a cura di Ezio Carissoni, Stefano Dotti, Franco Fleiss, Luigi Petaccia, Lucia Pieri

FONDAZIONE ACIMIT

la filatura cotoniera e laniera

QUADERNI DI TECNOLOGIA TESSILE

Collane Fondazione ACIMIT

"STRATEGIE DI ECONOMIA INDUSTRIALE"

L'INDUSTRIA MECCANOTESSILE IN ITALIA
COMPORTAMENTI STRATEGICI, COMMERCIALI, FINANZIARI
(aprile 1997), esaurito

L'INDUSTRIA MECCANOTESSILE NEL 2000
IPOTESI, SIMULAZIONI, EVOLUZIONE DEGLI SCENARI CORRELATI
(novembre 1997)

LA CRISI DEL SETTORE TESSILE IN ASIA ALLE SOGLIE DEL 2000
(novembre 1998)

MACCHINE TESSILI - LA CONCORRENZA DEI PAESI EMERGENTI
(dicembre 1999)

EVOLUZIONE TECNOLOGICA DELL'INDUSTRIA MECCANOTESSILE CINESE
(febbraio 2001)

L'INDUSTRIA MECCANOTESSILE IN ITALIA
STRATEGIE COMPETITIVE, POSIZIONE INTERNAZIONALE E PERFORMANCES ECONOMICHE
(dicembre 2001)

L'INDUSTRIA MONDIALE DELLE MACCHINE TESSILI
FLUSSI COMMERCIALI E QUOTE DI MERCATO. ANNI 1995-2001
(maggio 2003)

THE TEXTILE MACHINERY MARKET IN CHINA
(novembre 2004, disponibile sono in inglese)

OSSERVATORIO SULLA DINAMICA ECONOMICO-FINANZIARIA
DELLE IMPRESE MECCANOTESSILI
(maggio 2006)

OSSERVATORIO SULLA DINAMICA ECONOMICO-FINANZIARIA
DELLE IMPRESE MECCANOTESSILI
(febbraio 2007)

OSSERVATORIO SULLA DINAMICA ECONOMICO-FINANZIARIA
DELLE IMPRESE MECCANOTESSILI
(giugno 2008)

"PUBBLICAZIONI PER LE SCUOLE"

L'INDUSTRIA MECCANOTESSILE ITALIANA, OGGI:
CARATTERISTICHE, MATERIE PRIME, TECNOLOGIE
(dicembre 1999), esaurito

QUADERNI DI TECNOLOGIA TESSILE
LA TESSITURA
(terza edizione, gennaio 2003), disponibile anche su CD Rom

QUADERNI DI TECNOLOGIA TESSILE
LA MAGLIERIA
(terza edizione, ottobre 2003), disponibile anche su CD Rom

QUADERNI DI TECNOLOGIE TESSILI
LA NOBILITAZIONE
(terza edizione, ottobre 2006), disponibile anche su CD Rom

QUADERNI DI TECNOLOGIE TESSILI
LE FIBRE CHIMICHE
(seconda edizione, giugno 2006), disponibile anche su CD Rom

QUADERNI DI TECNOLOGIE TESSILI
I NONTESSUTI
(prima edizione, aprile 2008), disponibile anche su CD Rom

QUADERNI DI TECNOLOGIE TESSILI
LA FILATURA COTONIERA E LANIERA
(terza edizione, settembre 2008), disponibile anche su CD Rom

QUADERNI DI TECNOLOGIA TESSILE

L'ACIMIT per l'ecologia

a cura di
Ezio Carissoni
Stefano Dotti
Franco Fleiss
Luigi Petaccia
Lucia Pieri

FONDAZIONE ACIMIT

Ente Morale dell'Associazione Costruttori Italiani di Macchinario per l'Industria Tessile
Italian Association of Textile Machinery Manufacturers

via Tevere 1, 20123 Milano (Italy)
tel. +39 024693611, fax +39 0248008342
e-mail: info@acimit.it, http://www.acimit.it

3ª edizione: settembre 2008

Tutti i diritti di riproduzione anche parziale e con qualsiasi mezzo sono riservati a norma di legge e delle convenzioni internazionali

Presentazione

Sono lieto di presentare la terza edizione del Quaderno relativo alle tecnologie per la "filatura cotoniera e laniera" che la Fondazione ACIMIT ha predisposto per gli Istituti tecnici tessili e le Università con Corsi di laurea in Ingegneria Tessile.

L'esigenza di predisporre dei veri e propri libri di testo per le scuole risale oramai al 1999, da una specifica sollecitazione in tal senso da parte delle Università italiane e degli Istituti tecnici tessili. Grazie al lavoro cominciato allora, a cui hanno contribuito con entusiasmo un gruppo di docenti degli stessi Istituti tecnici tessili, la Fondazione ACIMIT è riuscita a mettere a disposizione degli studenti italiani 5 Quaderni sulle più aggiornate tecnologie della filatura, della tessitura, della maglieria, della nobilitazione, per la lavorazione delle fibre chimiche e dei non tessuti.

Il successo di tali pubblicazioni (la tiratura complessiva ha superato ad oggi le 18.000 copie), nonché i rapporti intrattenuti con le principali scuole ed università tessili straniere, ha anche convinto la Fondazione dell'opportunità di una traduzione degli stessi in lingua inglese, cinese e in lingua araba, così da poterli distribuire attraverso CD-Rom proficuamente anche in paesi ad altissima vocazione tessile.

A Direttori e Docenti va il ringraziamento delle imprese meccanotessili italiane che dalle loro scuole attingono preziose risorse per lo sviluppo delle proprie imprese.

Saremo veramente grati a tutti coloro (docenti, studenti, tecnici aziendali, ecc.) che ci vorranno far pervenire suggerimenti e correzioni che possano consentire di migliorare e rendere sempre più utile queste nostre pubblicazioni.

Settembre 2008 *Paolo Banfi, Presidente della Fondazione ACIMIT*

Ringraziamenti

La Fondazione ACIMIT sente il dovere di ringraziare le Direzioni didattiche ed i docenti dei seguenti Istituti:

- ITIS Buzzi – Prato
- ITIS Carcano – Como
- ITIS Casale – Torino
- ITIS Fermi – Treviso
- ITIS Facchinetti – Busto Arsizio (VA)
- ITIS Leonardo da Vinci – Carpi (MO)
- ITIS Leonardo da Vinci – Napoli
- ITIS Marzotto – Valdagno (VI)
- ITIS Paleocapa – Bergamo
- ITIS Sella – Biella
- ITIS Varese – Varese

Senza la disponibilità e la fattiva collaborazione dei Presidi e dei Professori di tali Istituti, la realizzazione dei Quaderni non sarebbe mai stata possibile.

***

In particolare la stesura del Quaderno "filatura cotoniera e laniera" è stata realizzata dai seguenti docenti:

- prof. Ezio Carissoni
  Perito tessile, consulente nel settore tessile-abbigliamento iscritto al Collegio dei Periti Industriali di Bergamo; docente di laboratorio di Moda e Disegno presso l'I.T.I.S. Paleocapa di Bergamo, Coordinatore dell'Indirizzo Tessile

- prof. Stefano Dotti
  Perito tessile, laureato in Economia e Commercio presso l'Università di Bergamo, docente di Tecnoloogie Industriali per il corso di laurea in Ingegneria Tessile presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bergamo

- prof. Franco Fleiss
  Perito tessile, laureato in Scienze Politiche presso l'Università di Torino, docente di Tecnologie Tessili ed Organizzazione della produzione presso l'I.T.I.S. L. Casale di Torino, Consulente Tecnico del Tribunale di Torino

- prof. Luigi Petaccia
  Laureato in Ingegneria Meccanica presso l'Università di Napoli; dal 1979 docente di Tecnologie tessili all'I.T.I.S. Q. Sella di Biella

- prof.ssa Lucia Pieri
  Laureata in Ingegneria Meccanica presso il Politecnico di Firenze; docente di "Tecnologie Tessili" alla Specializzazione Tessile dell'I.T.I.S. Buzzi di Prato

i quali vi hanno dedicato tempo ed entusiasmo: ad essi un grazie particolare della Fondazione ACIMIT.

INDICE

PRINCIPI GENERALI DI FILATURA 11

Titolazione 11
Torsione 14
Stiro 15

INTRODUZIONE ALLA FILATURA 17

LA FILATURA COTONIERA 18

Filatura del cotone cardato 18
Filatura del cotone pettinato 19
Filatura del cotone open-end 20
Apertura e battitura 21
Cardatura 33
Generalità 33
Guarnizioni 33
Carda 35
Cappelli 36
Pulitura automatica della carda 38
Autoregolazione del titolo del nastro 39
Riciclo degli scarti di lavorazione 40
Accoppiamento e stiro 43
Stiratoio 43
Gruppo di stiro 44
Pettinatura 47
Pettinatrice 48
Fasi della pettinatura 50
Filatura 52
Banco a fusi 53
Filatoio ad anello 57
La Filatura compatta 62
Esempi di calcolo della produzione e cinematici del filatoio ad anello 65
Filatoio a rotore (Open end) 69
Roccatura 72
Roccatrice per retrazione o voluminizzazione 74
Paraffinatura 75
Gasatura 75
Binatura 76
Ritorcitura 76
Aspatura 80
Dipanatura 80
Automazione dei trasporti e dell'imballo 81
Piani di filatura 86

LA FILATURA LANIERA CARDATA 88

Introduzione 88
Ciclo di filatura cardata 88

Preparazione **89**
Introduzione 89
Apertura delle balle 90
Depolverizzazione 91
Apertura 91
Ensimaggio 92
Miscelazione 93
Prelievo mediante fresa 94
Stoccaggio ed alimentazione alla carderia 95
Automazione e sicurezza 95
La cardatura **97**
Funzioni della cardatura 97
Funzionamento della carda 97
Le guarnizioni 99
Caricatore 100
Struttura dell'assortimento 101
Antinfortunistica e caratteristiche tecniche 104
Regolazioni e produzione 104
Levata automatica delle cannelle 105
La filatura ad anello **106**
Schema di funzionamento 106
Lo stiro delle fibre corte 107
Testa di filatura 108
Anello 109
Automazione del filatoio 110
Calcolo della produzione 111
Il "selfacting" **112**
Principio di funzionamento 112
Automazione 115
Caratteristiche tecniche 116
Calcolo dello stiro e della produzione 116
Filati fantasia **117**
Generalità 117
Fantasie realizzate in filatura 116
Filatoio a frizione 118
Ritorti fantasia 119
Filatoio-torcitoio 121
Caratteristiche tecniche generali dei filotorcitoi 122

LA FILATURA LANIERA PETTINATA

La lana sucida **123**
Il lavaggio della lana sucida **124**
Composizione di una linea di lavaggio 124
Sgrossatura (pre-apertura) 125
Mischia 126
Apertura e battitura 127
Controllo del peso 128
Grado di apertura 128

Lavaggio 129
Essiccatura 135
Oliatura 141
Cardatura 141
Generalità 141
Interazioni fra guarnizioni e fibre 142
L'"unità di cardatura". 143
La carda doppia 149
Carda con doppio pettinatore 159
Stiratoio riunitore dopo-carda 160
Pettinatura 162
Generalità 162
La preparazione alla pettinatura 163
La pettinatura 169
La post-pettinatura 181
Mescolatura e ripettinatura 183
Generalità 183
La mescolatura 184
La preparazione alla ripettinatura 186
La ripettinatura 186
La post-ripettinatura 186
L'autoregolatore elettronico dello stiro 187
Filatura 188
Generalità 188
La preparazione alla filatura 188
La filatura ad anello 199

PRINCIPI GENERALI DI FILATURA

Prima di iniziare a descrivere la varie fasi di fabbricazione dei filati si ritiene utile richiamare, sia pure in forma sintetica, i seguenti principi generali di filatura :

- Titolazione
- Torsione
- Stiro

Titolazione

Per titolazione si intende il sistema di misurazione di un filato , che a causa della sua natura irregolare e comprimibile non può essere espressa come misura diretta del diametro, ma mediante un rapporto fra la massa e l'unità di lunghezza.

Attualmente, per i filati di qualsiasi natura fibrosa, la misura adottata internazionalmente è quella prevista dal sistema internazionale di misura denominato Tex.
I valori di base del sistema Tex sono:

lunghezza 1000 m., massa 1 g., simbolo Tex o Tt , K = 1000

In pratica il titolo Tex esprime il numero di grammi su 1000 m. di filato
È un titolo diretto in quanto il valore numerico del titolo aumenta con l'aumentare della grossezza del filato o viceversa.
Sono di uso comune anche il sottomultiplo decitex (dtex) ed il multiplo kilotex (ktex).
Le formule usate per il calcolo del titolo indicando l=lunghezza e m=massa sono:

$$Tex = 1000 \cdot \frac{m\ (g.)}{l\ (m.)} \qquad l = \frac{1000 \cdot m}{Tex} \qquad m = \frac{Tex \cdot l}{1000}$$

Il titolo dtex è particolarmente importante in quanto può essere relazionato all'unità della tradizionale titolazione in denari.

