37	220
35	210
33	200
33	195
30	195
30	190
29	190

Una volta condizionato l'intero circuito di macchina, si è potuto ridurre il dosaggio del prodotto selezionato a 50 ppm, raggiungendo un consumo di energia pari a 180 kWh/ton, mantenendo stabili i valori di °SR.

Il primo test industriale effettuato ha confermato le performance ipotizzate durante i test di laboratorio, convalidando l'efficacia del trattamento enzimatico sulla riduzione dell'energia specifica di raffinazione di circa 30%, grazie all'aumento della fibrillazione delle fibre lunghe. L'utilizzo del prodotto selezionato su fibra lunga ha inoltre consentito di mantenere inalterate le caratteristiche del prodotto finito, verificate in laboratorio e presso stampatori, secondo i severi protocolli di controllo di Cartiere del Garda: caratteristiche meccaniche, spessore, rigidità, proprietà di stampa (delaminazione, stacco di particelle) e di converting (fustellatura, piega) sono rimaste centrate sui target di riferimento per tutta la gamma di produzione di Cartiere del Garda.

Gli ottimi risultati ottenuti dai test sopraccitati hanno permesso a RCK Chemicals, in accordo con Cartiere del Garda, di proseguire l'utilizzo del prodotto selezionato in modo continuativo su fibra lunga, per confermare i risultati di efficienza energetica ed emissioni rilevati durante il test breve.

In conclusione, a seguito delle varie prove svolte durante la collaborazione con Cartiere del Garda, si può affermare che l'utilizzo del prodotto selezionato ha dato un riscontro molto

positivo circa l'efficacia nella riduzione del consumo energetico di cartiera e della CO2 emessa.

Il trattamento enzimatico è quindi in grado di garantire un'ottima qualità produttiva con un saving importante in termini di energia specifica di raffinazione.

8. CONCLUSIONI

La preparazione impasti ed il circuito di testa macchina rappresentano il processo iniziale per la fabbricazione della carta per cui diventa fondamentale trovare il giusto compromesso tra la scelta delle materie prime utilizzate, i prodotti additivi e ausiliari per raggiungere la qualità del prodotto finito. Inoltre, il dimensionamento dei componenti e la chiusura dei cicli ha permesso un notevole risparmio di energia e d'acqua con conseguente abbassamento dei costi di produzione. Il risparmio non deve pregiudicare però la qualità del risultato in quanto eventuali problemi durante la fase della preparazione impasti arriveranno in macchina continua determinando la difettosità del prodotto finito.

9. BIBLIOGRAFIA

- Materiale 29° corso per tecnici cartari
- Materiale fornito da Cartiere del Garda
- Libro “Introduzione alla fabbricazione della carta” ATICELCA
- Articolo “Industria della carta linea renzyme: trattamento enzimatico per il saving energetico di cartiera”