



REGIONE DEL VENETO

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

Produzione e lavorazione del cartone ondulato

di Ravazzolo Samuel



**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

2. CONFORMAZIONE DEL CARTONE ONDULATO

- Carta per copertine
- Carta per ondulazione
- Tipi di onde
- Identificazione del cartone ondulato

3. LA MACCHINA ONDULATRICE

- Porta bobine
- Pre - riscaldatori
- Pre - condizionatore
- Gruppo ondulatore
- Cilindro di pressione
- Ponte di immagazzinaggio
- incollatore
- Piani caldi
- Taglia cordona
- Taglierina rotativa
- Raccoglitore

4. PROVE DI LABORATORIO

- Prove sulle copertine
- Prove sulle carte da onda
- Prove sul prodotto finito

5. BIBLIOGRAFIA

1. INTRODUZIONE

La storia del cartone ondulato risale esattamente al 1875 quando J.H. Thompson ebbe l'intuizione di aggiungere una seconda copertura alla carta già ondulata, conferendo alla struttura cartacea una rigidità che la rendeva adatta alla produzione di imballaggi rigidi per proteggere, contenere e trasportare una vasta gamma di prodotti. Sebbene comunemente conosciuti come "scatoloni", la definizione corretta sarebbe "astucci".

La carta ondulata, composta da uno strato ondulato incollato a un foglio piatto, è flessibile e adatta ad avvolgere e proteggere oggetti di varie forme. Questa tecnologia fu introdotta poco prima del cartone ondulato, nel 1874.

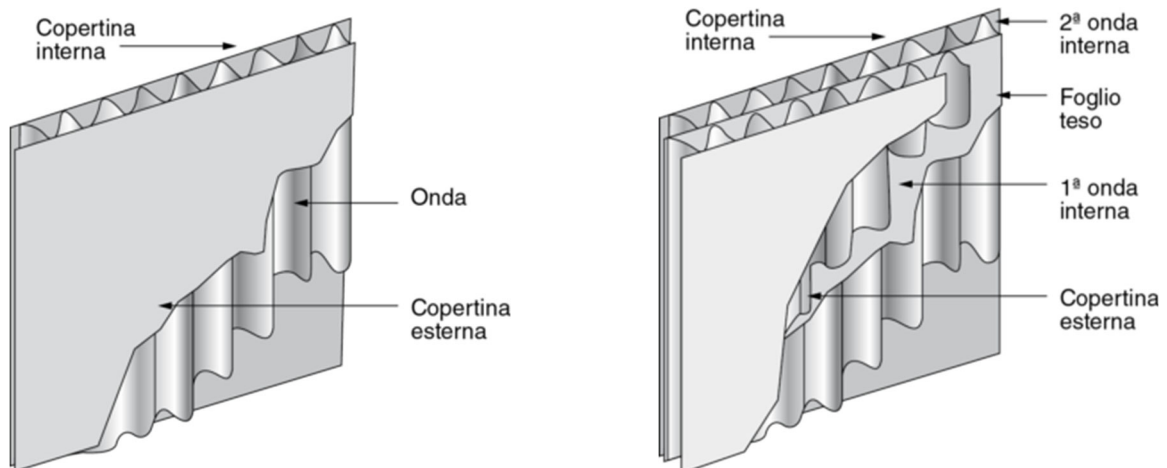
La carta ondulata senza copertura, introdotta nel 1871, fu utilizzata all'interno di casse al posto della paglia per proteggere gli oggetti dal danneggiamento durante il trasporto.

In questa ricerca, ci concentreremo sul cartone ondulato contemporaneo, analizzandone le caratteristiche, le tipologie, i materiali utilizzati e il processo di trasformazione da semplici bobine di carta a un prodotto indispensabile nella nostra vita quotidiana.

Ho scelto di approfondire questo argomento perché nella cartiera dove lavoro vengono prodotte varie tipologie di carta (Light Liner, Light Medium, Medium, Fluting, Camoscio) utilizzate per la produzione di cartone ondulato. Voglio esaminare il processo di produzione di questo materiale e le possibili problematiche legate all'utilizzo dei materiali.

2. CONFORMAZIONE DEL CARTONE ONDULATO

Il cartone ondulato è l'unione mediante apposito collante di due tipi di carta. Le superfici di carta tesa prendono il nome di copertine quindi, avremo una copertina esterna ed una interna più la carta per ondulazione che ha il compito di distanziare le stesse e mantenere tra loro la stessa distanza il più a lungo possibile nel corso della vita dell'imballaggio. Questo vale, come appena descritto, per un cartone ad una sola onda, quindi, con l'utilizzo di tre carte, ma se il cartone fosse a due onde, le carte diventerebbero cinque e quella interna, tra le due onde, non verrà più chiamata copertina ma foglio teso. A questo punto andremmo ad analizzare i tipi di carte che formano il cartone ondulato, facendo una distinzione tra carte per copertine, e carte da onda perché, come scopriremo in seguito, le caratteristiche che devono avere i tipi di carta sono differenti.



CARTA PER COPERTINE

- K Kraft
- L Liner
- T Test-liner
- Kb Kraft bianco
- Lb Liner bianco
- Tb Test bianco

Kraft

Le carte prodotte con questo tipo di pasta risultano essere molto resistenti e quindi adatte per fabbricare le copertine che andranno a formare il cartone ondulato. Le copertine infatti, specialmente quelle esterne, sono sottoposte ad una serie di sollecitazioni di trazione, urto, pressione e piegatura e devono garantire determinate resistenze meccaniche. Queste carte devono avere almeno l'80% di cellulosa al solfato di conifera e quindi a fibra lunga, dove viene ammesso un 20% di altra materia fibrosa.

Liner

Questo tipo di carta è prodotta utilizzando macero senza una composizione fibrosa ben stabilita, spesso viene realizzata in più strati, con una grammatura minima di 125 g/m². Si ottengono comunque delle carte con buone resistenze meccaniche.

Testliner

Simile alla precedente, anch'essa prodotta in uno o più strati, con caratteristiche meccaniche leggermente inferiori.



CARTA PER ONDULAZIONE

- Semichimica
- Medium
- Fluting

Semichimica

Questo tipo di carta viene prodotta con 100% macero con successivo trattamento superficiale di amido in size press per diminuirne l'assorbenza. Le caratteristiche meccaniche alle quali deve rispondere questo tipo di carta sono con valori decisamente alti, dato che questo trattamento in size press è finalizzato ad aumentare appunto le caratteristiche fisico-meccaniche della carta.

Medium

La materia prima che si utilizza è solamente il macero di media qualità. Viene ottenuto con delle caratteristiche meccaniche medio-alte anche grazie all'aggiunta di amido nell'impasto.

Fluting

Viene prodotta con macero di bassissima qualità spesso A0 (cartaccia mista non assortita raccolta urbana). Risulta essere, tra tutte quelle trattate finora sia per copertine che per ondulazione, quella di qualità inferiore, con caratteristiche meccaniche medio-basse.



TIPI DI ONDE

Ci sono varie tipologie di cartone ondulato, la più semplice è certamente la carta ondulata, ottenuta dall'accoppiamento di una superficie piana con una ondulata. Questa, non essendo rigida viene commercializzata in rotoli o bobine e trova impiego nella protezione, mediante avvolgimento, di prodotti con forme irregolari.