Altro sistema di titolazione diretto usato principalmente per la seta e per i filati a bava continua è quello in denari.
I valori di base del sistema denari sono:

lunghezza 450 m. , massa 0,05 g., simbolo Td o den., K = 9000
(possono essere indicati come valori base anche lunghezza 9000m. massa 1 g.).

In pratica il titolo Td esprime il numero di denari su 450 m. di filato oppure il numero di grammi su 9000 m. di filato
È un titolo diretto in quanto il valore numerico del titolo aumenta con l'aumentare della grossezza del filato o viceversa.

Le formule usate per il calcolo del titolo sono:

$$Td = 9000 \cdot \frac{m\ (g.)}{l\ (m.)} \qquad l = \frac{9000 \cdot m}{Td} \qquad m = \frac{Td \cdot l}{9000}$$

Il sistema tradizionale impiegato per i filati cotonieri è quello inglese espresso come numero di unità di lunghezze per unità di massa (hank x pound).
I valori di base sono:

lunghezza 840 yards (1 hank), massa 1 libbra (1 pound), simbolo Ne, K = 0,59

In pratica il titolo esprime il numero di hanks per libbra e quindi è indiretto in quanto il valore numerico del titolo aumenta con il diminuire della grossezza del filato o viceversa.
Le formule usate per il calcolo del titolo sono:

$$Ne = 0{,}59\ \frac{l\ (m.)}{m\ (g.)} \qquad l = \frac{Ne \cdot m}{0{,}59} \qquad m = \frac{0{,}59 \cdot l}{Ne}$$

Si utilizza generalmente per i filati lanieri ed anche in alcuni casi per quelli cotonieri il titolo metrico che esprime le migliaia di metri per 1000 grammi.
I valore di base sono :

lunghezza 1000 m., massa 1000 g., simbolo Nm , K = 1

Anche il titolo metrico è indiretto e quindi il valore numerico del titolo aumenta con il diminuire della grossezza del filato o viceversa.
Le formule per il calcolo del titolo sono:

$$Nm = 1 \cdot \frac{l\ (m.)}{m\ (g.)} \qquad l = Nm \cdot m \qquad m = \frac{l\ (m.)}{Nm}$$

Meno frequentemente in campo cotoniero, più spesso in campo laniero il titolo metrico viene indicato moltiplicato per mille, ad esempio Nm 8 diventa Nm 8000 o Nm 1/8000.
E' ovvio che per i calcoli con le formule precedentemente riportate il valore da utilizzare sarà uguale ad 8.

In campo laniero viene anche utilizzato il titolo inglese della lana pettinata espresso come unità di lunghezze per unità di massa.
I valori base sono :

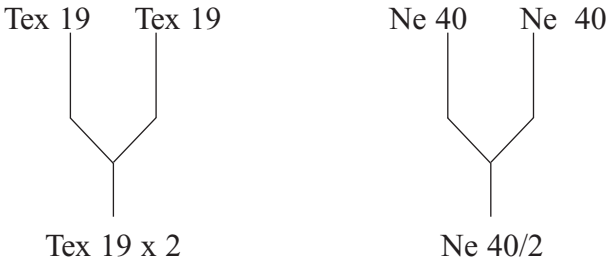
lunghezza 560 yards , massa 1 libbra , simbolo Ne , K= 0,886

Esprimendo il titolo un numero di lunghezze di base per la massa è indiretto e pertanto il valore numerico del titolo aumenta con il diminuire della grossezza del filato o viceversa.

Le formule usate per il calcolo del titolo sono:

$$Ne = 0{,}886 \frac{l\ (m.)}{m\ (g.)} \qquad l = \frac{Ne \bullet m}{0{,}886} \qquad m = \frac{0{,}886 \bullet l}{Ne}$$

Nel caso di filati ritorti costituiti da capi aventi titolo uguale fra loro, l'indicazione del titolo viene fatta riportando il titolo di un capo ed il numero dei capi nel seguente modo



Il titolo di un filato ritorto formato da capi di diverso titolo fra di loro viene indicato mediante il titolo risultante senza nessuna indicazione del numero dei capi.
Il calcolo viene eseguito con le seguenti relazioni:

a) sistema diretto $Tr = T^1 + T^2 + T^3$

dove T^1, T^2, T^3 titoli componenti, Tr titolo ritorto finale

b) sistema indiretto $Nr = \dfrac{N^1N^2N^3}{N^2N^3 + N^1N^3 + N^1N^2}$

dove $N^1N^2N^3$ titoli componenti, Nr titolo ritorto finale.

Il calcolo finale del ritorto deve anche tener conto della percentuale di raccorciamento della lunghezza del filato dovuta alla torsione e pertanto si ha:

$$\text{Titolo finale ritorto} = \frac{Tr}{\left(1 - \frac{r}{100}\right)} \qquad \text{Titolo ritorto finale} = Nr \bullet \left(1 - \frac{r}{100}\right)$$

dove r = % di raccorciamento

Nel caso di dover effettuare delle conversioni fra i vari sistemi di titolazione , le relazioni sono le seguenti:

a) diretto – diretto Td : Tex = KTd : KTex
b) indiretto – indiretto Ne : Nm = KNe : KNm
c) diretto – indiretto T • N = KT • KN

Torsione

La torsione è l'elemento che conferisce resistenza al filato facendo ruotare su stesso un fascio di fibre parallele in modo che esse assumano una disposizione elicoidale .
La torsione viene data dalle macchine di filatura secondo vari sistemi, che per la filatura cotoniera sono:
- ad aletta (banco a fusi)
- ad anello (ring)
- a rotore (open-end)
- a doppia torsione (ritorcitoio)

La torsione è definita dal senso e dal numero di torsione.
Il senso di torsione è la direzione che presentano le spire formate dalle fibre esterne nel caso di filati a capo unico o dai filati semplici nel caso di filati ritorti.
I sensi di torsione sono due e vengono così denominati:

- torsione destra o "Z" in quanto le spire di torsione hanno la direzione del tratto mediano della lettera Z;
- torsione sinistra o "S" in quanto le spire di torsione hanno la direzione del tratto mediano della lettera S.

torsione "Z" torsione "S"

Il numero di torsione rappresenta l'entità della torsione e viene indicato in spire o giri per unità di lunghezza. Le unità di lunghezza sono il metro o il pollice , pertanto l'indicazione sarà:

- giri/m.
- giri/"

Il senso o il numero di torsione da attribuire al filato sono in funzione delle proprietà della fibra impiegata (lunghezza, finezza) e delle caratteristiche richieste al filato in funzione dell'uso al quale è destinato.
Il calcolo del numero di torsione viene dato dalle seguenti relazioni:

Giri/m.= Km • √Nm dove : Km coefficiente di torsione in giri/m.
Nm titolo metrico filato

Giri/ “ = Ke • √Ne dove : Ke coefficiente di torsione in giri/”
Ne titolo inglese filato

$$\text{Giri/m.} = \frac{\text{Ktex}}{\sqrt{\text{Tex}}}$$

dove: Ktex coefficiente di torsione Tex in giri/m.
Tex titolo Tex del filato

I coefficienti di torsione vengono determinati praticamente e ricavati da tabelle che servono da guida, però possono venire modificati in funzione delle esigenze del materiale in lavorazione ed in relazione a prestazioni particolari richieste al filato.

Stiro

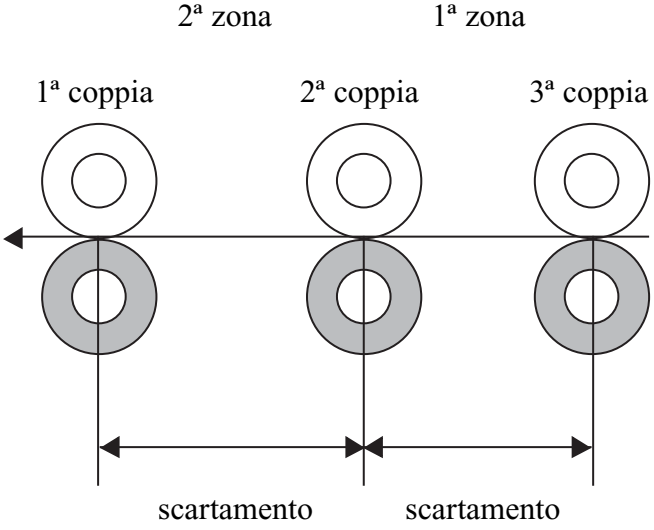
Lo stiro è una operazione fondamentale della filatura che consiste nel fare scorrere le fibre le une sulle altre al fine di disporle su una lunghezza maggiore diminuendo la sezione del materiale in lavorazione.

Lo stiro che si realizza sulle prime macchine del ciclo di filatura (apritoi, carde) serve essenzialmente a sfioccare il materiale fibroso, eliminando le impurità e le fibre corte .
Quello realizzato sulle macchine successive serve a parallelizzare le fibre tra di loro e assottigliando i materiali sino al titolo desiderato.

Nel primo caso i fiocchi fibrosi introdotti da una coppia di cilindri introduttori, vengono presi da un tamburo generalmente con punte, che ruota con velocità periferica maggiore. Il rapporto tra la velocità periferica del tamburo e quella dei cilindri introduttori determina lo stiro.

Nelle macchine successive lo stiro viene realizzato con sistemi detti stiratoi, costituiti da coppie di cilindri dotati di velocità periferiche progressivamente maggiori.

La figura successiva rappresenta un sistema di stiro a 3 coppie di cilindri.



I cilindri superiore sono detti di pressione, gli inferiori di stiro. La distanza fra le coppie è detta scartamento.
Le coppie di cilindri sono numerate a partire dall'uscita e pertanto quella di uscita è la prima.
Le zone comprese fra le coppie di cilindri sono dette zone di stiro e sono numerate a partire dall'entrata, la prima zona di stiro costituisce quella preliminare.

Gli stiri calcolati in ogni singola zona sono detti stiri parziali, lo stiro totale è dato dal prodotto degli stiri parziali.

La pressione sui cilindri di pressione è realizzata con sistemi a braccio pendolare.

Formule per il calcolo dello stiro:

■ con le velocità $\text{Stiro} = \dfrac{\text{velocità periferica uscente}}{\text{velocità periferica entrante}}$

■ può anche essere indicata come $\text{Stiro} = \dfrac{\text{lunghezza uscente}}{\text{lunghezza entrante}}$

■ con i titoli $\text{Stiro} = \dfrac{\text{Ne uscente}}{\text{Ne entrante}}$ $\text{Stiro} = \dfrac{\text{Tex entrante}}{\text{Tex uscente}}$

■ con il peso $\text{Stiro} = \dfrac{\text{Peso entrante}}{\text{Peso uscente}}$

Nel caso di macchine per le quali sia presente cascame di lavorazione previsto per la funzione stessa della macchina, che deve selezionare il materiale, ad esempio carda o pettinatrice , occorre tenerne conto e pertanto indicando con C il valore percentuale di cascame si ha :

■ $\text{Stiro} = \dfrac{\text{Peso entrante}}{\text{Peso uscente}} \cdot \left(1 - \dfrac{C}{100}\right)$

Nel caso di lavorazioni con accoppiamento del materiale in entrata , indicando con il simbolo A il numero degli accoppiamenti il calcolo dello stiro diventa :

■ $\text{Stiro} = \dfrac{\text{Peso entrante}}{\text{Peso uscente}} \cdot A$

■ con ambedue $\text{Stiro} = \dfrac{\text{Peso entrante}}{\text{Peso uscente}} \cdot A \cdot \left(1 - \dfrac{C}{100}\right)$

INTRODUZIONE ALLA FILATURA

Con il termine *filatura* si intende definire sia la complessa sequenza di operazioni necessarie alla trasformazione delle fibre tessili in filato oppure in filo, sia lo stabilimento industriale in cui avviene tale lavorazione. Tuttavia è opportuno precisare che:

- la *filatura propria*, detta anche *filatura tradizionale*, è l'insieme delle operazioni necessarie alla trasformazione delle fibre in filato; riguarda perciò le fibre artificiali e sintetiche in fiocco, e tutte le fibre naturali esclusa la seta;
- il *filato* è il prodotto derivato dall'unione di un'immensa quantità di fibre tessili sottoposte ad operazioni di filatura propria; in genere esso appare soffice e dotato di un discreto potere isolante termico;
- la *filatura impropria* descrive tipicamente la produzione delle fibre artificiali e sintetiche, ed è relativa all'ultima fase di lavorazione, detta *estrusione*, allorquando dalla filiera fuoriesce la bava costituente il singolo filo;
- il *filo* è un prodotto tessile, sottile, di lunghezza teoricamente illimitata, formato da una o più bave di seta o di fibre sintetiche o artificiali, filate in continuo; nei confronti del filato, esso risulta in genere di sezione più regolare, rigido, liscio, brillante, ma a sua volta meno morbido e termicamente meno isolante.

