

XXII corso di Tecnologia per Tecnici Cartari
edizione 2015/2016

La calandratura

di De Perzio Claudio



**Scuola Interregionale
di tecnologia per tecnici Cartari**

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

INDICE

1 - SCOPO DELLA CALANDRATURA

2 - DEFINIZIONE DI LUCIDO

2.1 - Determinazione del lucido

3 - STRUTTURA DELLA CALANDRA

3.1 - Cilindri

3.2 - Cilindri elastici

- Presse in carta lana

- Presse sintetiche

3.3 - Cilindri rigidi

4 - PRINCIPI FISICO-MECCANICI LEGATI ALLA CALANDRATURA

5 - FATTORI CHE INFLUENZANO LA CALANDRATURA

5.1 - Influenza delle cariche

5.2 - Umidità

5.3 - Temperatura

1. SCOPO DELLA CALANDRATURA

La bobina madre una volta lasciata il reparto di fabbricazione entra in quello di allestimento dove subirà una serie di trasformazioni.

In genere prima della calandratura la carta viene ribobinata per togliere eventuali difetti (rotture, pieghe, fori grossolani) segnalati dal sistema di controllo on-line.

Successivamente alla calandratura subirà altre operazioni quali bobinatura e taglio in formato in funzione delle specifiche richieste del cliente finale.

L'effetto della calandratura sulla carta è quello di "nobilitarla" aumentandone il grado di lucido. L'elevato "grado di lucido" del foglio conferisce alla stampa un maggior contrasto tra le zone luminose e le zone scure dell'immagini riprodotte. Per questa ragione la calandratura è molto importante ai fini della "evidenziabilità dell'immagine stampata".

Il grado di lucido può essere importante anche nel caso di carte che dovranno essere successivamente accoppiate con altri materiali o che saranno verniciate con particolari prodotti in carte tecniche (esempio carte siliconate per etichette autoadesive).

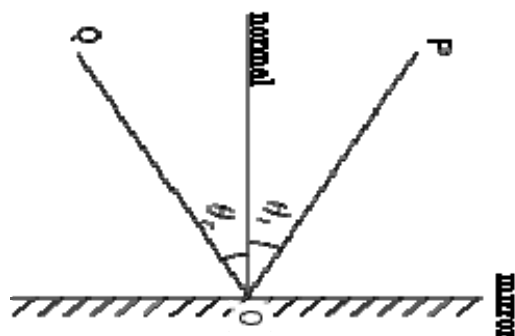
La calandratura però altera altri aspetti alquanto importanti come le caratteristiche meccaniche, lo spessore e l'opacità.

2. DEFINIZIONE DI LUCIDO

Il lucido, è la sensazione che un osservatore prova quando il suo occhio è colpito dalla luce riflessa da una superficie. Pertanto si potrà dire che una superficie è tanto più lucida quanto più il suo comportamento si avvicina a quello di uno specchio.

La riflessione è la proprietà che hanno tutte le superfici bianche mentre il lucido è legato alla proprietà di riflettere la luce in modo “speculare”

La riflessione speculare consiste nella riflessione osservata quando un singolo raggio incidente che forma un angolo θ_i con la “normale” produce un singolo raggio riflesso (emergente) con angolo θ_r rispetto alla normale. Raggio incidente, normale e raggio emergente giacciono sullo stesso piano.



2. 1. DETERMINAZIONE DEL LUCIDO

Il lucido della carta è determinato solitamente illuminando il foglio con un fascio di raggi paralleli, secondo un angolo d'incidenza ben stabilito e misurando l'intensità della luce riflessa secondo un angolo uguale a quello d'incidenza. Lo strumento utilizzato è il glossometro.