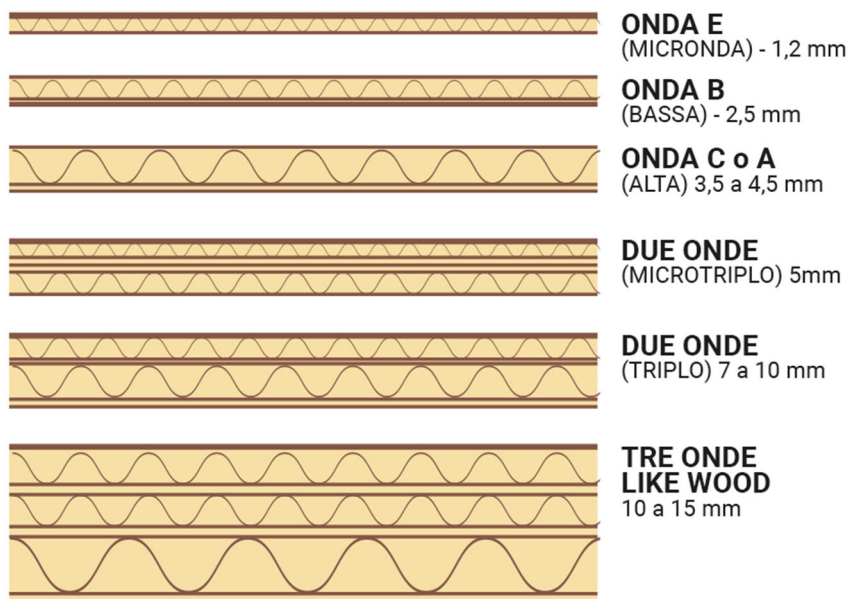
Il cartone ondulato vero e proprio invece, è costituito da due superfici di carta piane o tese distanziate tra loro da una superficie ondulata tenute insieme tra loro mediante apposito collante.

Questa tipologia viene denominata cartone ad onda semplice o ad una sola onda.

Una struttura leggermente più complessa è il cartone a doppia onda o doppio-doppio. In questo caso le copertine sono sempre due, quella esterna e quella interna, ma le superfici ondulate diventano due collegate tra loro da una terza superficie piana che prenderà più correttamente il nome di foglio teso.

Molto più complicato invece risulta la produzione del cartone a tripla onda, all'interno delle due superfici piane esterne le ondulazioni diventano tre, unite tra loro da due fogli tesi. Viene chiamato spesso cartone pesante a tre onde e si tratta di un prodotto destinato ad impieghi specifici, particolarmente adatto a contenere e trasportare oggetti di notevoli dimensioni e peso, e grazie ai costi contenuti e la possibilità di riciclare il cartone, va a sostituire, in alcuni casi, i tradizionali imballi in legno.

DEFINIZIONE CARTONE ONDULATO



I tipi di onda si dividono in base al loro spessore:

➤ Onda A, onda alta.

Questa determina un cartone con un'altezza minima di 4,5 mm.

Vantaggio:

1. Resistenza alla compressione verticale degli imballaggi e sul loro potere ammortizzante

Svantaggi:

1. Minore resistenza alla compressione in piano
2. Stampa di non elevata qualità in quanto il passo dell'onda non facilita una perfetta planarità delle copertine

➤ Onda C, onda media

Questa determina un cartone con un'altezza compresa tra i 3,5 e i 4,4 mm.

Vantaggi:

1. Ottimo compromesso tra il consumo di carta e la qualità delle prestazioni
2. Buona stampabilità
3. Più resistente rispetto all'Onda A sia alla compressione in piano che a quella verticale perché subisce un minore stress nelle fasi di trasformazione, imballo e spedizione

➤ Onda B, onda bassa

Questa determina un cartone con un'altezza compresa tra i 2,5 e i 3,4 mm.

Vantaggi:

1. Buona stampabilità per il numero di onde contenuto in un metro lineare
2. Buona resistenza alla compressione in piano

Svantaggio:

1. Non ottimale resistenza alla compressione verticale per il suo ridotto spessore

➤ Onda E (micro-onda)

Questa determina un cartone con un'altezza compresa tra i 1,2 e i 2,4 mm.

➤ Onda F (micro-onda)

Questa determina un cartone con un'altezza minima di 0,8 mm.

➤ Onda G (micro-onda)

Questa determina un cartone con un'altezza di 0,5 o 0,6 mm.

IDENTIFICAZIONE E NOMENCLATURA DEL CARTONE ONDULATO

Le carte che andranno a formare il cartone ondulato, sia per le copertine che per le ondulazioni, vengono classificate in base alla loro grammatura come possiamo osservare nelle tabelle sottostanti.

CARTA PER COPERTINE

g/m2	125	150	175	200	225	275	300	337	400	440
n° di classifica	2	3	4	5	6	8	9	02	04	06

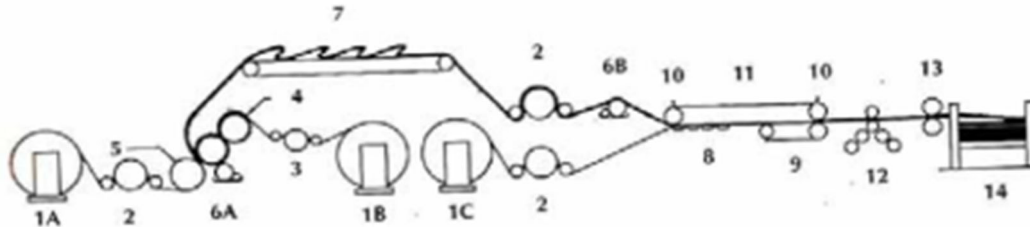
CARTA PER ONDULAZIONE

g/m2	112	127	150	180
n° di classifica	2	4	6	9

A questo punto abbiamo molti dati a disposizione: i tipi di carta, le varie tipologie di cartone ondulato, i tipi di onda e queste tabelle che ci danno informazioni sulle grammature e il numero di classifica alle quali appartengono i tipi di carta. Ora, in base a tutto questo, dovremmo essere in grado di identificare un cartone ondulato. Prendiamo come esempio il caso di produzione di un cartone a onda singola C: per la copertina esterna viene scelta una carta kraft (K) 175 g/m2, per l'ondulazione si scelga il medium (M) 127 g/m2 e la copertina interna in test-liner (T) 150 g/m2. La sigla che andrà a identificare il prodotto con le sopracitate caratteristiche sarà la seguente: KMT 443 C.

3. LA MACCHINA ONDULATRICE

Schema macchina ondulatrice



1 A = Porta bobine copertina interna
1 B = Porta bobine carta per ondulazione
1 C = porta bobine copertina esterna
2 = Pre-riscaldatori
3 = Pre-condizionatori
4 = Cilindri ondulatori
5 = Cilindro di pressione
6A = Incollatore gruppo ondulatore
6B = Incollatrice ai piani

7 = Piani caldi
8 = Piani caldi
9 = Feltro inferiore
10 = Tamburo capo feltro
11 = Feltro superiore
12 = Taglia cordona
13 = Taglierina rotativa
14 = Raccoglitore