Lo scopo essenziale della filatura consiste nell'ottenere un prodotto finale (sia esso filo oppure filato) il più possibile omogeneo, ossia dotato di uniformi caratteristiche di resistenza, titolo, colore, pulizia ed elasticità, tanto per citare i requisiti di maggior rilevanza.

La filatura propria è assai complessa da attuare, al punto che l'uomo è giunto a conoscerla solo in tempi relativamente recenti. Alcune decine di migliaia di anni fa, le prime tribù di ominidi dell'Africa centrale intrecciavano arbusti e paglie che la natura forniva già pronte per la costruzione di cesti, stuoie e copricapi. In seguito, grazie alla conoscenza della tecnica della lavorazione delle pelli, l'uomo si ingegnò nell'unione di più brandelli, grazie all'uso di primordiali aghi ossei e di grossolane fettucce di origine animale od anche vegetale, ottenendo coperte, o altri prodotti atti a coprire il corpo umano. Tuttavia solo poche migliaia di anni prima di Cristo, l'uomo riuscì a compiere il vero salto qualitativo che lo proiettò nel mondo della lavorazione delle fibre tessili, scoprendo dapprima il segreto della coltivazione del lino e della lavorazione del relativo stelo per l'ottenimento della filaccia, cui sarebbe seguito il perfezionamento dell'arte della filatura, per la produzione del filato medesimo.
Innumerevoli sono le testimonianze lasciate dalle prime civiltà assiro-babilonesi, relative alla lavorazione della fibra di lino ed al suo impiego nella produzione di varie tipologie di tessuti.
Quasi contemporaneamente in un altro continente, un ingegnoso popolo iniziava a sviluppare la coltivazione intensiva e la successiva lavorazione della seta, per l'ottenimento di quei fili che avrebbero collocato la Cina tra i popoli antichi più imitati per le loro capacità artistiche e non solo.
Certamente più complesso é stato invece l'approccio alla lavorazione delle fibre a tiglio corto, come il cotone o la lana. In effetti per queste fibre é richiesta una particolare abilità lavorativa già dai primi momenti successivi alla raccolta, oltre all'uso di attrezzature di non immediata realizzazione, per ottenere la necessaria trasformazione dell'ammasso di fibre corte, in filato.
Il procedimento di filatura vera e propria si basa sull'elevata mescolanza delle singole fibre costituenti la partita in lavoro, oltre che sulla buona riuscita dell'eliminazione delle impurità dal prodotto finito, e sull'impiego di specifiche tecnologie produttive.

LA FILATURA COTONIERA

Fin dai primordi della civiltà, l'uomo ha imparato che dopo la raccolta del frutto del *cotone* (ossia l'omonima fibra) occorre eseguire la separazione tra il seme e la fibra tessile vera e propria; con l'impiego di appositi attrezzi è quindi possibile ottenere il filato, ossia un prodotto resistente ed uniforme, ma sottile al tempo stesso. Pur trattandosi di un difficile processo, i reperti più antichi costituiti da tessuti di cotone, dimostrano che già le maestranze tessili dell'antica Grecia possedevano una spiccata capacità operativa e raggiungevano un ottimo livello qualitativo, anche nella produzione di filati e tessuti di cotone.

Filatura del cotone cardato

La filatura del cotone è nota anche come filatura delle fibre a taglio corto, in quanto la materia prima possiede una lunghezza compresa tra i 15 e i 50 mm. Per migliaia di anni la lavorazione del cotone ha seguito un unico processo, quello storicamente definito cardato, ancora oggi in uso per oltre la metà della produzione mondiale di filato.
Il processo di *lavorazione del filato di cotone cardato*, è rappresentato dal ciclo di lavorazione di seguito riportato, in cui sono descritte: le fasi di lavorazione, i relativi macchinari impiegati, la tipologia del materiale entrante ed uscente da ciascuna fase, il tipo di confezione che caratterizza il prodotto uscente.

CICLO CARDATO

fase	macchina	materiale entrante	materiale uscente	tipo di confezione
Apertura e battitura	prelevatore apritoio miscelatore	greggio o sodo	coltre o sfioccato	---
Cardatura	carda	coltre	nastro di carda	vaso di carda
Stiro 1° passaggio	stiratoio	nastro di carda	nastro di stiratoio	vaso di stiratoio
Stiro 2° passaggio	stiratoio	nastro di stiratoio	nastro di stiratoio	vaso di stiratoio
Preparazione alla Filatura	banco a fusi	nastro di stiratoio	stoppino	spola da banco
Filatura	filatoio ad anelli	stoppino	filato	spola da ring
Lavorazioni complementari	roccatrice, binatrice, gasatrice, aspatrice, ritorcitoio, dipanatrice	filato	filato	vari

Il cotone giunge in filatura pressato in apposite *balle* - di peso e dimensione variabili a seconda del luogo di provenienza - e viene immediatamente stoccato nei magazzini, previo controllo e verifica del rispetto delle richieste caratteristiche tecniche del sodo. Tra gli accertamenti più ricorrenti, effettuati sul cotone al momento del suo arrivo nella filatura, citiamo:

- la determinazione della *ripresa d'umidità* (allo scopo di definire la quantità di acqua presente nel materiale e quindi il peso mercantile della partita);
- l'analisi e la quantificazione di tutte le impurità contenute nella materia prima;
- la misurazione della *resistenza alla trazione*, della *finezza* e della *lunghezza* della fibra;
- la verifica del *colore*;
- il controllo della *presenza di sostanze organiche* tra le fibre;
- la quantificazione del contenuto di fibre *immature e morte*;
- la determinazione dell'*appiccicosità*, della *quantità di polvere*, e dell'*elasticità* della fibra.

Il *procedimento classico di filatura del cotone* si può considerare suddiviso in quattro fasi di lavorazione:

a) *apertura, mischia e pulitura* della fibra, effettuata allo scopo di consentire ai fiocchi di riprendere la propria sofficità naturale, venuta meno con la pressatura in balle; la mescolanza della fibra dev'essere il più possibile accurata; un sistema di doghe, aspe battenti, e griglie, provvede ad eliminare la maggior parte delle impurità naturali contenute nel fiocco di cotone; sono impiegati perciò prelevatori, apritoi e miscelatori;
b) *districamento*, ottenuto soprattutto mediante sbattimento e cardatura, al fine di incrementare la relativa parallelizzazione delle fibre, ottenere un prodotto pulito e privo di fibre troppo corte;
c) *accoppiamento*, consiste nell'accostare e lavorare prodotti simili (nastri di carda e di stiratoio) provenienti da macchine diverse, allo scopo di migliorare l'omogeneità del semilavorato e di conseguenza del filato, permettendo l'individuazione e la dispersione di eventuali tratti di sezione irregolare;
d) *preparazione alla filatura e filatura*, è proprio la trasformazione del prodotto semilavorato in filato avente le caratteristiche tecniche desiderate (titolo, torsione) e si ottiene mediante il banco a fusi, seguito dal ring o filatoio ad anelli;
e) *lavorazioni complementari*, ossia operazioni supplementari ed indispensabili solo per l'ottenimento di una determinata confezione o di una particolare aspettativa finale; tali operazioni sono: la binatura, la ritorcitura, la roccatura, la gasatura, l'aspatura, la dipanatura.

Filatura del cotone pettinato

Con la rivoluzione industriale, in Inghilterra nacque l'esigenza di diversificare il filato di cotone cardato tradizionale, introducendo un filato di cotone più sottile, ma altrettanto resistente. Numerose furono le soluzioni affrontate all'epoca, ma quella che ha avuto maggior seguito è stata l'innovazione introdotta dal tedesco Heilmann, che nel corso del XIX secolo ha studiato, realizzato e commercializzato la *pettinatrice*, una macchina in grado di selezionare il nastro semilavorato scartando le fibre corte, consentendo quindi il successivo ottenimento di filati pregiati in quanto sottili, composti prevalentemente da fibre lunghe.
La notevole diffusione di questa macchina, cui sono seguiti perfezionamenti di natura meccanica e tecnologica, ha determinato la nascita di un secondo ciclo di lavorazione, il *ciclo del cotone pettinato.*

CICLO PETTINATO

fase	macchina	materiale entrante	materiale uscente	tipo di confezione
Apertura e battitura	prelevatore, apritoio, miscelatore	greggio o sodo	coltre o sfioccato	---
Cardatura	carda	coltre	nastro di carda	vaso di carda
Stiro pre-pettinatura	stiratoio stiro riunitore	nastro di carda nastro di stiratoio	nastro di stiratoio teletta	vaso di stiratoio teletta
Pettinatura	pettinatrice	teletta	nastro pettinato	vaso di pettinatrice
Stiro post-pettinatura	stiratoio	nastro pettinato	nastro di stiratoio	vaso di stiratoio
Preparazione alla Filatura	banco a fusi	nastro di stiratoio	stoppino	spola da banco
Filatura	filatoio ad anelli	stoppino	filato	spola da ring
Lavorazioni complementari	roccatrice, binatrice, gasatrice, aspatrice, ritorcitoio, dipanatrice	filato	filato	vari

Filatura del cotone open-end

Infine nel corso degli anni sessanta del secolo appena trascorso, tecnici dell'allora Cecoslovacchia, studiarono un inedito sistema di filatura per l'ottenimento di filato di cotone, operando un unico passaggio direttamente da nastro di stiratoio a filato. Nasceva così il *filatoio a rotore*, detto anche *filatoio open-end*, che a partire dal decennio successivo, avrebbe ridefinito il concetto di qualità dei filati di titolo medio e grosso, oltre che di buona parte dei tessuti oggi maggiormente diffusi. Ciò che segue è la rappresentazione schematica del *ciclo di filatura a rotore*, detto anche metodo di *filatura open-end*.

CICLO OPEN-END

fase	macchina	materiale entrante	materiale uscente	tipo di confezione
Apertura e battitura	prelevatore, apritoio, miscelatore	greggio o sodo	coltre o sfioccato	---
Cardatura	carda	coltre	nastro di carda	vaso di carda
Stiro	stiratoio	nastro di carda	nastro di stiratoio	vaso di stiratoio
Filatura	filatoio a rotore	nastro di stiratoio	filato	rocca

A grandi linee vi è da tener presente che per ottenere filati pettinati si utilizzano fibre vergini (di prima lavorazione), tenaci, lunghe e fini.
Per filati cardati si utilizzano fibre vergini con caratteristiche fisiche e meccaniche inferiori alle precedenti, oltre ad una limitata quantità di fibre di recupero e di scarto del ciclo di pettinatura.
Infine per l'ottenimento di filati open-end si utilizzano prevalentemente fibre molto corte, sia vergini che da cascami di lavorazione, in quest'ultimo caso ricavate dal ciclo di pettinatura ('peigneuse', 'comber' e 'blousse') oppure da quello di cardatura (sottocarda e simili).

Terminata la trattazione degli aspetti generali della filatura del cotone, saranno ora descritte le fasi del ciclo di lavorazione, comuni a ciascuno dei tre cicli di lavorazione sopra menzionati, ossia: apertura e battitura, cardatura, accoppiamento e stiro.

Apertura e battitura

Prima di addentrarci nella specifica descrizione dell'apertura, è necessario dedicare la giusta attenzione ad uno dei concetti più importanti che caratterizzano la filatura in genere e che trova la sua origine proprio nella fase di apertura: il *concetto di mischia*.
Abitualmente il filatore possiede (nei propri magazzini) partite di balle costituite da almeno quattro differenti provenienze; le quantità di materiale possono essere tra loro anche nettamente differenti, così come il costo d'acquisto. Ad esempio in un ipotetico magazzino possono essere presenti: 100 balle del tipo A, 150 del tipo B, 200 del tipo C, 300 del tipo D.
La mischia ottenuta con cotoni di provenienze diverse, consente di sopperire ad eventuali carenze di approvvigionamento di un particolare tipo di cotone dotato di caratteristiche definite, sostituendolo con uno di simili caratteristiche ma di altra provenienza.
Dal punto di vista qualitativo le fibre che fanno parte della stessa mischia, devono necessariamente possedere il medesimo *tiglio* (lunghezza media della fibra costituente la partita), ma anche estremamente simili dovranno essere la finezza, la resistenza, il grado di pulizia e quello di maturità. Per tale motivo da ogni balla viene prelevato un limitato quantitativo di materiale allo scopo di eseguire una serie di analisi tecnologiche al fine di ottenere una mischia di composizione ottimale; ciò è permesso dall'impiego di apparecchi altamente tecnologici quali ad esempio l'HVI (sigla di High-Volume Instrument).
La mischia è un operazione importante sia per l'ottenimento di un buon filato, sia per ridurre al minimo il rapporto qualità/prezzo.