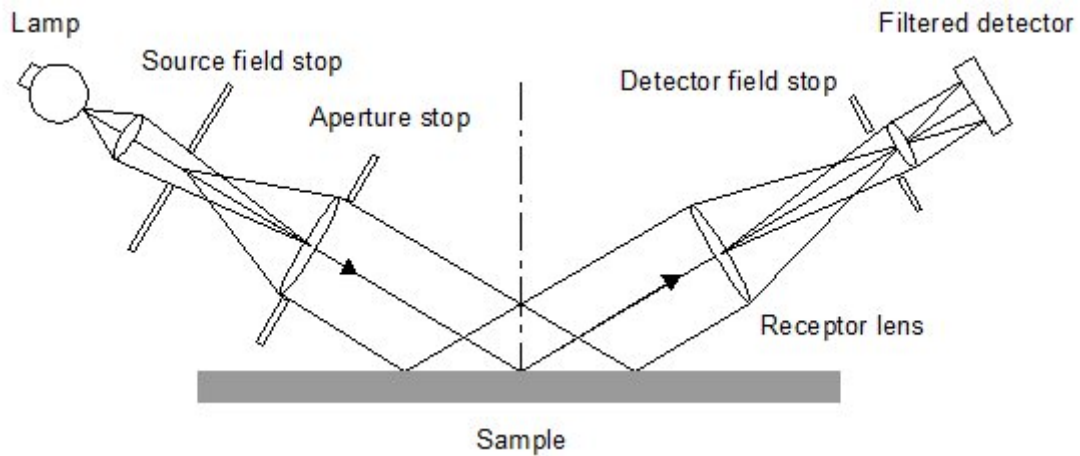
Il parametro fondamentale di un glossometro è l'angolo con cui la luce andrà a colpire il foglio, che può variare a seconda della tipologia di carta che si deve controllare, esistono infatti apparecchi con angoli di 20° , 45° , 60° , 75° .

L'intensità della luce riflessa aumenta fortemente con l'angolo d'incidenza, si tende ad esaminare le carte poco lucide con angoli d'incidenza elevati e quelle molto lucide con angoli bassi. Siccome il lucido della carta è di rado molto alto, la maggior parte degli apparecchi hanno adottato l'angolo di 75° .

Il secondo fattore costruttivo molto importante di un glossometro è il potere risolutivo angolare che è determinato dall'apertura del ricettore quando i fasci luminosi sono riflessi su una superficie poco lucida, vengono dispersi in un'ampia zona, quindi è necessario per una

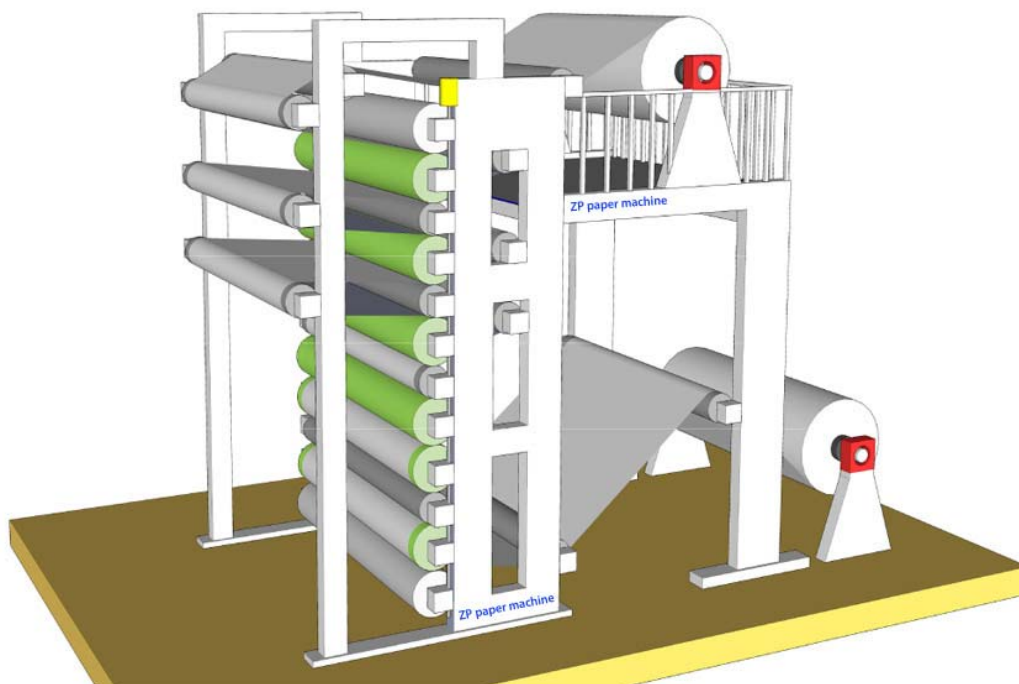
misura accurata che il diaframma della fotocellula abbia delle dimensioni relativamente grandi.

Invece se si parla di superfici molto lucide il diaframma deve impedire che al ricevitore arrivi anche parte della luce diffusa, perciò per evitare tale inconveniente, il diaframma non deve essere più largo del fascio della sorgente.