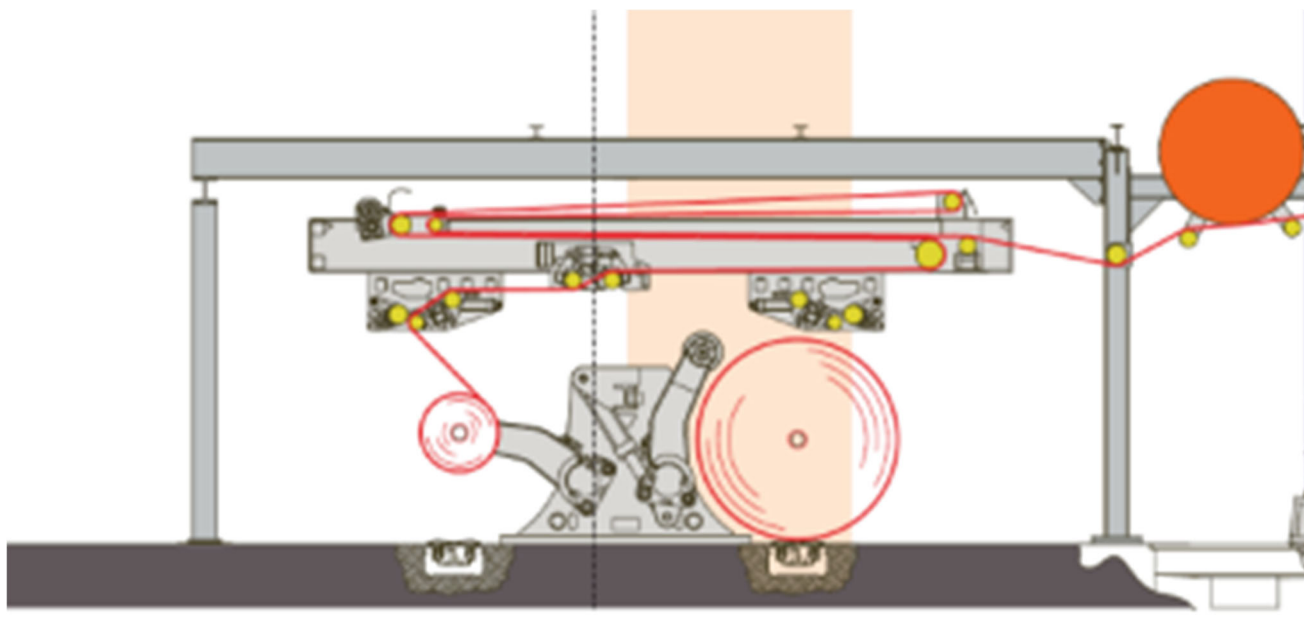
In questo schema viene rappresentata una macchina ondulatrice per la produzione di un cartone semplice quindi ad una sola onda. Per realizzare un cartone a doppia o tripla onda è necessario disporre in linea con il primo gruppo ondulatore un secondo gruppo ondulatore e di conseguenza tutte le altre parti della macchina (ponte, porta bobine, pre-riscaldatori, pre-condizionatori).

Il moderno processo di produzione del cartone ondulato potremmo definirlo come una serie di impianti di carta ondulata, la quale viene assemblata l'una sopra l'altra fino all'ottenimento del tipo di cartone desiderato che esso sia ad una, due o tre onde. In genere il primo gruppo ondulatore è dotato di cilindri a profilo alto (onda A o, più frequentemente ed in misura quasi generalizzata, onda C), il secondo gruppo ha i cilindri ondulatori a profilo basso (onda B). Ciò è motivato da una semplice considerazione: la copertina esterna del cartone viene di norma applicata ai piani. Si ottiene in tal modo una superficie più liscia, e quindi meglio stampabile, che non reca tracce della pressione esercitata dal cilindro di pressione o pressa spesso evidenti nell'incollatura in macchina.

Le macchine ondulatrici funzionanti in Italia sono circa 110 in grande maggioranza con larghezza o luce compresa tra 220 e 260 cm. La luce della macchina è importante sia perché ne accresce la capacità produttiva sia perché più numerose diventano le possibilità di

abbinamento attraverso la messa in lavorazione di un maggior numero di multipli di uno stesso formato o, più frequentemente, con il raggruppamento abbinato di formati diversi aventi la stessa composizione.

PORTA BOBINE



In questo caso i porta bobine sono tre perché tante sono le carte necessarie a produrre un cartone ad una sola onda, ma in un ondulatore completo, dove i gruppi ondulatori sono due, messi in linea per consentire la produzione del cartone triplo, i porta bobine aumentano a 5, uno per ciascuna carta.

Nel primo porta bobine (1A) è installata la carta che risulterà, a produzione ultimata, la copertina interna, nel secondo (1B) la carta che sarà ondulata nei cilindri ondulatori e nel terzo (1 C) la carta destinata come copertina esterna. Nei moderni impianti di produzione gli svolgitori sono privi di asse, quindi due coni penetrano lateralmente nelle anime delle bobine per fissarle. Ciascuno porta bobine è dotato di un sistema frenante che serve per regolare la tensione del nastro durante lo svolgimento,

l'operatore può agire, con attente regolazioni, sul freno anche per correggere degli eventuali difetti avvenuti durante la ribobinatura della carta. Il cambio dei rotoli avviene in automatico. Una seconda bobina viene preparata in prossimità dello svolgitore, il nastro di carta viene incollato a quello da sostituire e il precedente rotolo viene separato, questa è una fase delicata

in quanto il nuovo rotolo deve subire una accelerazione per compensare le tensioni che si potrebbero verificare, le quali possono causare delle rotture con conseguente perdita di tempo e materiale. Comunque se tutto viene eseguito correttamente, il cambio rotolo non comporta una eccessiva perdita di materiale.

PRE – RISCALDATORI

Se incolliamo tra loro fogli con diverso contenuto di umidità potrebbe accadere che durante la fase di asciugamento finale (o nella successiva fase di immagazzinamento) le diverse dilatazioni termiche e legate all'umidità provochino un imbarcamento del cartone prodotto. Per permettere la perfetta adesione tra l'ondulazione e la copertina durante l'incollaggio, è necessario togliere l'umidità residua all'interno del contesto fibroso, che nelle copertine è del 7-8%. Il nastro di carta viene guidato nei pre-riscaldatori che sono dei cilindri lisci riscaldati internamente con vapore a 180 - 190 °C, questi non sono azionati ma girano liberamente e possono essere dotati di sistemi frenanti per regolare la tensione della copertina. In caso di copertine con una elevata grammatura è necessario un tempo di contatto prolungato tra i cilindri riscaldati e la carta in modo da trasferire la giusta quantità di calore necessaria per allontanare l'umidità. Il lato della copertina a contatto con il cilindro solitamente è quello che verrà incollato all'ondulazione, in alcuni impianti è possibile riscaldare entrambi i lati per evitare che si verifichino difficoltà di incollaggio.

PRE – CONDIZIONATORE

È un trattamento riservato alla carta da ondulare. Oltre al trattamento termico, come avviene per la copertina, il nastro di carta che subirà il processo di ondulazione necessita di una attenta regolazione dell'umidità. I pre-condizionatori sono praticamente uguali ai pre-riscaldatori per le copertine e hanno la stessa funzione, solo che questi sono motorizzati e regolabili per favorire l'ingresso della carta nel gruppo ondulatorio. In aggiunta, sul cilindro riscaldato è collocata una barra fissa munita di tanti forellini regolabili (gli umidificatori) dai quali fuori esce vapore destinato ad inumidire la carta che, così predisposta, si inserirà, nel volgere di pochi centesimi di secondo, tra i cilindri ondulatori. Tale dispositivo umidifica la carta prima di essere ondulata, ma può compensare anche delle differenze nel profilo di umidità. L'apparecchiatura umidificatrice è dotata di regolatori per ogni singolo umidificatore a spruzzo, i quali possono essere inseriti e disinseriti a piacimento e in base alle esigenze.