Indipendentemente dal ciclo di lavorazione presente in azienda (cardato, pettinato, open-end) il cotone sodo dev'essere aperto, ossia estratto dalla balla assemblata nei luoghi di coltivazione; ciò avviene con l'impiego di un'apposita macchina, denominata *prelevatore dei fiocchi*. Il responsabile di filatura determina la quantità di balle che dovranno essere portate al prelevatore e che costituiranno il cosiddetto numero di balle in mischia, ossia contemporaneamente in lavoro. A seconda della realtà produttiva e del tipo di balle in lavoro, tale numero oscilla tra le 20 e le 80 unità. Allo scopo di ottenere e permettere una durevole omogeneità produttiva nel tempo, è buona cosa allestire una mischia in modo che in essa siano presenti un numero di balle proporzionali alla quantità di balle presenti a magazzino. Così, ad esempio, se volessimo operare con una mischia composta da 45 balle, possedendo un magazzino come quello sopra descritto, daremo disposizione di portare al prelevatore 6 balle del tipo A, 9 del tipo B, 12 del tipo C, e 18 del tipo D, le quali saranno disposte tra loro allineate, ma alternate così come descritto nello schema di Fig. 1.

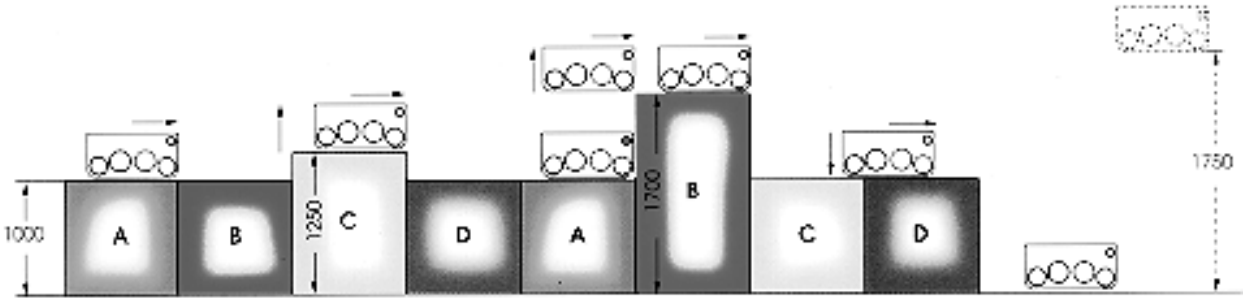


Fig. 1 Schema esemplificativo delle balle in mischia al prelevatore dei fiocchi

Quanto descritto è una pura esemplificazione; nella realtà intervengono un discreto numero di variabili in grado di influenzare la scelta del tipo e delle quantità di balle in mischia, quali:
- il costo della fibra (a seconda della provenienza, a parità di ogni altra condizione, la differenza di costo può variare anche di alcune decine di centesimi di dollaro per libra);
- il costo totale del prodotto finito ed il relativo prezzo di vendita atteso;
- il peso della singola balla (a seconda della provenienza esso oscilla tra i 120 ed i 270 kg);
- la qualità intrinseca di ciascuna tipologia di fibra nei confronti delle altre;
- la facilità o meno di approvvigionamento del sodo.

Grazie all'impiego di mischie costituite da provenienze diverse, per l'azienda è possibile produrre per lunghi periodi, filati aventi i medesimi comportamenti alla tintura, oppure con le medesime caratteristiche meccaniche (come ad esempio l'elasticità e la resistenza alla trazione); tutto ciò giova all'azienda in quanto le consente di collocarsi nel mondo tessile con una seria reputazione, almeno dal punto di vista dell'omogeneità qualitativa del prodotto finito.
Le balle giungono nei pressi del prelevatore dei fiocchi (Fig. 2 e 3) avvolte in regge metalliche oppure ricoperte da involucri di juta, cotone, polipropilene; vengono aperte da maestranze appositamente addestrate e portate nell'area di lavoro del prelevatore. Questa fase è estremamente importante sia dal punto di vista della sicurezza del personale (rischio di infortunio durante il taglio delle regge), sia per l'alto grado di rischio di incendio, causato dalla presenza di frammenti metallici che potrebbero trovarsi all'interno del cotone sodo, innescare scintille durante la lavorazione e la conseguente pericolosa combustione. Allo scopo di ridurre al minimo la presenza di elementi metallici nel cotone sodo, i filatori adottano diverse soluzioni quali la dislocazione di sensori per la rilevazione di metalli, oppure l'impiego di apposite calamite, che individuano il metallo e scartano la massa di fibre che lo avvolge.
La cattiva abitudine dei coltivatori di cotone, di ricoprire le balle con tessuti costituiti da polipropilene - così come quella di utilizzare sacchi di polipropilene durante la raccolta della fibra - porta alla presenza di frammenti di fibra inquinante che si annida tra le fibre di cotone e rimane intrappolata nel filato fino all'ottenimento del tessuto, causando gravi problemi qualitativi. In effetti le fibre polipropileniche incolori, sfuggono spesso al controllo non essendo facilmente individuabili dagli appositi apparecchi, che funzionano tramite speciali telecamere dislocate nella linea di apertura e discriminano il cotone solo in base al colore della fibra.

Il prelevatore dei fiocchi è l'unica macchina 'mobile' presente in filatura: l'unità principale nel corso del suo lavoro deambula attivamente lungo un binario, allo scopo di prelevare le falde di cotone dalle balle appositamente collocate lungo il suo percorso; da qui l'origine del nome.

Come si nota dallo schema (Fig. 2), il prelevatore è dotato di un pannello di controllo (1) su cui sono impostate le principali funzioni operative della macchina. Il carro di prelievo (3), sostenuto da una torre rotante (4), al suo interno contiene due cilindri di prelievo (6), ricoperti da punte realizzate in una speciale lega di tungsteno-carburo, in grado di estrarre il cotone sodo dalle balle in lavoro (2).
L'elevato numero di lame con punte - sono ben 254 disposte su ciascuno dei due cilindri di prelievo - consente una discreta apertura dei fiocchi già al momento dell'estrazione dalla balla, agevolandone perciò il ripetuto successivo districamento.

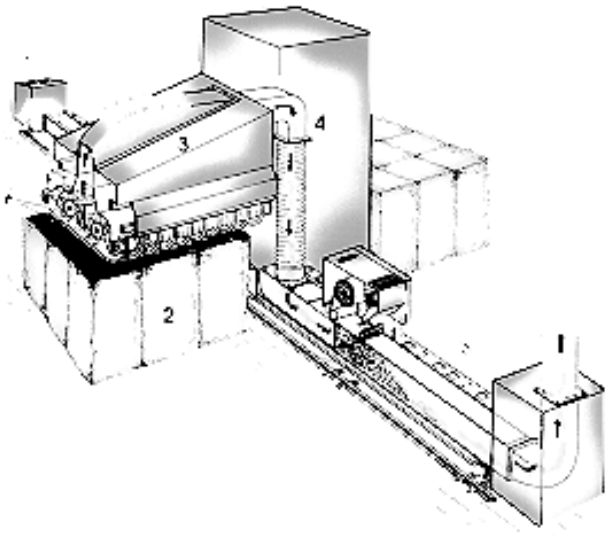


Fig. 2 Schema del prelevatore

Come si può notare osservando lo schema sotto riportato (Fig. 4), le punte dei cilindri di prelievo fuoriescono dalla griglia, ed essendo regolabile la distanza tra questa e la superficie della balla è quindi possibile regolare la quantità di materiale asportato.

Fig. 3 Prelevatore dei fiocchi

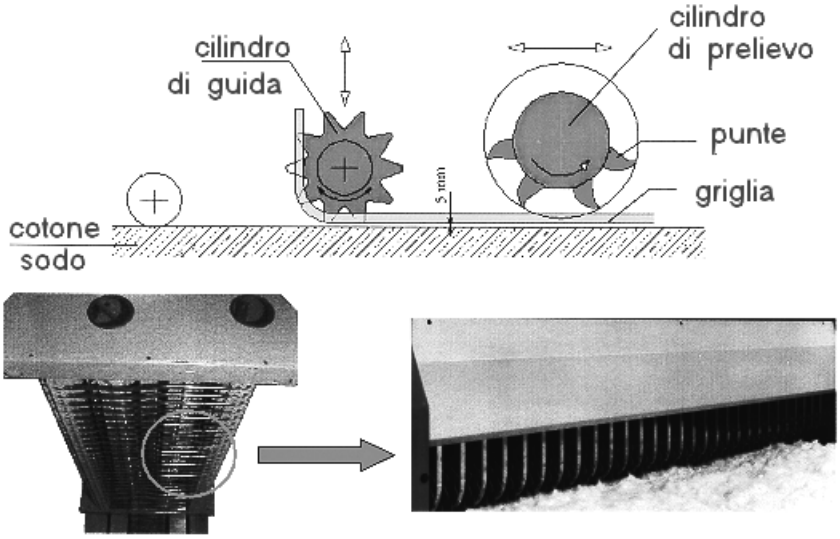


Fig. 4 Particolare della griglia e delle lame con punte di prelievo

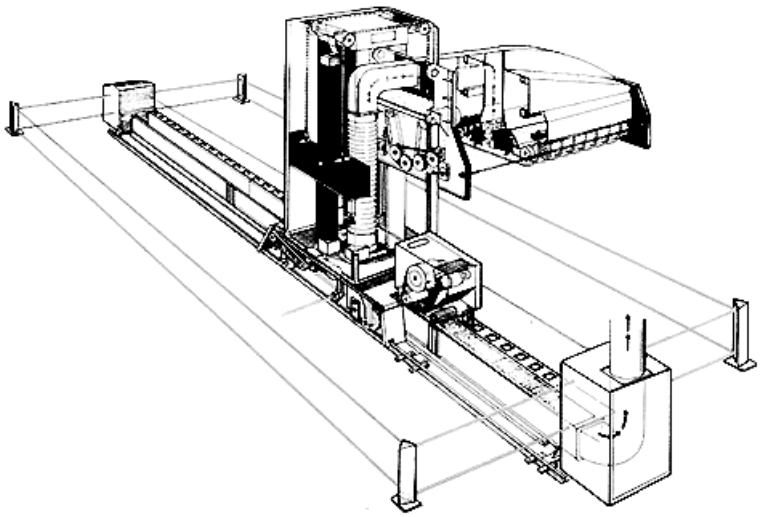


Fig. 5 Spaccato del prelevatore

Sempre riferendosi a Fig. 2, si nota che il canale di trasporto (5) consegna i fiocchi di cotone al condotto di aspirazione, che a sua volta li trasporta alla macchina successiva. Si è già detto che la mischia è spesso costituita da balle di altezza ed ingombri notevoli ed irregolari, in quanto provenienti da diversi luoghi di coltivazione; il carro è dotato di un dispositivo con fotocellula che al variare del profilo delle balle in mischia provvede automaticamente a sollevare o ad abbassare il carro rispetto alle balle in lavoro (2), consentendo un regolare ed uniforme prelievo di materiale, riducendo al massimo la quantità residua di cotone sodo non raccolto da terra.
La produzione limite, ottenibile con un carro da 1.700 mm di profondità, può raggiungere i 1.150 kg/h, mentre nella versione da 2.250 mm la produzione sale fino a 1.600 kg/h.
La sicurezza dei lavoratori è garantita da una serie di fotocellule a barriera, disposte attorno all'area di lavoro del prelevatore; vedasi a riguardo la Fig. 5, che mostra (tra l'altro) la traccia luminosa delle fotocellule a barriera, dislocate a margine dell'area di lavoro della macchina.