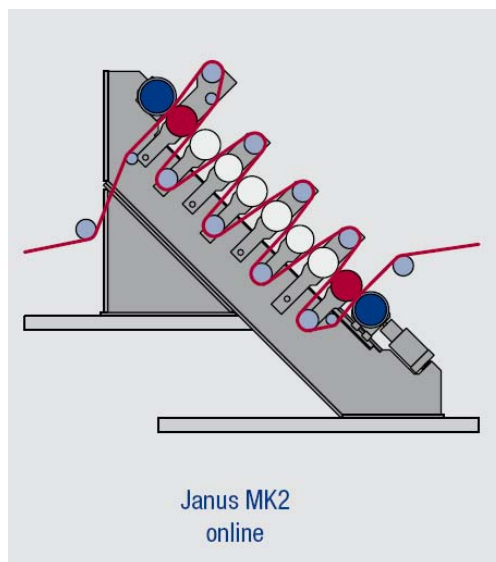
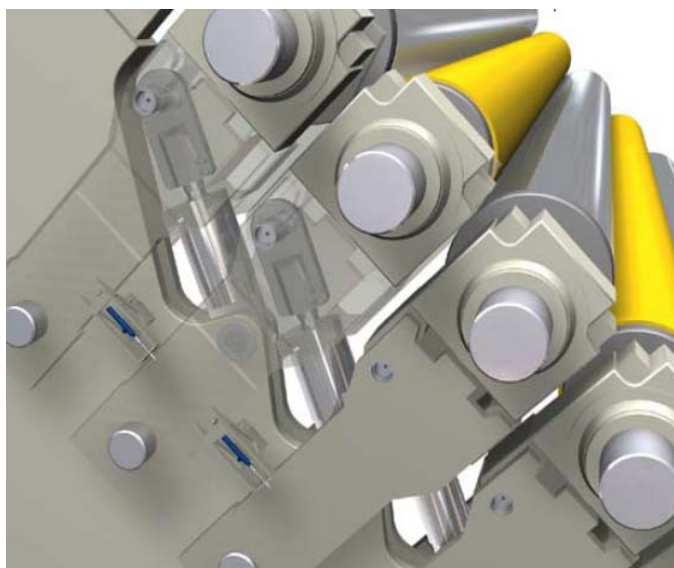


3. STRUTTURA DELLA CALANDRA

Una calandra è formata principalmente da due spalle le quali sorreggono una serie di cilindri disposti verticalmente, solitamente se ne hanno dai 12 ai 16 di una supercalandra.



Schema di una calandra off-line



Schema di una calandra on-line

3.1 CILINDRI

All'inizio e alla fine abbiamo due cilindri a profilo controllato a bombé variabile. La caratteristica di questi cilindri è di avere al loro interno una serie di pistoni che permettono di regolare in maniera diversa la pressione su tutto il mantello attraverso un meccanismo idraulico.



Questi due cilindri sono importanti in quanto permettono di correggere la normale tendenza dei rulli a flettersi verso il basso per l'effetto del proprio peso.

Se non ci fossero tali cilindri la pressione risulterebbe irregolare causando delle “fasce” di maggiore o minore pressione causando irregolarità di lucido e di spessore nella carta.

Dopo di che si alternano **presse elastiche** e **cilindri rigidi**, inoltre più o meno a metà della calandra troviamo due presse morbide dette anche gemelle che permettono ad entrambe le facce del foglio di venire a contatto con i cilindri rigidi.

E appunto grazie all'azione di sfregamento e pressione che la carta viene calandrata, non dimenticando però fattori importanti come l'umidità la temperatura e anche delle sostanze di cariche usate nell'impasto.

3.2 CILINDRI ELASTICI

▪ PRESSE IN CARTA LANA

Inizialmente i primi cilindri elastici usati in calandra erano formati dall'amianto il quale aveva la caratteristica d'essere molto resistente al calore, successivamente con l'aumentare delle velocità e dalla scoperta che l'amianto era considerato materiale nocivo, si è passati all'utilizzo di cilindri in carta lana.

La realizzazione del materiale di rivestimento di tali cilindri si ottiene nello stesso modo in cui si realizza un foglio di carta, ossia con l'utilizzo di una macchina continua con fibre di cotone, lino e lana.