Questo processo è necessario e di fondamentale importanza, a causa del processo di trasformazione che la carta per onda deve subire oltre che per un buon incollaggio tra onda e copertina. Infatti l'umidità riduce la rigidità, aumenta l'allungamento, diminuisce la tensione interna della carta ed inoltre, mediante un incremento di umidità, viene ridotta la temperatura di rammollimento di lignina ed emicellulosa e di conseguenza si avranno dei vantaggi nella plasmabilità della carta durante l'ondulazione. Anche l'umidità iniziale della carta è molto importante ai fini della penetrazione dell'adesivo per l'incollaggio, perché nei pre-condizionatori una certa quantità di acqua viene già allontanata, quindi con una carta troppo secca non c'è una buona penetrazione del collante, con la carta troppo umida non c'è la presa della colla.

GRUPPO ONDULATORE

Possiamo dire che il gruppo ondulatorio è il punto più delicato dell'intera macchina, in questo punto la carta da superficie piana diventerà ondulata, seguendo il profilo di ondulazione scelto rimanendo così lavorata fino all'applicazione dell'adesivo e alla successiva incollatura con la copertina. Questo dispositivo dispone di due cilindri scanalati sovrapposti riscaldati con vapore a 180°C e la pressione può essere variata in base al tipo di carta e alla grammatura.

Dal momento in cui la carta ha preso la forma ondulata, per consentire l'aderenza della stessa al cilindro inferiore fino al momento in cui verrà incollata con la copertina, vengono utilizzati dei dispositivi chiamati pettini o guida (in inglese finger), disposti sul cilindro inferiore in corrispondenza delle scanalature. La distanza tra le scanalature, che determina il numero di pettini, dipende dal profilo dell'onda e deve essere scelta in modo che la carta rimanga sempre aderente al cilindro ondulatorio per tutta la sua larghezza. La regolazione dei pettini risulta essere molto difficoltosa e quindi l'operatore di macchina deve avere molta esperienza e sensibilità.

Una cattiva regolazione di tali dispositivi comporta dei difetti di lavorazione quali formazione di righe, rotture sulla cresta dell'onda in allineamento con i pettini e onde alternativamente alte o basse, questo ultimo problema può dipendere da una eccessiva distanza tra il pettine e la carta, venendo così a mancare l'aderenza al cilindro ondulatorio.

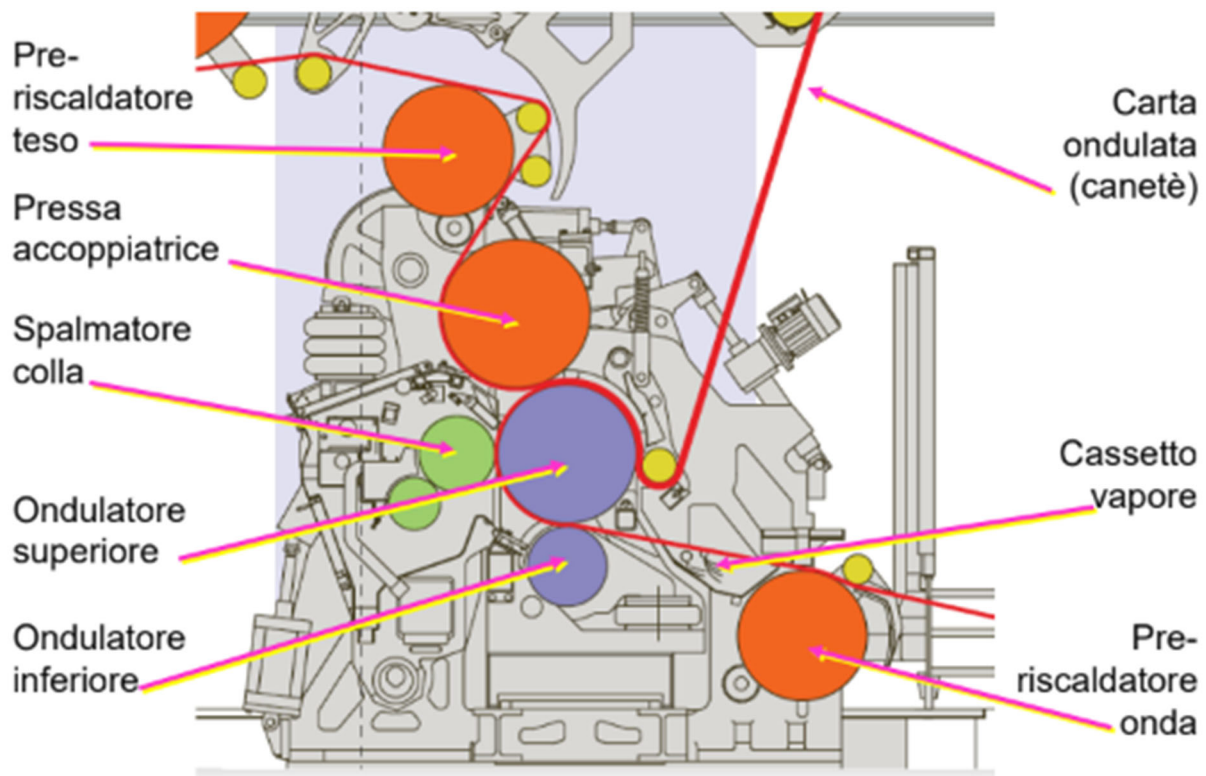
Tutti questi problemi hanno indotto ad utilizzare nuove tecnologie con macchine senza pettini, dove l'aderenza al cilindro viene garantita in due modi: aspirazione con depressione o contropressione con pressurizzazione. Nelle macchine ad aspirazione con depressione viene praticato un vuoto in due modi o all'interno del cilindro ondulatorio per mezzo di trapanazioni

assiali che terminano con scanalature settoriali, o all'esterno per mezzo di beccucci aspiranti ingranati in scanalature circolari o casse aspiranti. Se la scanalatura aspirante si trova nel punto di contatto tra cilindro onduttore inferiore e cilindro di pressione, la separazione della carta ondulata viene aiutata dall'aria che preme sulla stessa scanalatura.

Con questi dispositivi si è ovviato al problema delle onde alternativamente alte o basse e aumentato la produzione ma, la diminuzione del vuoto per minor tenuta, e lo sporcamento dei condotti causati da perdita di fibre o particelle di colla, danno luogo a difetti come marcatura della carta e zone prive di collante nei punti di contatto con il vuoto, per questo sono state messe a punto delle macchine pressurizzate.

Queste macchine utilizzano una camera di pressurizzazione integrata. Il materiale per onda viene premuto sul cilindro onduttore, rivolto verso il cilindro di pressione. Oltre al vantaggio di aver eliminato il difetto di onde alte o basse come nel precedente, non si hanno più marcature della carta grazie all'assenza di scanalature e non si trovano più punti mancanti di colla. L'unico svantaggio che deriva da questa soluzione è il difficile accesso alla zona di incollaggio in quanto anche essa chiusa nella camera pressurizzata. Ad oggi possiamo dire che queste due soluzioni sono le più utilizzate nella fabbricazione del cartone ondulato e piano si sta abbandonando quella con i pettini.

Una delle cose importanti da prendere in considerazione, è la geometria di una sezione dei cilindri onduttori, essi consistono di archi di cerchio come risalti o avvallamenti dei denti di scanalatura, e di rette come fianchi. Agli inizi della produzione del cartone ondulato, vennero usati delle forme rotonde, con le quali venivano formati, mediante semicerchi, i risalti e gli avvallamenti dell'onda. Nei successivi anni venne utilizzata la forma a V, ancora oggi usata negli USA, dove le onde dei risalti e degli avvallamenti consistono di segmenti circolari e segmenti angolari, inferiori a 180° , che sono uniti da fianchi diritti, tale forma può ricordare dei triangoli equilateri con le cime arrotondate, allineati uno vicino all'altro.