Nonostante il tema del presente volume sia finalizzato alla produzione di filati di puro cotone, è qui necessario almeno accennare alla produzione di filati in *mischia intima*, ossia ottenuti lavorando miscele costituite da 2 a 4 tipi di fibre, di differente composizione fibrosa, e consiste nel:

- prelevare alternativamente ciascuna componente dalle relative balle e collocarne un'elevata quantità nel rispettivo miscelatore;
- eseguire un passaggio di intensa apertura (per la sola fibra di cotone);
- disporre il materiale su di un apposito tappeto miscelatore, facendo in modo che la quantità di ciascun componente sia funzione della percentuale che si desidera ottenere;
- condurre il materiale pluricomponente, prima al miscelatore e quindi alle carde, seguendo il ciclo canonico di lavorazione.

Laddove sono richieste produzioni di piccola entità, in alternativa al descritto prelevatore automatico, il prelievo del sodo dalle balle avviene manualmente e il grossolano districamento dei fiocchi è attuato dalla caricatrice pesatrice (Fig. 6), una macchina dotata di una tavola d'alimentazione (1) su cui sono manualmente deposte le falde di cotone sodo. Tramite il tappeto d'alimentazione (3) il sodo è condotto in una camera di mischia in cui una serie di punte disposte sul graticcio verticale (9)

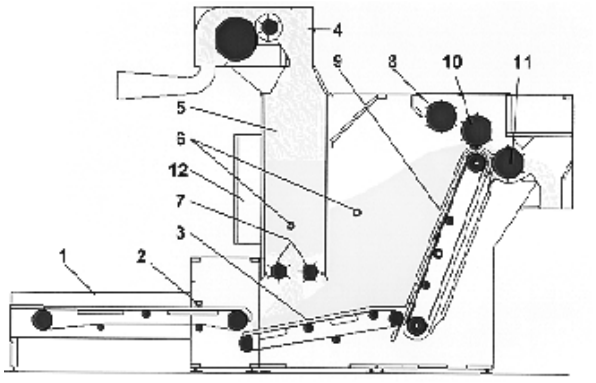


Fig. 6 Sezione della caricatrice pesatrice

denominato anche tappeto a punte, trattiene il materiale e lo porta verso l'uscita. Il cilindro egualizzatore (10) ruotando in senso contrario all'avanzamento del graticcio, consente il passaggio dei soli fiocchi trattenuti dalle punte, mentre rimanda nella camera di mischia i fiocchi liberi. Infine il cilindro staccatore (11), che ruota nel medesimo verso del tappeto, ma con velocità maggiore, stacca le fibre dalle punte e le scarica nel vano della bilancia di pesatura, operando un primo grossolano districamento.
Questa caricatrice pesatrice può essere alimentata automaticamente, ed in tal caso il materiale è richiamato da una gabbia d'aspirazione (4), che deposita il materiale in un silo di riserva (5) alla cui base sono posti due rulli d'uscita (7) i quali scaricano sul descritto tappeto d'alimentazione (3).

Dalle prime fasi di lavorazione in filatura e sino alla carda, il materiale in lavoro è trasportato da un idoneo flusso d'aria, mentre all'interno delle singole macchine si ricorre all'impiego di speciali tappeti, cilindri, aspe e settori fissi, ricoperti da punte d'acciaio di forma e dimensione variabile. E' proprio da questa simbiosi nell'uso delle punte e nel modo con cui esse interagiscono che si ottiene il districamento dei fiocchi fibrosi e la parallizzazione delle fibre.

Dopo il prelevatore i fiocchi fibrosi incontrano la gabbia d'aspirazione (Fig. 7), che depolverizza i fiocchi mentre li trasporta all'apritoio a doppio flusso assiale; essa è disponibile sia con motoventilatore (6) incorporato, sia con motoventilatore installato separatamente, secondo le esigenze impiantistiche. Attraverso la bocchetta d'entrata (1) il materiale polveroso entra nella camera d'alimentazione (2) e si deposita sul tamburo perforato (3). La differenza di peso specifico tra le fibre e la polvere, fa sì che quest'ultima si separi dalla materia prima ed un apposito cilindro staccatore (4) provvede ad allontanare i fiocchi depolverizzati, che passano così alla macchina successiva.

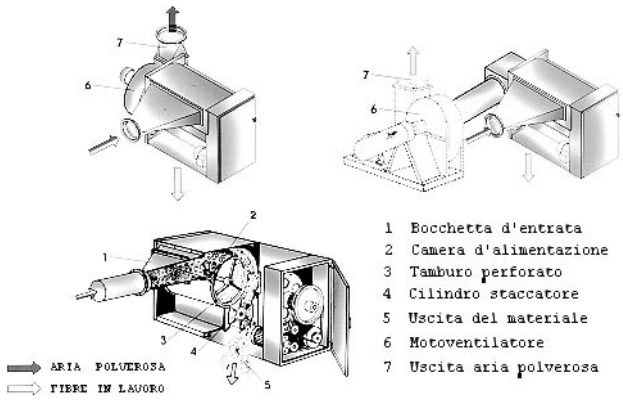


Fig. 7 Schemi e spaccato della gabbia d'aspirazione

L'effetto depolverizzante è estremamente utile sia per il miglioramento della qualità del semilavorato, sia per l'incremento della resa di produzione sulle macchine di preparazione e di filatura; inoltre riduce l'arricciamento delle fibre durante il trasferimento del materiale da una macchina all'altra. Studi approfonditi hanno dimostrato che la presenza di polveri riduce la resa di produzione dei filatoi open-end, perciò in tali linee è inserito un macchinario appositamente preposto alla depolverizzazione del cotone in lavoro.

In considerazione della funzione svolta dalle gabbie di aspirazione esse vengono utilizzate in diversi punti della linea di lavorazione.

Il cotone grossolanamente sfioccato - uscente dal prelevatore o dalla caricatrice - viene condotto all'apritoio orizzontale, le cui funzioni principali consistono nella:
. accentuata sfioccatura del cotone sodo, al fine di ridurre il peso ed il volume dei fiocchi fibrosi e consentire il districamento delle singole fibre;
. pulitura del sodo, mediante sbattimento, con l'eliminazione delle materia estranee quali sabbia, terriccio, frammenti vegetali, polvere (il materiale di scarto della fase d'apertura è genericamente chiamato granella);
. selezione delle fibre, allo scopo di eliminare i grovigli fibrosi.

L'apritoio a doppio flusso assiale (Fig. 8), consente una delicata ma efficiente apertura dei fiocchi fibrosi ed una contemporanea depolverizzazione, producendo sino a 1.250 kg/h di materiale sfioccato.
Mediante due cilindri pulitori (1) e apposite griglie registrabili automaticamente (2), le particelle di trash (residui vegetali, terriccio, sabbia), ma anche i frammenti di fibra, vengono separati dai fiocchi fibrosi e consegnati ai cilindri di scarico del cascame (3), che conducono ad un sistema di raccolta centralizzato, utilizzando tubazioni che scorrono sotto il pavimento.

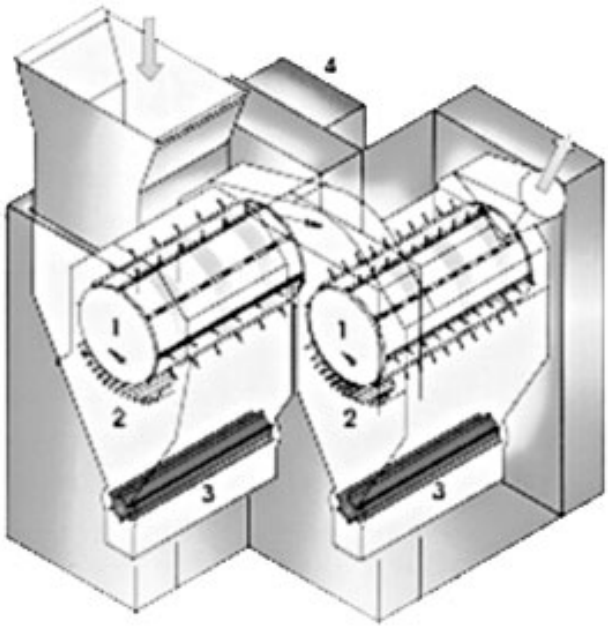


Fig. 8 Spaccato dell'apritoio a doppio flusso assiale

Il cilindro pulitore in entrata, ruota a velocità comprese tra i 400 ed i 600 giri al minuto, mentre il secondo cilindro (quello in uscita) compie da 600 a 900 giri al minuto.
La formazione di *grovigli fibrosi* o neps è estremamente ridotta grazie all'assenza dei punti di pinzatura delle fibre: esse cadono dall'alto per gravità, entrano in contatto con le punte del primo cilindro, sono lanciate contro la griglia, incontrano le punte del secondo cilindro, sbattono contro la relativa griglia ed infine escono dalla parte alta della macchina, richiamati da un adeguato flusso d'aria.

La macchina è dotata di un pannello di controllo, tramite il quale è possibile memorizzare tutte le registrazioni man mano eseguite e programmare quelle da eseguire, ossia:
- la variazione della velocità dei due cilindri pulitori,
- la regolazione del grado d'apertura,
- la modifica dell'angolo di incidenza dei coltelli delle griglie, rispetto alla direzione di sbattimento dei fiocchi,
- il controllo della quantità di cascame generato,
- la possibilità di lavorare con due mischie distinte, in quanto la macchina si adatta automaticamente sulle posizioni di lavoro preselezionate.

L'elevata velocità di rotazione dei cilindri, unita alla presenza dei regoli metallici appuntiti, determina un violento impatto contro la griglia (formata da barrette con sezione triangolare) ed in conseguenza al maggior peso specifico posseduto dalle materie estranee (rispetto al cotone) la granella si separa dalla fibra, oltrepassa la griglia e viene convogliata verso un opportuno raccoglitore posto lontano dalla macchina.

L'*intensità d'apertura* è un fattore fondamentale soprattutto in questa fase, in quanto è necessario districare i fiocchi ed eliminare le materie estranee, ma al tempo stesso occorre evitare il danneggiamento delle fibre, che sono estremamente delicate; essa dipende essenzialmente dalle seguenti condizioni:

1. *il sistema di alimentazione dell'apritoio*, che può essere:
   . *a massa libera* quando i fiocchi sospinti da un flusso d'aria entrano in contatto con i regoli dei cilindri, senza essere trattenuti da dispositivi d'alimentazione;
   . *a coltre* quando i fiocchi, al passaggio dei regoli del cilindro pulitore, sono trattenuti da una tavola (a destra nello schema) e da un cilindro d'alimentazione, e vengono consegnati sotto forma di coltre; l'alimentazione a coltre può essere sia verticale sia orizzontale. Nel primo caso, i fiocchi sfuggono all'azione dei regoli dopo aver ricevuto un solo colpo; nel secondo caso, dopo il primo colpo, i fiocchi rimbalzano sulla griglia e ritornano a contatto con i regoli del cilindro, che li colpisce ulteriormente. Con l'alimentazione a coltre verticale si raggiunge il maggior grado di apertura;

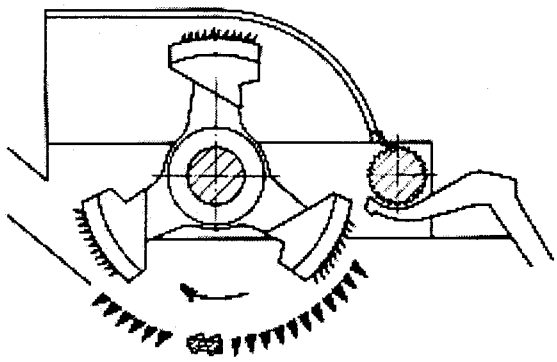


Fig. 9 Alimentazione a coltre orizzontale

2. la *sezione dei regoli,* che possono essere piatti o tondi: i primi eseguono una maggiore presa dei fiocchi e quindi offrono un maggior grado di apertura, ma rischiano di sfibrare maggiormente le fibre; l'azione sopracitata aumenta se i regoli sono appuntiti;
3. *la velocità angolare del cilindro*, poiché da essa dipende il numero di colpi subiti dalle fibre e la forza centrifuga che esse subiscono per effetto dei colpi dei regoli;
4. la *distanza fra la griglia e i regoli del cilindro:* infatti con la minima distanza tra essi si ottiene il massimo grado di apertura, in quanto i fiocchi giungono sulla griglia con la massima velocità;
5 la *distanza fra le sbarrette della griglia*, che può essere variata facendo ruotare le stesse sul loro asse longitudinale, grazie ad una leva o ad un volantino: diminuendo la distanza tra le sbarrette, diminuiscono il grado di apertura e quello di pulitura;
6. la *distanza fra i cilindri alimentatori e i regoli del cilindro*, che dipende dalla lunghezza media del cotone in lavorazione, generalmente tale distanza deve aumentare proporzionalmente alla lunghezza delle fibre, in quanto queste ultime potrebbero rovinarsi o rompersi sotto i colpi dei regoli;
7. il *flusso d'aria*: variando il flusso d'aria che accompagna le fibre durante il ciclo di lavorazione, viene modificato il tempo di permanenza delle stesse nelle macchine e quindi varia il grado d'apertura.