L'allestimento dei cilindri in carta lana inizia prendendo dei fogli di carta lana che dopo essere stati infilati uno dopo l'altro su un albero d'acciaio vengono sottoposti ad una pressione pari a 800 kg/cm^2 in modo da comportarsi come un corpo unico.

Il tutto viene bloccato utilizzando due flange poste ai lati del cilindro che hanno il compito di mantenere tutto in pressione.

Dopo la chiusura, il cilindro viene tornito per renderlo perfettamente uniforme.

Inoltre va detto che a seconda del tipo di materiale usato per i fogli, cambia anche la resistenza alle temperature per esempio possiamo avere cilindri che arrivano a resistere ad una temperatura massima di 90°C mentre altri, fatti con materiale riciclato come il cotone per jeans, possono resistere ad una temperatura che si aggira intorno ai 120°C - 130°C .

Rivestimenti di questo genere sono molto delicati, resistono a temperature relativamente basse prima di bruciarsi e bucarsi per il troppo caldo o basta una rottura o un difetto della carta per marcarne la superficie trasferendone i difetti sulla carta ed è per questo motivo che cilindri del genere devono essere continuamente torniti.

Le varie composizioni fibrose dei rivestimenti si differenziano per la loro durezza.

Questi due parametri sono molto significativi per la loro influenza sulla carta.

Infatti usare un rivestimento morbido significa avere un NIP tra le presse elastiche e rigide più ampio ovvero la carta ha un tempo di percorrenza maggiore, questo porta a non inficiare sull' opacità o sulla sofficità.

Mentre usando un rivestimento duro si diminuisce il rischio di bruciatura sulla pressa, si usano pressioni basse e velocità elevate ma si riduce lo spessore della carta.

- **PRESSE SINTETICHE**

I rivestimenti polimerici, hanno una durata molto maggiore e quindi garantiscono un lungo impiego, rispetto ai quelli in carta lana, in quanto presentano un'alta resistenza superficiale sottoposta ad elevate pressioni.

La temperatura alla quale il cilindro lavora, è il parametro più importante da tener sotto controllo.

I valori massimi di temperatura a cui il cilindro è sottoposto si differenziano in base al contatto o meno con la carta da calandrare.

Infatti solitamente la larghezza delle presse è maggiore di quella del formato della carta, allora all'estremità troveremo delle zone di rivestimento non a contatto con la carta ma con le presse rigide.

Queste zone possono facilmente raggiungere alte temperature principalmente grazie all'attrito meccanico che si crea soprattutto nella parte bassa della calandra dove le pressioni sono maggiori, mentre nella parte alta grazie ai cilindri in acciaio o ghisa vengono regolate le temperature con il riscaldamento termico.

Inoltre la carta avendo una determinata umidità tende a raffreddare il rivestimento per tutta la lunghezza del formato del foglio, perciò si avrà Δt molto elevato tra le zone a contatto e quelle fuori carta.

Questo fenomeno può provocare il surriscaldamento e il distacco del rivestimento dall'anima in acciaio del cilindro.

Per ovviare a tale problema si effettua uno smusso solitamente di 2° ai bordi del cilindro, e qualora i formati carta siano variabili si andrà ad effettuare un ulteriore smusso internamente di 0.2° per poi arrivare ai 2° sopracitati, e se questo non bastasse si può procedere al raffreddamento a soffi d'aria.

Le differenze tra un cilindro in carta lana e uno sintetico sono:

- il cilindro in carta lana ha una maggiore resistenza alle temperature nelle varie zone nella sua superficie rispetto a quello sintetico;
- il cilindro in carta lana ha una resistenza minore in quanto si rovina quasi subito avendo una superficie non sufficientemente elastica rispetto a quello sintetico che ha una maggiore capacità di mantenere un corretto profilo;
- i cilindri di carta lana durano un paio di giorni prima di essere torniti, mentre i sintetici possono essere anche utilizzati per diversi mesi;
- il cilindro sintetico per i problemi legati ad un eccessivo riscaldamento di una zona rispetto ad un'altra deve essere continuamente controllato, e si deve assicurare che il Δt non superi i 10°C ;

3.3 CILINDRI RIGIDI

I cilindri in ghisa vengono fabbricati mediante la fusione della ghisa e successiva colata in un particolare stampo chiamato anche conchiglia.

Sono cavi al loro interno per permettere l'introduzione di tubi di soffiaggio del vapore.