CILINDRO DI PRESSIONE

È il punto in cui avviene l'incontro fra le sommità delle onde della carta ondulata, già impregnate di collante, e la copertina e dove si effettua la definitiva incollatura delle ondulazioni alla copertina stessa. Si tratta di un cilindro liscio, ruotante per favorire il trascinamento della copertina, riscaldato con vapore a 180°C per predisporre la carta ad una rapida incollatura e che preme, in misura regolabile, sul cilindro ondulatorio inferiore onde assicurare la adesione fra le due carte che, così unite, saranno immediatamente trasferite sul ponte.

PONTE DI IMMAGAZZINAGGIO

Questa parte è situata al di sopra della macchina ondulatrice e rappresenta l'elemento di giunzione tra la carta ondulata e le successive lavorazioni (incollaggio della seconda copertina). In questo punto viene creata una scorta di carta ondulata, molto importante quando avviene il cambio delle bobine nel gruppo ondulatorio con conseguente rallentamento dello stesso, senza dover influenzare le lavorazioni seguenti. Oltre a creare una scorta, la carta

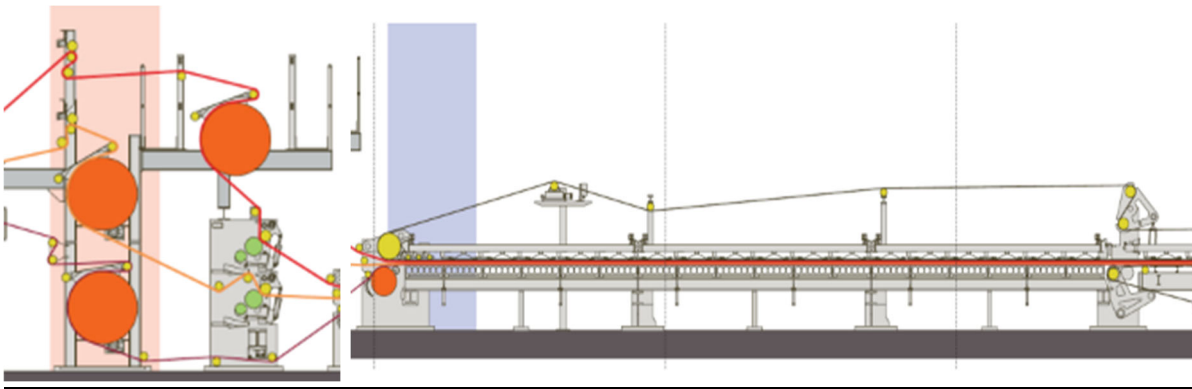
ondulata deve adeguarsi al clima ambientale, infatti la carta per onda oltre che a subire delle forti sollecitazioni meccaniche, viene sottoposta ad elevate temperature e in funzione del dispositivo di applicazione del collante, ad una elevata umidità. Si riscontrano quindi delle elevate differenze di temperatura e umidità tra carta ondulata e seconda copertina, pertanto non può avvenire l'immediato incollaggio tra seconda copertina e carta ondulata perché altrimenti questa ultima, si potrebbe restringere per essiccamento; poiché ora è aderente alla seconda copertina, si verificano delle tensioni del nastro che, dopo la taglierina trasversale, danno origine all'incurvamento dei fogli singoli o "foglio imbarcato" che può rendere impossibile le successive lavorazioni. Questo fenomeno può essere causato anche da una cattiva regolazione della tensione del nastro, oppure da un differente condizionamento di umidità della carta ondulata e seconda copertina. La velocità del ponte, che è regolata separatamente, è molto più lenta rispetto la macchina per carta ondulata di conseguenza, la carta ondulata si stende a pieghe sul ponte, quindi il materiale così piegato e rallentato allunga i tempi di permanenza sul ponte migliorando così l'adattamento ambientale. Degli svantaggi si possono verificare sul ponte: proprio per il formarsi delle pieghe, disuniforme suddivisione del calore, alti quantitativi di carta ondulata condizionata differentemente e difficoltà a regolare la tensione del nastro che può dar luogo al fenomeno di cui abbiamo parlato in precedenza, l'incurvamento del foglio in direzione longitudinale.

INCOLLATORE

Ci sono due fasi distinte di incollaggio, una è l'incollatore che deposita l'adesivo sui risalti delle onde un attimo prima di incollarsi con la copertina, la seconda è l'incollatrice ai piani dove avviene l'incollaggio della seconda copertina. Il deposito di adesivo sui risalti delle onde, avviene quando esse sono ancora trattenute dal cilindro ondatore inferiore. Dal momento in cui l'ondulazione abbandona il cilindro per accoppiarsi con la copertina, passa qualche centesimo di secondo e il deposito di collante deve essere il più uniforme possibile. Il meccanismo di questo dispositivo è abbastanza semplice, si tratta di una vasca che contiene il collante mantenuto in movimentazione, un rullo liscio pesca il collante e un secondo rullo più piccolo ne dosa lo spessore. L'incollatrice ai piani invece, ha il compito di distribuire uno strato di colla sui risalti delle onde della carta ondulata derivante dal ponte di immagazzinaggio. Prima che la carta ondulata venga incollata alla seconda copertina, entrambe subiscono un trattamento termico per preparare i due nastri ad un migliore incollaggio, oltre che a evitare notevoli differenze di temperatura e umidità tra le due, in questo modo può essere ridotto l'inconveniente di fogli imbarcati. Considerando che la carta ondulata viene riscaldata dal lato copertina, trovandosi di fronte ad alte velocità e alte

grammature c'è il rischio che le onde non vengano fornite di sufficiente calore anche in presenza di due preriscaldatori, quindi vengono prese in considerazione anche delle batterie a raggi IR per riscaldare le onde. Alcune differenze si riscontrano nell'applicazione dell'adesivo nel gruppo ondulator e nell'incollatrice ai piani infatti, in questa ultima la carta ondulata non è sostenuta dai cilindri ondulatori. I cilindri applicatori devono essere regolati attentamente senza alcuna pressione che comporterebbe lo schiacciamento delle onde, in questo punto difetti di onde alternativamente alte o basse sono molto evidenti. Dopo un breve tratto, dove la carta ondulata non è fornita di calore, avviene l'incollaggio con la seconda copertina con un dispositivo uguale al precedente, per poi proseguire nella zona di essiccazione chiamata piani caldi; qui grazie al calore presente, avviene la definitiva cottura dell'amido nativo.

PIANI CALDI



Sono degli elementi piani e lisci posti l'uno di seguito all'altro sui quali scorre la striscia continua di cartone ondulato. L'essiccazione del cartone ondulato avviene per contatto e quindi viene fatto passare su dei piani lisci riscaldati a vapore da 120° a 180 °C, posti uno accanto all'altro, la temperatura del vapore è regolabile in funzione del tipo di cartone prodotto e, con cartoni pesanti, è necessario ridurre la velocità della macchina per facilitarne l'essiccazione. Possiamo suddividere la temperatura di calore fornita dai piani caldi in tre gruppi. Il primo è la zona di riscaldamento, nel secondo viene vaporizzato l'eccesso di acqua, nel terzo viene regolato il contenuto di umidità. Per permettere alla striscia di cartone di stare aderente ai piani caldi ci si avvale di un feltro superiore guidato da un tamburo di rinvio situato all'inizio e un tamburo di trascinamento posto alla fine. Tale feltro esercita una pressione sul cartone per aiutare l'incollaggio tra le superfici che può essere regolata tramite dei piccoli

rulli di pressione, inoltre il feltro rallenta la dispersione di calore data dai piani e assorbe il vapore acqueo che si forma. Dopo aver abbandonato i piani caldi, il cartone incontra un feltro inferiore che insieme a quello superiore ne facilita l'avanzamento.