All’uscita dall’apritoio orizzontale, i fiocchi entrano nel miscelatore (Fig. 10), una macchina di fondamentale importanza nel ciclo di lavorazione del cotone, che attua la mescolanza dei fiocchi fibrosi tramite la distribuzione del materiale all’interno di apposite celle, il cui numero varia da 4 a 8 e la produzione oscilla di conseguenza tra gli 800 ed i 1.200 kg/h. Grazie al motoventilatore (1) i fiocchi di fibra sono spinti attraverso il canale d’alimentazione (2) e giungono nel canale di distribuzione (3) dopo aver incontrato un trasduttore di pressione (5) che ha lo scopo di controllare la quantità di cotone presente nelle celle del miscelatore e quindi comandare l’alimentazione della macchina intervenendo sulla macchina precedente. I fiocchi vengono depositati nelle celle verticali, dette celle di mischia (4); in questo modo il cotone forma degli strati costituiti da materiale proveniente dalle diverse balle in lavoro. Il sodo è compattato uniformemente dal peso stesso dei fiocchi ed è richiamato da una coppia di rulli alimentatori (6) e da un cilindro di apertura (7), posti alla base di ogni cella. La velocità angolare dei rulli alimentatori non è identica per tutte le celle ma varia allo scopo di massimizzare la mescolanza tra i fiocchi fibrosi.

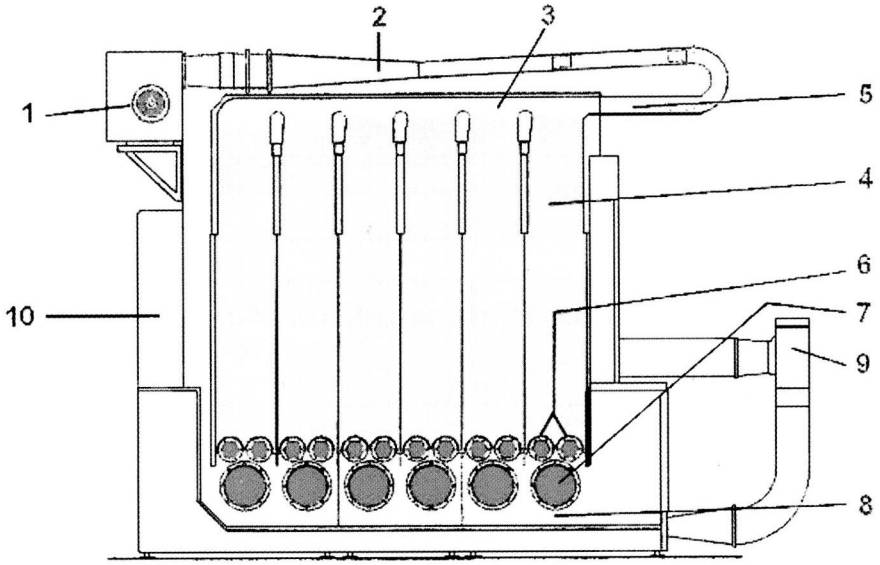


Fig. 10 Sezione del miscelatore a sei celle

Il cilindro di apertura provvede ad eseguire un’ulteriore separazione dei fiocchi ed a consegnarli nel canale di mischia (8) in cui si raccoglie tutto il materiale estratto dalle celle; una corrente d’aria conduce il cotone alla macchina successiva, previo attraversamento di una valvola by-pass, in grado di separare l’aria tecnologica dal materiale in lavoro. Un adeguato pannello di controllo (10) consente l’impostazione dei parametri di lavorazione.
E’ necessario ribadire l’importante ruolo che la mescolanza delle fibre possiede nella filatura del cotone; la mischia operata nella predisposizione delle balle in lavoro e nelle successive modalità di prelevamento delle falde, prosegue in tutte le macchine della batteria d’apertura, ma si concretizza nell’impiego del miscelatore, macchina di concezione relativamente recente, che ha visto il suo esordio solo negli anni settanta. Per effetto delle modalità costruttive della macchina, le celle si riempiono gradualmente e soprattutto in maniera non uniforme tra loro, in quanto i fiocchi più leggeri vengono facilmente sospinti nelle celle più lontane (a sinistra guardando lo schema di Fig. 10). Come si vedrà di seguito, la mescolanza dei fiocchi e delle fibre prosegue anche nelle macchine che saranno successivamente descritte e specialmente alla carda, agli stiratoi, allo stiroriunitore ed alla pettinatrice.

Al fine di incrementare l'azione di pulizia del cotone, all'uscita dal miscelatore (dove richiesto) vi è la presenza di uno o più punti d'apertura, stavolta a coltre orizzontale; esistono a tale scopo due soluzioni tecniche:

- l'*apritoio ad un cilindro*, che è adatto per cotoni 'roller' (cioè pregiati ed a fibra lunga), che hanno subito la ginnatura a cilindro, ed esegue perciò un'azione intensiva ma non aggressiva;
- l'*apritoio a tre cilindri*, studiato invece per cotoni 'saw ginned' (generalmente a fibra di lunghezza media e corta, caratterizzati da un alto contenuto di impurità vegetali), che esegue un'azione estremamente intensiva ancorché non aggressiva.

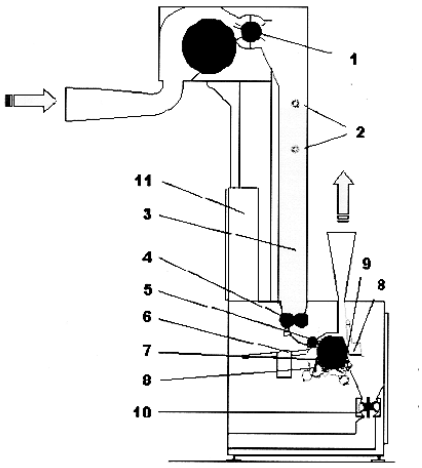


Fig. 11 Particolare e sezione dell'apritoio orizzontale ad un cilindro

L'apritoio ad un cilindro (Fig. 11) è definito orizzontale perché il rullo di alimentazione (5) consegna la coltre di materiale sfioccato in modo che il cilindro d'apertura (7) la agguanti orizzontalmente; quest'ultimo possiede una larghezza di lavoro di circa 1.200 mm, un diametro di oltre 400 mm, ed una velocità angolare compresa tra i 600 ed i 1.100 giri al minuto.
La macchina consente un grado di apertura ottimale, la depolverizzazione è efficiente e la produzione può raggiungere i 600 kg/h. Tramite il pannello di controllo (11) sono impostati sia i parametri necessari all'ottimizzazione dell'intensità di pulizia (che è funzione della velocità di rotazione del citato cilindro d'apertura (7)), sia la quantità di cascame prodotto (che è proporzionale alla distanza tra il cilindro d'apertura e le sbarrette della griglia (8)). Il cuore della macchina è rappresentato dal complesso che circonda il cilindro d'apertura: la presenza di coltelli di pulizia con le bocchette d'aspirazione, i segmenti cardanti (9), oltre alla possibilità di adottare il cilindro rivestito con guarnizione rigida, con punte, oppure con aghi, in funzione del tipo di materiale in lavoro. Un sistema di aspirazione centralizzato (10) provvede al richiamo in continuo del cascame prodotto, mentre i fiocchi fibrosi sono pneumaticamente guidati alla macchina successiva.
Sempre in riferimento alla Fig. 11, sono individuabili: la gabbia d'aspirazione (1), le fotocellule per il controllo del flusso di materiale (2), la camera di riserva o di accumulo dei fiocchi di cotone (3), i rulli di controllo (4), la tavola d'alimentazione (6).
Il principio di funzionamento dell'*apritoio orizzontale a tre cilindri* (Fig. 12) è identico a quanto già descritto per l'apritoio orizzontale ad un cilindro, tuttavia di rilevante impatto è la presenza di tre cilindri, tutti con diametro di 275 mm e larghezza 1.200 mm, ma con differente velocità angolare, che varia progressivamente da circa 1.000 giri al minuto per il primo cilindro, agli oltre 3.000 dell'ultimo. La coppia di fotocellule (2) provvede a regolare il flusso di materiale accumulato nella camera di riserva (3); i rulli di controllo (4) rilasciano la giusta quantità di materiale e quindi influenzano la produzione ponderale e il grado di apertura dei fiocchi.

E' proprio la presenza dei tre cilindri di apertura e la rispettiva velocità di lavoro unitamente alla disposizione dei coltelli della griglia (7), ai segmenti cardanti (8) ed ai deflettori, che consente un'azione intensiva anche lavorando cotoni con alto contenuto di trash.

Altri elementi segnalati in figura sono: la gabbia d'aspirazione (1), il pannello di controllo (9), il rullo d'alimentazione (5), il primo cilindro d'apertura (6).
La produzione oraria di questo apritoio può raggiungere i 600 kg di materiale sfioccato e la consegna ai silos di alimentazione delle carde avviene tramite un sistema di controllo, in grado di alimentare una linea di 12 carde (con una od anche due mischie in lavoro).

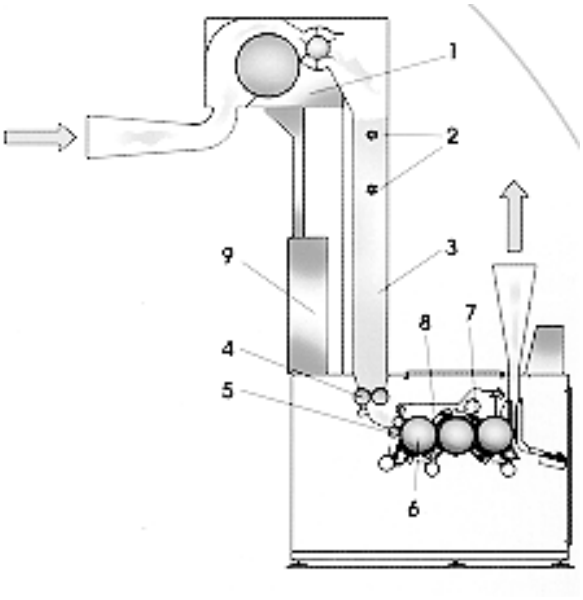


Fig. 12 Sezione dell'apritoio a tre cilindri

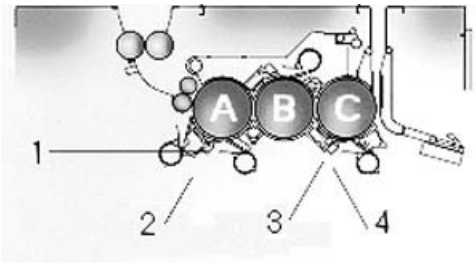


Fig. 13 Particolare del gruppo dei tre cilindri

Nel particolare a fianco riportato (Fig. 13), il flusso del materiale procede da sinistra verso destra, pertanto sono rappresentati: i tre cilindri di apertura (A è l'entrante, C è l'uscente), i coltelli (1), le bocchette d'aspirazione (2), i segmenti cardanti (3) ed i deflettori (4).

Superate le fasi di apertura e battitura (Fig. 14), il cotone giunge al silo d'alimentazione della carda (8), la cui funzione consiste nel ricevere il materiale sfioccato dall'apritoio e consegnarlo alla carda sotto forma di corposo velo regolare, producendo al massimo 150 kg/h di coltre.

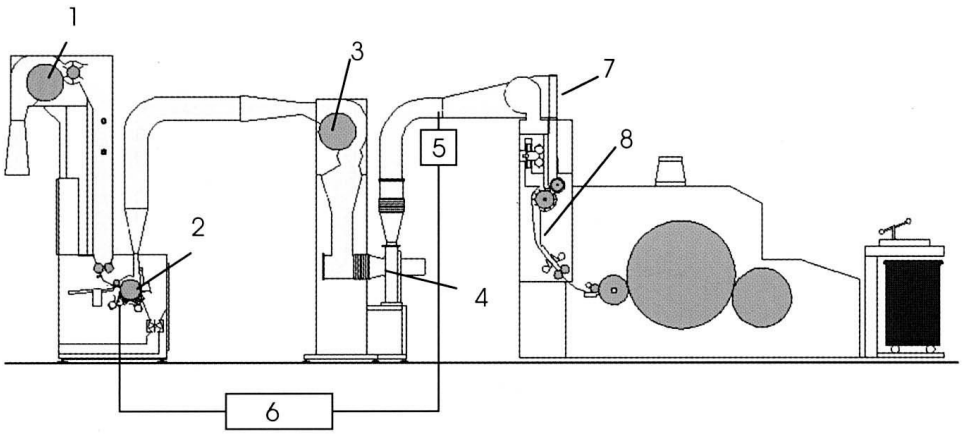


Fig. 14 Schema del collegamento tra apritoio e carda

Osservando lo schema sopra riportato si notano: la gabbia d'aspirazione (1) dell'apritoio orizzontale ad un cilindro (2), la gabbia d'aspirazione (3) del motoventilatore (4), il trasduttore di pressione (5) posto all'ingresso del silo d'alimentazione (8) della carda, l'unità di controllo (6), il canale d'alimentazione del silo (7).