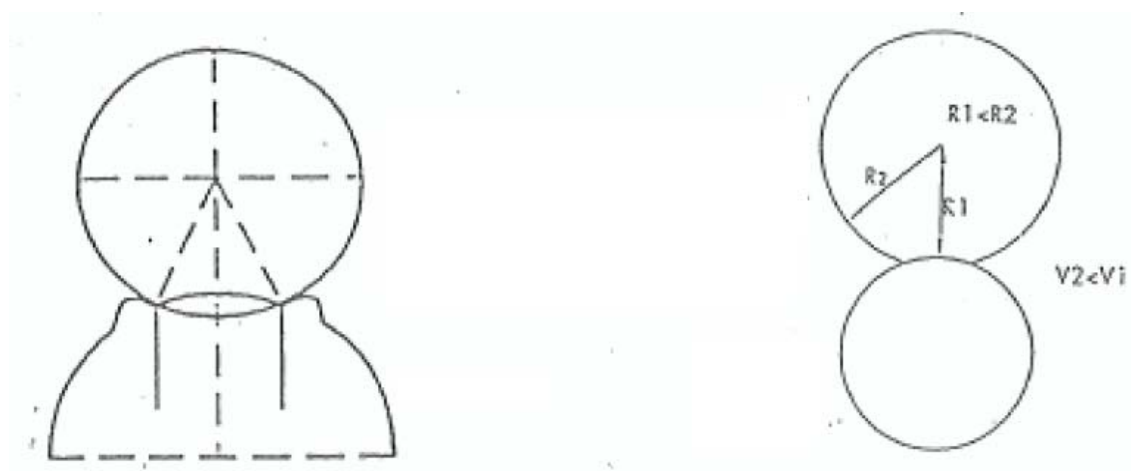
Dopo essere stati raffreddati, vengono sottoposti ad una rettifica per poi essere cromati in modo che possano dare alla carta la necessaria lucidità. Anche questi cilindri devono essere sottoposti a pulizia e manutenzione; bisogna controllare che il cilindro non sia ovalizzato, in tal caso bisogna procedere alla tornitura o rettifica in quanto l'ovalizzazione può causare un eccessivo surriscaldamento dei perni, perchè costringe ad aumentare il carico di pressione sui lati per ottenere le caratteristiche standard della carta.

Nelle calandre tali cilindri hanno un diametro minore rispetto a quelli elastici così da permettere lo sfregamento del foglio, indispensabile per la lucidatura della carta.

4. PRINCIPI FISICO-MECCANICI LEGATI ALLA CALANDRATURA

Nell'operazione di calandratura si sfruttano principalmente due azioni meccaniche: la pressione e l'effetto di frizionamento che si produce grazie ai cilindri di diversa durezza superficiale, ed inoltre e in molti casi, il riscaldamento dei cilindri in ghisa.

La pressione esercitata sui cilindri, che sono di materiale diverso e quindi di durezza diversa, dà origine alla deformazione del cilindro più morbido, quindi si andrà a creare un NIP di calandra.



L'effetto meccanico che si manifesta sul foglio di carta è il frizionamento che dipende da quanto si deformano e di conseguenza diminuiscono i diametri nelle zone centrali del NIP. Questa deformazione dipende anche dalla pressione applicata, dalla durezza del cilindro elastico e dalla differenza di diametro dei cilindri.

I cilindri in ghisa sono infatti di raggio inferiore rispetto a quelli elastici e questo fattore determina una maggiore capacità di deformazione del cilindro elastico nei confronti di quello in ghisa.

La deformazione provoca differenti velocità periferiche ($V_p = 2\Delta r$), essendo direttamente proporzionale al raggio, nelle varie zone.

In entrata avremo una decelerazione fino al punto centrale del NIP, mentre in uscita si produce un'accelerazione fino al raggiungimento del diametro nominale del rullo elastico.

La carta tende ad aderire al rullo elastico, in quanto più ruvido di quello metallico, subisce così un frizionamento che provocherà sulla superficie del foglio a contatto del cilindro in ghisa un notevole aumento del grado di lucido.

Quanto descritto sopra, inoltre innesca molte altri stress fisici e meccanici, che possono essere positive o negative in relazione all'utilizzo finale della carta.

Infatti l'effetto della pressione e della larghezza del NIP che nella calandra può raggiungere anche 8 mm, interviene sullo spessore del foglio rendendolo più uniforme in tutta la sua larghezza, andando però ad incidere negativamente sui valori di tutte le resistenze meccaniche che si erano riscontrate prima della calandratura.