TAGLIA CORDONA

Ogni imballaggio viene di norma ricavato da un rettangolo di cartone. Appare quindi evidente che la striscia continua di cartone, che si è formata sui piani caldi, debba essere tagliata, sia in senso longitudinale che in senso trasversale, per ottenere fogli di cartone in formato idoneo a produrre gli imballaggi progettati. Possiamo dire che questa e le prossime lavorazioni che vedremo, non appartengono più alla fabbricazione del cartone ondulato, bensì a delle macchine trasformatrici integrate nell'impianto della macchina ondulatorice.

Il cartone ondulato dovrà essere utilizzato per produrre scatole o casse pieghevoli, quindi è necessario che la striscia continua derivante dai piani caldi, subisca un taglio in senso longitudinale e un taglio in senso trasversale per ottenere così dei fogli in formati stabiliti. Si tratta di una taglierina che agisce in senso longitudinale in corrispondenza del formato previsto per formare la larghezza desiderata e contemporaneamente vengono rifilati i bordi del nastro.

Per il taglio longitudinale vengono utilizzati coltelli circolari, che lavorano in base al principio del taglio per incisione. Per evitare uno schiacciamento del cartone, sia il coltello superiore che quello inferiore hanno fianchi slanciati e sono montati suddivisi in due, su manicotti spostabili sull'albero per semplificarne la manualità.

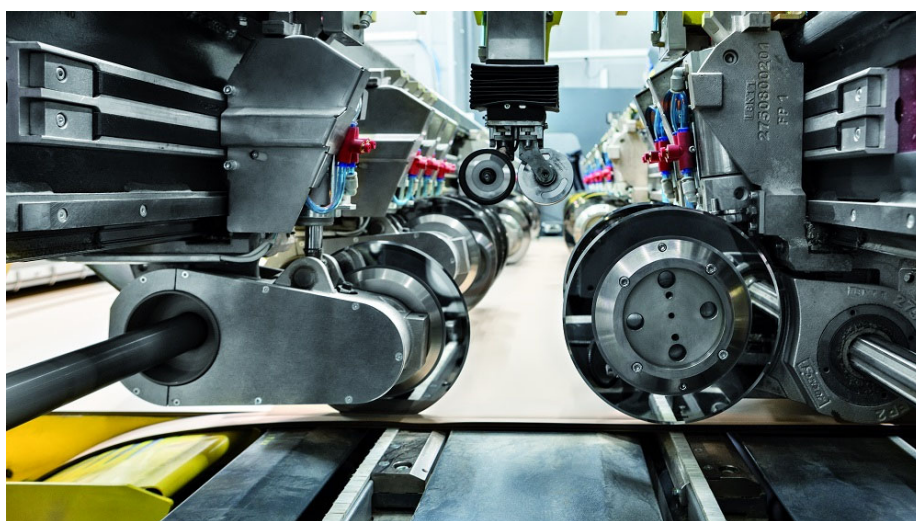
Qualora avvengano frequenti cambi di formato, vengono impiegate delle apparecchiature chiamate "Triplex" che consistono nell'avere disponibili tre unità di taglio complete sia di lama e controlama che di cordonatura e controcordatura, unite insieme in un supporto della macchina. Per il cambiamento di formato, sarà sufficiente far ruotare il gruppo da utilizzare e portarlo a livello della striscia di cartone ondulato.

La cordonatura consiste nel parziale schiacciamento del cartone e definire quindi, in modo più preciso possibile, gli spigoli della cassa facilitandone la piegatura.

Il cartone ondulato viene fatto passare attraverso dei dischi rotanti e in funzione del tipo di cordonatura scelta, si otterrà una marcatura più o meno accentuata. In questa fase possono riscontrarsi dei problemi relativi all'umidità del cartone infatti, con una umidità troppo alta o troppo bassa, le copertine possono andare incontro a rotture, inoltre bisogna prestare particolare attenzione anche alla pressione esercitata durante la fase operativa, anche in questo caso per evitare l'inconveniente citato prima.

TAGLIERINA ROTATIVA

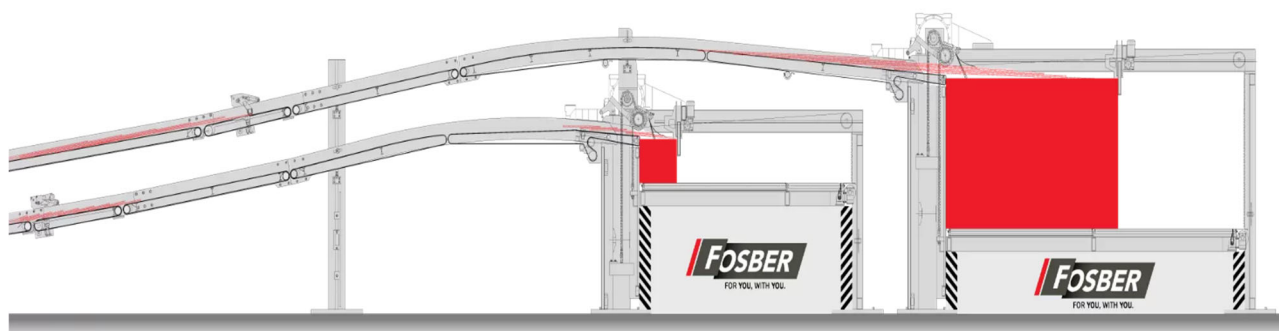
La taglierina rotativa taglia il nastro di cartone ondulato in senso trasversale nel formato richiesto, a questo punto la striscia continua di cartone si trasforma in fogli con dimensioni ben precise. Si tratta di taglierine Sincron di alta precisione, consentono infatti un taglio esattamente ortogonale ad alte velocità di macchina. Queste taglierine sono dotate di due dispositivi di taglio una indipendente dall'altra e montate su apposite spalle, ciascuno dei quali è composto da due alberi porta-lame. I due alberi vengono azionati mediante motori a corrente alternata o da variatori meccanici di velocità, così ruotando le due lame vengono a sfiorarsi ciclicamente con una frequenza per ottenere così la misura desiderata.



RACCOGLITORE

All'uscita della taglierina trasversale, i fogli vengono sistemati su un nastro trasportatore il quale, andando ad una velocità inferiore rispetto la macchina, permette ai fogli di cartone di disporsi a “lisca di pesce”. La raccolta può essere effettuata anche manualmente: dal tappeto il cartone si deposita su dei rulli, dai quali avanza sino ad uno scarico laterale posizionato a 90° rispetto al piano di avanzamento, qui il prodotto viene raccolto a mazzette e posto su bancali. Nelle macchine attuali tutte queste operazioni avvengono in automatico. Il nastro trasportatore deposita i fogli su una piattaforma, la quale mediante fotocellule, si abbassa man mano che riceve i fogli.

Quando la pila di cartone è formata e la piattaforma è al livello più basso, una barra di arresto frena la fuoriuscita di cartone dal tappeto. a questo punto viene liberata automaticamente la piattaforma portando i fogli di cartone su rullovie per altre lavorazioni. La piattaforma si rialza riportandosi al livello del piano di uscita dei fogli, la barra di arresto si sposta ed il cartone torna a depositarsi sulla piattaforma formando una nuova catasta. Questi dispositivi automatici di raccolta, impilamento e scarico del prodotto, consentono di mantenere elevati ritmi di produzione e una notevole praticità del sistema lavorativo. I fogli tagliati e cordonati in senso longitudinale e tagliati in formato, sono pronti per successive lavorazioni quali la trasformazione in casse pieghevoli e la stampa.