In alternativa all'impiego di un motoventilatore tradizionale, soprattutto nella linea di produzione di filati open-end, è consigliabile l'utilizzo di uno specifico *separatore di polveri* (Fig. 15), ossia una vera e propria macchina inserita dopo l'ultimo punto di apertura e prima dell'alimentazione delle carde (Fig. 16), in grado di produrre fino a 600 kg/h di materiale sfioccato e privo di polveri e micropolveri. Il cotone sfioccato, richiamato dal motoventilatore (1) è convogliato attraverso il condotto d'alimentazione (2) in una speciale camera rivestita con lamiere perforate (4), per mezzo delle quali avviene l'estrazione delle polveri (7) e dei cascami (8) e la conseguente eliminazione tramite il condotto di rimozione (9). L'imbuto di aspirazione (5) raccoglie i fiocchi depolverizzati, che mediante la spinta fornita da un secondo motoventilatore (6), sempre tramite tubazioni aeree vengono convogliati ai silos di alimentazione delle carde. Fig. 16 rappresenta il collegamento tra l'apritoio (2) e il silo d'alimentazione della carda (8), tramite il depolverizzatore (4).

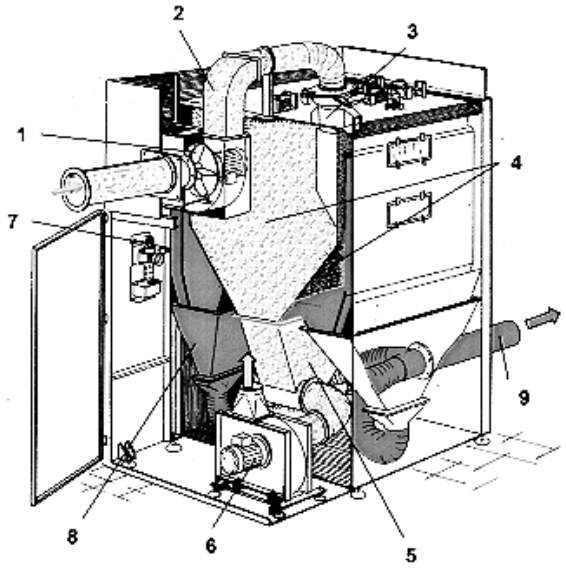


Fig. 15 Spaccato del separatore di polveri

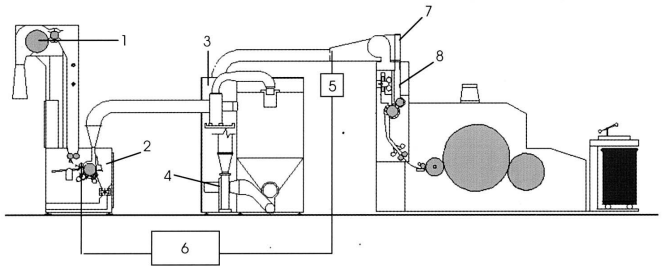


Fig. 16 Schema del collegamento tra apritoio e carda con utilizzo del separatore di polveri

Sempre osservando la Fig. 16 si nota la presenza del trasduttore di pressione (5) e dell'unità di controllo (6): il ruolo svolto da questi strumenti consiste nel regolare il flusso del materiale entrante nel canale d'alimentazione delle carde. Se il trasduttore di pressione rileva un aumento di pressione, significa che il canale d'alimentazione è saturo, pertanto comanda il rallentamento della produzione dell'apritoio o anche il suo arresto. Al contrario in caso di ripristino della normale pressione di lavoro, l'unità di controllo attua la ripresa produttiva dell'apritoio.
Il principio descritto, è applicato ogni qualvolta si ricorre alla presenza di un trasduttore di pressione o pressostato.

Il trasporto dei fiocchi di cotone nelle tubazioni aeree del sistema d'alimentazione delle carde, sfrutta un sistema a due camere, con controllo e regolazione continua del volume di materiale contenuto nella camera di riserva, pertanto osservando lo schema del *silo d'alimentazione della carda* (Fig. 17) si nota che nel canale d'alimentazione (1) il materiale transita sospinto da un adeguato flusso d'aria e cade (a richiesta) nel silo di ciascuna singola carda costituente l'omonima batteria.

Un apposito rullo di alimentazione (5) convoglia i fiocchi di cotone dalla camera superiore di riserva (4) al cilindro d'apertura (6) affinché vengano opportunamente diradati e trasferiti nella camera inferiore (9), in cui si attua la formazione della coltre uscente dal silo e quindi si configura il titolo del materassino entrante alla carda.
Un trasduttore (12) regola la velocità del rullo di alimentazione, in base alla pressione rilevata nel canale di accumulo (8); l'aria scaricata dalla camera superiore del silo (4), viene convogliata in un canale di estrazione della polvere (2), mentre l'aria della camera inferiore viene recuperata e riciclata dal motoventilatore (7).
Nello schema sono inoltre riportati: il cilindro sfaldatore (6), il canale di ripresa dell'aria inferiore (10), i rulli estrattori della coltre (11), l'unità di controllo (13).

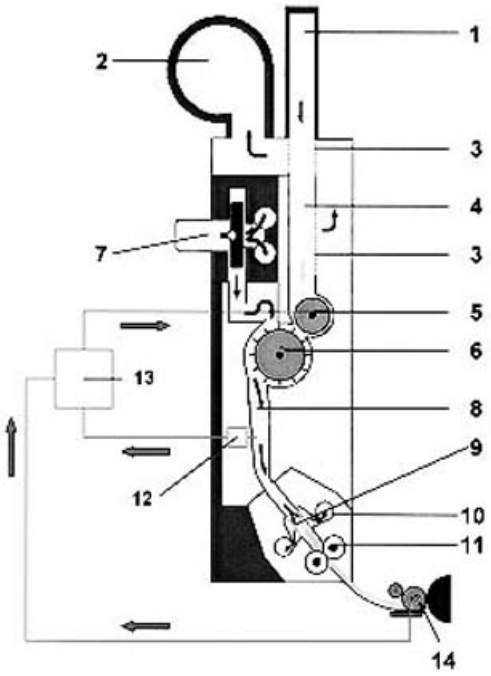


Fig. 17 Sezione del silo d'alimentazione

La coltre uscente dal silo è convogliata al rullo d'alimentazione (14) che costituisce il primo (in ordine di apparizione) elemento meccanico della carda.

CARDATURA

Generalità

La cardatura è una delle operazioni più importanti nel processo di filatura poiché determina in modo diretto le caratteristiche finali del filato, soprattutto per quanto riguarda il contenuto di grovigli fibrosi (neps) e di guscette. Gli scopi della cardatura sono molteplici e possono essere riassunti in:

- apertura del fiocco in fibre singole;
- eliminazione di tutte le impurità racchiuse nelle fibre, non eliminate nelle operazioni di pulizia precedenti;
- selezione delle fibre in base alla loro lunghezza con l'eliminazione di quelle più corte;
- rimozione dei grovigli fibrosi;
- parallelizzazione e distensione delle fibre;
- trasformazione dell'ovatta in nastro cioè in una massa regolare di fibre non ritorte.

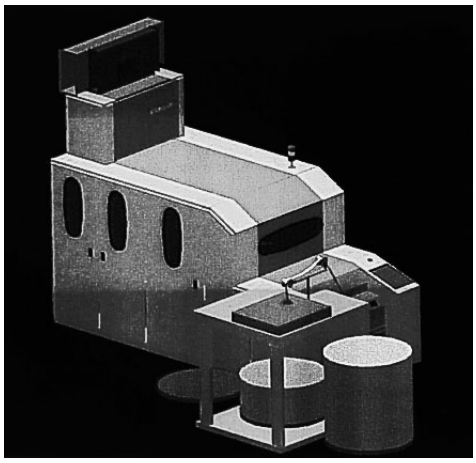


Fig. 18 Carda

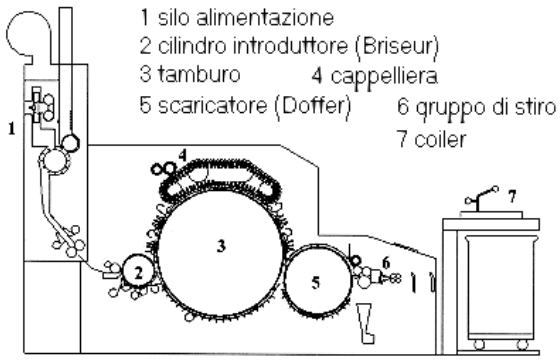


Fig. 19 Sezione della carda con silo

L'operazione di cardatura si esegue con la *carda* (Figg. 18 e 19), macchina che può essere considerata come un sistema di organi rotanti, cappelli mobili e fissi, ricoperti da punte d'acciaio che prendono il nome di *guarnizioni*.
Prima di iniziare la descrizione della carda, è necessario conoscere le suddette guarnizioni e le loro funzioni.

Guarnizioni

Esistono differenti tipologie di guarnizioni, in particolare:

- a filo, per organi rotanti;
- elastiche, per cappelli mobili;
- per cappelli fissi.

Le più diffuse sulla macchina, sono del tipo a filo: costituite da un nastro d'acciaio provvisto di denti taglienti a spigolo vivo, esse hanno l'estremità delle punte che è temprata per meglio sopportare l'usura dovuta all'azione abrasiva delle fibre. La base del nastro ha uno spessore maggiore di quello del dente, sia per garantire un appoggio che consenta ai denti di mantenere una posizione verticale, sia per evitare il contatto laterale fra i denti e permettere la necessaria momentanea penetrazione delle fibre nella guarnizione. Le dimensioni delle punte variano

notevolmente e dipendono dalla compattezza del materiale da lavorare, dalla quantità e dalla finezza delle fibre. I parametri che permettono di distinguere una guarnizione da un'altra sono:

- la popolazione, cioè il numero di punte presenti in un pollice quadrato di superficie guarnita (per i diversi dispositivi della carda la popolazione è diversa ed è strettamente legata al tipo di fibra in lavoro; per fibra fine, ad esempio, si utilizzano guarnizioni con popolazione fitta);
- l'altezza del dente, che varia al variare dei dispositivi;
- l'angolo compreso fra il dente e la base del nastro d'acciaio in senso longitudinale.

E' risaputo che un dispositivo guarnito si sposta in:

- senso positivo quando si muove nella direzione secondo cui sono inclinate le sue punte;
- senso negativo quando si muove in senso contrario all'inclinazione delle punte.

Il materiale fibroso viene a trovarsi fra i due elementi guarniti i quali, muovendosi, agiscono sulle fibre in maniera alterna: prima le trattengono, poi le rimuovono.
A seconda della disposizione delle punte, del senso del moto e della velocità dei dispositivi si possono avere due condizioni, denominate:

- posizione di *cardatura*, (Fig. 20) che si ottiene quando i dispositivi guarniti hanno le punte in contrapposizione ed il loro moto avviene con velocità e verso tali da permettere una presa reciproca delle fibre e quindi uno scioglimento dei grovigli fibrosi e l'eliminazione di trash e polvere.

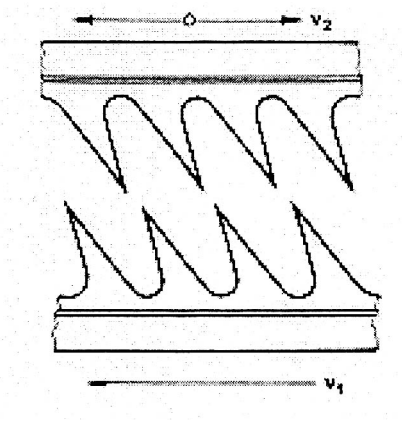


Fig. 20 Rappresentazione della fase di cardatura

- posizione di *spazzatura o spazzolatura* (Fig. 21), che si ottiene invece, quando i dispositivi hanno le punte convergenti ed il loro moto avviene con velocità e verso tali da permettere il passaggio delle fibre da un organo all'altro.