Si manifesta una diminuzione del volume specifico, un abbassamento del bianco e dell'opacità.

Inoltre durante questa lavorazione si manifestano notevoli aumenti di temperatura dovuti agli attriti, che possono causare oscuramenti superficiali della carta.

La carta entra in calandra con una certa umidità e durante il passaggio tra le presse, svolge due compiti molto importanti che hanno influenza positiva sulla vita delle presse elastiche: raffredda e mantiene pulita la superficie dei cilindri.

5. FATTORI CHE INFLUENZANO LA CALANDRATURA

5.1 INFLUENZA DELLE CARICHE

Nel impasto che andrà in macchina continua, e nella patina vengono aggiunte sostanze di carica che hanno la funzione nel primo caso di migliorare proprietà del supporto cartaceo come opacità e grado di bianco e di dare peso alla carta abbassandone il costo di produzione.

Queste sostanze cariche hanno un prezzo molto più basso di quello della cellulosa.

Queste sostanze hanno inoltre il vantaggio di migliorare notevolmente l'effetto della calandratura.

Utilizzando ad esempio il carbonato di calcio otterremmo un foglio con un grado di bianco ed una voluminosità elevata ma durante la calandratura il carbonato di calcio dà origine ad un grado di lucido inferiore a quello ottenibile con il caolino e questo dipende dalla morfologia della sostanza di carica.

Nel primo caso le particelle hanno una forma simile a sfere che durante la formazione del foglio si dispongono in modo disordinato e visto il loro alto spessore danno origine ad un foglio molto voluminoso; mentre nel caso del caolino queste particelle sono come scaglette, le quali durante la formazione del foglio sulla tela riescono a distribuirsi sulla superficie in maniera più uniforme aumentando così l'opacità e dando origine ad un foglio meno voluminoso.

Durante l'azione di calandratura le particelle di caolino si lucidano meglio, anche se con un grado di bianco più basso rispetto al carbonato di calcio.

5.2 UMIDITÀ

Altro fattore di grande importanza è l'umidità che il supporto cartaceo deve presentare nella fase di calandratura.

Una carta più umida aderirà meglio ai cilindri, ma un eccesso d'acqua può portare durante la calandratura ad un inscurimento superficiale del foglio di carta

Un altro problema legato alla quantità e all'uniformità d'acqua presente nella carta, ossia la formazione nella bobina calandrata di fasce con durezza disomogenea.

Il peso della carta e lo spessore variano all'aumentare o al diminuire in della quantità d'acqua contenuta.

Durante la calandratura oltre all'azione meccanica di pressione e frizione, la carta subisce un'azione termica nella quale parte dell'umidità in essa contenuta evapora.

Nel caso in cui ci siano delle fasce più umide, può quindi avvenire una situazione iniziale di maggior appiattimento della parte più umida, dando luogo ad un abbassamento di spessore, seguita da un effetto contrario dovuto all'eccessivo raffreddamento dei cilindri in queste zone più bagnate.

Infatti per effetto di questo raffreddamento delle presse il nastro di carta subirà un'azione più blanda ed aumenterà quindi di spessore, determinando così delle fasce più dure.

5.3 TEMPERATURA

L'effetto che i cilindri in ghisa esercitano sulle presse elastiche dà origine ad una compressione e ad attriti che generano calore.

La temperatura aumenta proporzionalmente all'aumentare della pressione applicata, alla velocità e all'elasticità dei cilindri elastici.

Per alcuni tipi di carte che non richiedono molto calore per raggiungere le caratteristiche desiderate risulta sufficiente l'autoriscaldamento dei cilindri.

Il riscaldamento dei cilindri in ghisa utilizzando vapore è necessario quando si esercita una pressione lineare bassa che non riesce a generare una sufficiente temperatura spontanea per attrito dei cilindri, oppure nel caso si voglia dare alla carta calandrata un'elevata trasparenza ed un'elevata densità.

Il riscaldamento dei cilindri in ghisa genera anche tutte le problematiche riguardanti la dilatazione termica.

Il diametro esterno dei cilindri varia con l'aumentare ed il diminuire della temperatura.

Per questo motivo i cilindri sono sottoposti ad un continuo controllo di temperatura in modo d'accertarsi che non si verifichino zone con variazioni di temperatura rilevante.