4. PROVE DI LABORATORIO

PROVE SULLE COPERTINE

Le copertine o carte tese, che formano il cartone ondulato, sono sottoposte ad una serie di sollecitazioni come urti e schiacciamenti ed è quindi necessario effettuare su di esse una serie di prove per testare la loro resistenza. Di seguito riportiamo i principali test di laboratorio, per poi essere prese in esame una alla volta.

- Scoppio
- Resistenza alla lacerazione
- Resistenza alla compressione verticale
- Grado di assorbimento
- Permeabilità all'aria
- Shortspan Compression Test
- Assenza di macchie visibili

Scoppio

Lo scoppio stabilisce la resistenza della carta alla rottura per pressione e con il sistema SI si esprime in KPa. La prova consiste nel sottoporre un campione di carta, trattenuta da un anello, ad una pressione crescente grazie ad una membrana di gomma con olio in pressione, al momento della rottura del campione, la pressione rimane indicata da un apposito manometro nelle macchine più datate, in un display in quelle elettroniche più moderne.



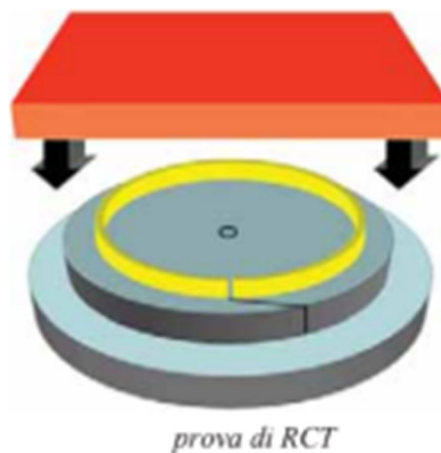
Resistenza alla lacerazione

Questo test tende a stabilire la resistenza che presenta un foglio di carta alla rottura per lacerazione nei due sensi.



Resistenza alla compressione verticale

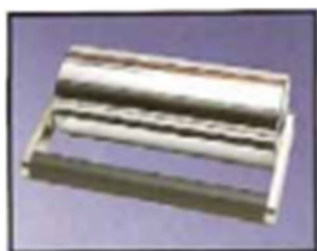
La prova che si effettua viene chiamata RCT che sta per Ring Crush Test. Viene preparata una striscia di carta, la quale viene fatta passare in una fessura circolare formante un anello. Tale fessura è realizzata dall'unione di una parte fissa ad un disco centrale intercambiabile con altri di raggio variabile in modo tale da lasciare una fessura della misura corrispondente allo spessore della carta da testare. Tale prova evidenzia la resistenza della carta allo schiacciamento verticale indicato oltre che per le copertine Kraft, Liner e Testliner, anche alle carte per onda come Medium e Fluting.



Grado di assorbimento

Questa prova viene fatta per verificare il grado di collatura della carta, molto importante per ricevere la stampa e rallentare la penetrazione dell'acqua, il metodo più usato è il Cobb che si esprime in g/m^2 .

Si prende un campione di carta, ritagliato con apposita dima di dimensioni note, e lo si chiude in una apposita morsettiera, quindi viene versato sulla carta 100 ml di acqua per 60 secondi, dopodiché tolta l'acqua si appoggia il provino su della carta assorbente e con un apposito rullo metallico si esercita una leggera pressione per due volte. Finite tutte le operazioni citate si pesa il campione di carta e si verifica quanta acqua è stata assorbita facendo la differenza tra la carta prima e dopo la prova. Una precisazione andrebbe fatta a riguardo il tipo di colla che viene usata in cartiera infatti, se si adopera una colla sintetica del tipo AKD prima di effettuare la prova è necessario provocare una maturazione forzata della stessa in quanto a fondo macchina questo fenomeno non è del tutto avvenuto. Quindi bisogna mettere il campione di carta in un forno a 105°C per 5 minuti che corrisponde alla completa maturazione della colla come dopo 24 ore di maturazione spontanea. Questo si rende necessario ai fini di poter eseguire il test in tempi rapidi. Questo tipo di colla è già pronta all'uso, però si rende efficace ad un range di PH neutro alcalino 6,5 – 8,5. Se invece viene usata un altro tipo di colla sintetica del tipo ASA questo non è necessario perché la colla matura già a fondo macchina. L'unico inconveniente derivante dall'utilizzo dell'ASA, è che deve essere preparata in condizioni stabili e controllate, per mezzo di un impianto affidabile, direttamente in cartiera. Il tutto costantemente controllato 24 ore su 24, 7 giorni su 7, rispettando gli standard qualitativi. In questo caso però, si può lavorare con un range di PH più ampio 5.5 – 9.



FEATURES

Single handed operation.
Fast locking of the sample.
Couch roll is included.
L&W Cobb-Sizing Tester is also available in a special version with rubber gasket for corrugated board.



Permeabilità all'aria

Questa prova misura la resistenza all'aria della carta determinando il tempo necessario per una data quantità di aria, a pressione costante, ad attraversare un campione di carta di dimensioni standard. La misura viene espressa in secondi e, più è alto il valore, maggiore è la resistenza al passaggio di aria, quindi la porosità è inferiore. Lo strumento più conosciuto e utilizzato è il porosimetro Gurley.



Shortspan Compression Test (SCT)

Questa prova, spesso chiamata STFI test dall'istituto di Ricerca Svedese dei prodotti forestali (Swedish Forest Products Research Institute) ove è stata sviluppata, è nata per tentare di eliminare gli effetti di deformazione dei bordi del campione che si riscontravano nei normali test di compressione come RCT, CMT, CCT e CLT, misurando la resistenza alla compressione su una superficie molto piccola di un campione sostenuto da una coppia di morsetti molto vicini tra loro. La prova viene eseguita sia in direzione di macchina quindi longitudinale che in quella trasversale e consiste nel preparare un campione di carta di larghezza pari a 15mm e inserirlo tra due morsetti distanti tra loro solo 0,7 mm. L'apparecchiatura, appositamente progettata per questo tipo di prova, è costruita in modo che i due morsetti comprimano contemporaneamente le due estremità del campione. Questo strumento presenta un miglior controllo dei parametri di prova rispetto alle presse da laboratorio tradizionali, essendo un'apparecchiatura dedicata ad un singolo metodo di prova anziché uno strumento dedicato a molteplici test.

Seth usò questo tipo di strumento per valutare la resistenza alla compressione dei bordi del cartone ondulato (prodotto finito). Come Fellers, egli concluse che lo Short Span Compression Test era superiore ai Crusch Test convenzionali. Egli inoltre rilevò che la resistenza del cartone ondulato finito rappresentava solitamente solo il 70-80% della resistenza presentata dai singoli componenti. Tali differenze possono essere attribuite alla disomogeneità nelle procedure delle prove, oltre che, nel caso del cartone ondulato finito, un ruolo importante viene attribuito al rinforzo dato dall'adesivo, così come l'indebolimento del cartone dovuto alle fasi di trasformazione e all'utilizzo di vapore e calore. Un altro vantaggio dell'SCT rispetto alle altre prove di compressione consiste nel fatto che i risultati ottenibili con L'SCT sono molto meno influenzati dalla grammatura rispetto al CCT – RCT e CMT. Questo test è idoneo sia per le carte per copertine sia per le carte da onda.

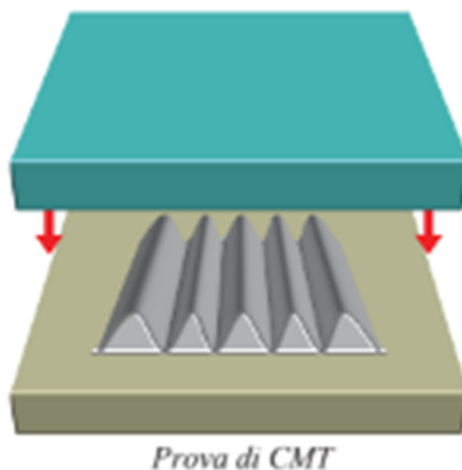


Assenza di macchie visibili

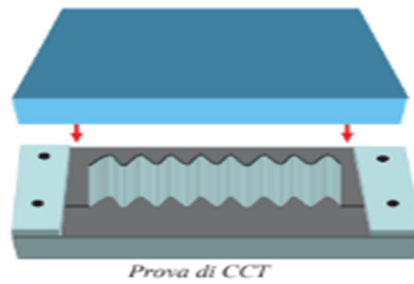
La richiesta di imballi in cartone ondulato è sempre maggiore sia nel settore alimentare che in qualsiasi altra attività commerciale, quindi viene prestata più attenzione all'aspetto esteriore dell'imballo e alla stampa. Per la produzione di carte per copertine come il Liner vengono usate fibre riciclate ed è per questo che la qualità superficiale del prodotto non può essere alta. Tali difetti possono derivare da pasticche (grumi di fibre), particelle residue di inchiostro, cere e colle. Al giorno d'oggi ci si può avvalere di scanner molto efficaci con analisi dell'immagine, i quali permettono non solo di rilevare i difetti ma addirittura di contarli misurarli e classificarli in base al tipo e alla causa avendo così la possibilità di migliorare il prodotto.

PROVE SULLE CARTE DA ONDA

Una delle prove da effettuare sulle carte da onda è il CMT (Concora Medium Test) che è un metodo analitico sviluppato dalla Container Corporation of America. Tale prova permette di verificare la resistenza allo schiacciamento in piano di un campione di carta, infatti la rigidità dell'onda è molto importante per la produzione di cartone ondulato. Viene tagliata, con una apposita taglierina a doppia lama, una striscia di carta nel senso di macchina, con una apposita macchina ondulatrice da laboratorio la carta viene ondulata e tenuta nella corretta posizione mediante nastro adesivo. Il campione così ottenuto viene appoggiato sul piano di una pressa da laboratorio, la quale incomincia a premere fino a quando la carta non cede al carico e rimane indicato sul display il valore al momento del cedimento che viene espresso in Newton (N). La prova deve essere eseguita dopo un corretto condizionamento del provino 30' (CMT 30) in laboratorio al 50% di umidità relativa e 25° C.



Il secondo test che viene eseguito è il CCT (Corrugated Crush Test). Questa prova, come per il CMT, viene condotta sempre con una striscia di carta precedentemente ondulata, solo che viene tenuta in posizione da una apposita morsa metallica. Tale test tende a verificare la resistenza della carta allo schiacciamento verticale come per la prova di RCT menzionata prima, con l'unica differenza che nel CCT la carta viene ondulata.



Prove sul prodotto finito

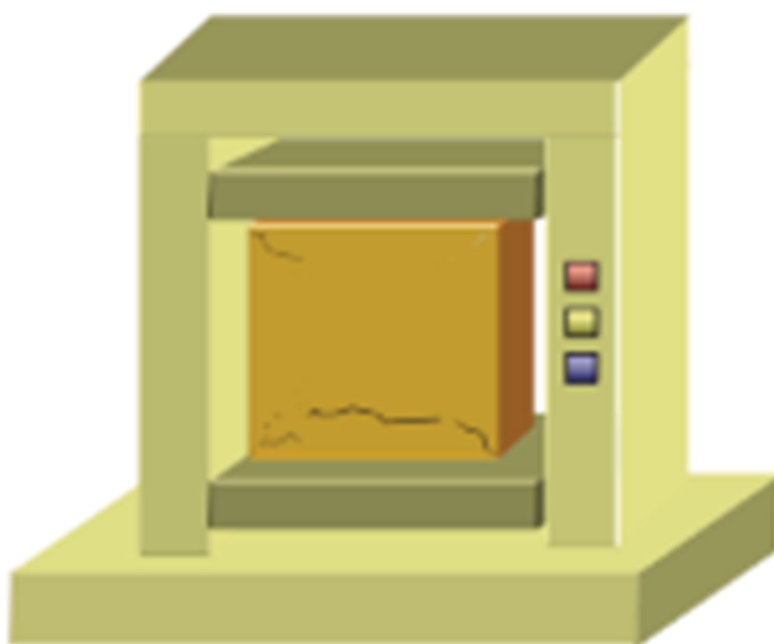
Le principali prove da effettuare sul prodotto finito sono sostanzialmente tre: ECT- FCT – BCT. Nella prova di ECT (Edge Crush Test) si verifica la resistenza allo schiacciamento verticale di un bordo di cartone ondulato fino al suo collasso. Il test viene effettuato tagliando un bordo di cartone ondulato (larghezza del campione pari a 20 o 50 mm) con apposita strumentazione e testando la resistenza sempre avvalendosi di presse da laboratorio, il valore viene espresso in KN/m. Collocando il campione da solo fra i piatti della pressa non è consigliabile perché può verificarsi una sua deformazione locale dovuta al non perfetto parallelismo delle superfici di compressione della pressa, oppure può avvenire la deformazione globale del campione. Per evitare tale inconveniente vengono usati vari metodi: uno è l'utilizzo di cera paraffinata fusa per rinforzare i bordi del cartone, così da facilitarne lo schiacciamento nella zona centrale l'altro, forse il più corretto, è l'utilizzo di un supporto metallico per sostenere il provino, ovviamente utilizzando uno o l'altro metodo si riscontrano delle differenze nel risultato della prova. Il risultato di questa prova può essere ricavato con una semplice formula cioè, sommando i valori di RCT (Ring Crush Test) delle singole carte impiegate per produrre il cartone ondulato, aggiungendo il coefficiente di ondulazione per la carta da onda in base al tipo di onda che si utilizzerà.

➤ ECT

RCT copertina esterna +
RCT carta da onda. CO +
RCT copertina interna



Ultima prova da effettuare è il BCT (Box Compression Test) che viene svolto su un imballaggio integro e di dimensioni reali con una pressa scatole. Con questo test si va incontro a degli inconvenienti, infatti l'esito della prova è successivo alle fasi di progettazione e fabbricazione e quindi non vengono fornite in tempo utile indicazioni relative ai problemi e ai difetti della lavorazione per poter porre rimedio, inoltre per imballi di notevole dimensione servirebbero attrezzature grandi e costose. Per questi motivi molti produttori si affidano ai test di cui abbiamo parlato prima RCT, CMT, CCT, ECT, FCT, altri produttori invece si affidano allo Schortspan Compression Test (SCT), mentre altri pensano che tali test non siano sufficientemente attendibili da poter sostituire il Box Compression Test (BCT) come prova finale.



Schema di esecuzione della prova di BCT

BIBLIOGRAFIA

Negri Emanuele – Il cartone ondulato

Materiale didattico del 29° corso di Tecnologia per Tecnici Cartari anno 2023-24.

Appunti di lezioni durante il corso.