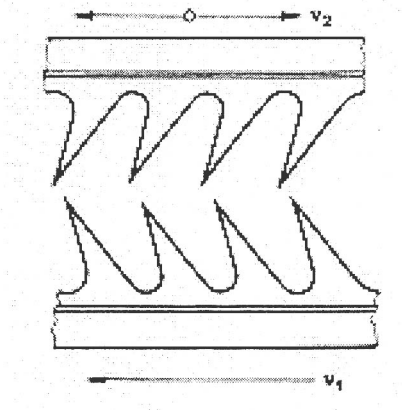


Fig. 21 Rappresentazione della fase di spazzolatura

Carda

L'ovatta, svolta lentamente dai cilindri convogliatori del silo d'alimentazione descritto nelle pagine precedenti, si adagia (Fig. 22) su una tavola di alimentazione (4), all'estremità della quale si trova un cilindro alimentatore (1). La tavola di alimentazione è costruita in metallo ben levigato in modo da non trattenere le fibre e la sua parte terminale ha una particolare forma a becco per permettere il massimo avvicinamento del punto di tenuta delle fibre al cilindro alimentatore.

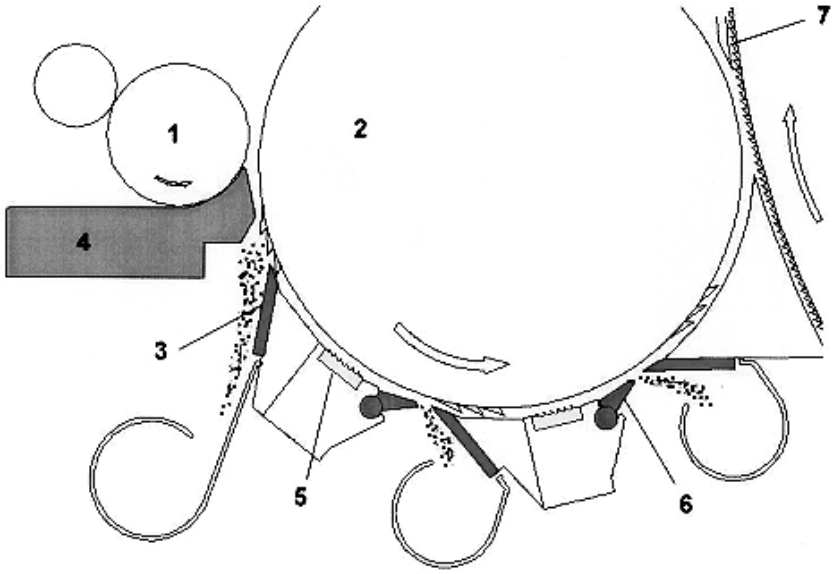


Fig. 22 Particolare del cilindro introduttore

Il cilindro alimentatore, che ha un diametro di circa 10 cm, è dotato di un moto lento e consegna le fibre al cilindro introduttore (2, detto briseur) costruito in metallo leggero di diametro compreso tra 25 e 35 cm, che ruota positivamente ad alta velocità, dai 400 ai 1.300 giri al minuto. Lo stiro esistente tra il cilindro alimentatore e il briseur è di circa 2.000 volte, ciò significa che un metro di coltre alimentata dal cilindro alimentatore, diventa 2.000 m sulla superficie del briseur. Il materiale in questa fase raggiunge un elevato grado di apertura con l'eliminazione di trash e grovigli fibrosi. Per ottenere una sufficiente apertura è necessario rispettare una condizione teorica, secondo la quale il numero di punte del cilindro introduttore che passano davanti alla tavola di alimentazione, deve essere uguale al numero di fibre alimentate nel medesimo tempo. Il rapporto tra queste due grandezze, nell'unità di tempo, viene definito *intensità di cardatura*. Pertanto per aumentare l'intensità di cardatura si dovrà diminuire la quantità di fibre entranti e viceversa. Il briseur è dotato di guarnizione rigida con denti grossi e resistenti.

Molto importanti, per ottenere una buona apertura e pulizia del materiale, sono la griglia ed i coltelli dell'introduttore. Osservando Fig. 22, si nota che la griglia è composta da tre parti: una piastra iniziale a coltello (3), un settore con punte a sezione triangolare (5), costituente il cappello fisso, infine, un terzo settore a piastra continua (6) denominato tegolino. Oltre a favorire la pulizia e la selezione delle fibre, essa permette il recupero di ciocche di fibre buone che eventualmente si staccassero dal briseur. Per favorire ciò, si tende a registrare la griglia in modo eccentrico, rispetto al briseur, avvicinandola maggiormente verso l'uscita; in particolare la quantità di scarto è determinata dalla posizione assunta dai tegolini, rispetto alle punte del cilindro.

I coltelli del briseur hanno la funzione di eliminare le grosse impurità che il cilindro ha portato con sé. Essi sono costituiti da sbarre d'acciaio con sezione trapezioidale a spigolo vivo, in contrapposizione alle punte del briseur, in modo da obbligare il materiale a subire un urto violento e quindi ad abbandonare parti estranee e grovigli fibrosi, che di solito, essendo più pesanti delle fibre, sporgono maggiormente dalle guarnizioni e raccolgono il materiale lasciato sporgere dal tegolino. Immediatamente dopo il cilindro introduttore, si trova il tamburo (7). Esso consiste in un cilindro di diametro notevole, circa 130 cm, in ghisa e generalmente fuso in un solo pezzo al fine di garantirne robustezza e indeformabilità. Dopo la fusione il tamburo viene stabilizzato in forno oppure lasciato stagionare all'aria aperta per alcuni mesi, poi accuratamente tornito, rettificato e bilanciato. Il tamburo è dotato di guarnizione rigida e fitta, ruota positivamente con una velocità periferica doppia rispetto a quella del briseur (perciò tra i due elementi si ha uno stiro pari a due volte) e si trova in fase di spazzatura con esso.
Sotto il tamburo si trova una griglia, che ha il compito di favorire l'eliminazione delle fibre corte e di impedire la dispersione di fibre che viene generata sia dall'elevata forza centrifuga sia dalla corrente d'aria che si sviluppa per il moto rotatorio del tamburo. Per poter eseguire tale funzione, la griglia è disposta eccentricamente, con distanza maggiore all'entrata. La griglia può essere a sbarrette o in alcuni casi di lamiera forata. Il tamburo può raggiungere la velocità di 500-600 giri al minuto. Si può altresì affermare che con l'aumento della velocità del tamburo, le particelle di trash nel nastro di carda diminuiscono. Tuttavia si è notato, tramite prove di laboratorio, che questa correlazione ha un andamento asintotico verso un valore di massima, cioè un ulteriore aumento di velocità, ad esempio da 400 a 500 giri al minuto, non porta alcun progresso significativo nella pulizia del nastro di carda.
La velocità del tamburo è importante anche per quanto riguarda altri due parametri: il numero di fibre presenti sul tamburo e lo sfibramento delle stesse. Per quanto riguarda il primo, a parità di ogni altra condizione, più aumenta la velocità più diminuisce la densità delle fibre. Mentre lo sfibramento aumenta, invece, in misura più che proporzionale con l'incremento di velocità del tamburo. Sopra il tamburo si trova una serie di piastre denominate cappelli mobili, la cui profondità è pari a quella del tamburo.

Cappelli

I cappelli mobili (Fig. 23) in passato erano costituiti da sbarre in ghisa, aventi una sezione a forma di T per la presenza di una robusta nervatura, posta al centro, nel senso longitudinale, per aumentarne l'indeformabilità. Attualmente la nervatura è realizzata in una lega di alluminio, che ne aumenta l'indeformabilità e la leggerezza. Alla base dei cappelli, sono fissate delle guarnizioni di tipo semirigido; essi sono collegati tra loro da speciali catene (Fig. 24 - 2) e con le loro estremità appoggiano su speciali archi fissati alle spalle della macchina. La distanza fra cappelli e tamburo diminuisce verso l'uscita (a destra guardando gli schemi di Figg. 23 e 24), in modo di facilitare il districamento graduale delle fibre; il loro moto può essere sia negativo che positivo (a seconda della soluzione scelta dal costrutore) ma è comunque lentissimo e dipende dall'intensità di cardatura che si vuole ottenere: se la velocità aumenta, aumenta anche la quantità di cascame.

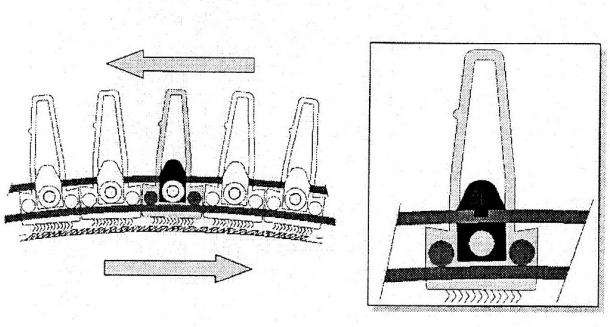


Fig. 23 Particolare dei cappelli

Il piano delle punte dei cappelli non risulta parallelo con quello del tamburo, ma forma un angolo di circa 1,5 gradi, in quanto le fibre verrebbero afferrate quasi esclusivamente dalle prime file dei cappelli, con conseguente diminuzione della superficie cardante e rapida usura delle punte delle guarnizioni. Pertanto la disposizione inclinata di ogni cappello permette di far lavorare in modo uniforme tutte le punte e di realizzare una presa graduale delle fibre che tra un cappello e l'altro si risollevano sotto l'azione della forza centrifuga.

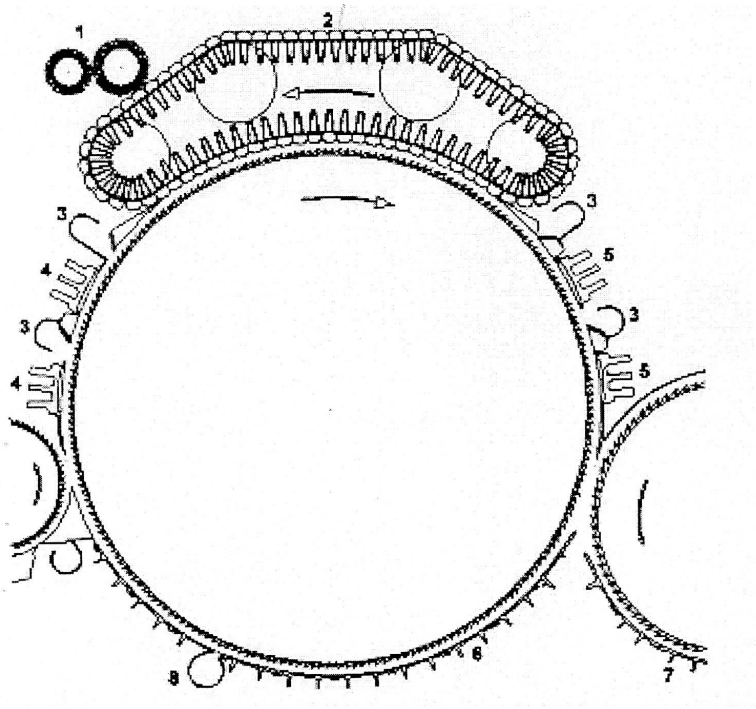


Fig. 24 Particolare della regione del tamburo

Osservando la Fig. 24, si nota come ogni cappello può trovarsi in fase di lavoro oppure in quella di riposo. Nel primo caso si ha la contrapposizione tra le punte del tamburo e quelle del cappello e quindi la vera fase di cardatura, mentre nel secondo i cappelli hanno le punte delle guarnizioni rivolte verso l'alto.
La pulizia dei cappelli avviene tramite un pettine oscillante che rimuove lo scarto dalle punte dei cappelli, e da una spazzola ruotante (1), ricoperta da una guarnizione flessibile dalle punte a ginocchio, molto lunghe, che penetrando nelle guarnizione dei cappelli effettuano una pulitura completa dello scarto residuo.
Tra il briseur e l'entrata dei cappelli e tra l'uscita degli stessi ed il cilindro scaricatore o doffer si trovano alcuni cappelli fissi (4 e 5) e le rispettive unità di pulizia composte da un coltello di pulizia (3) con una bocchetta, in aspirazione continua, che determina un buon effetto depolverizzante. I capelli fissi hanno la funzione di aumentare la cardatura, migliorando così la qualità del nastro di carda. Nelle carde moderne, allo scopo di ottenere una lavorazione senza problemi anche con cotone appiccicoso, vengono utilizzate speciali piastre in alluminio (6 e 7) e un'aspirazione diretta del sottocarda (8). Tutte le fibre cardate dal tamburo passano successivamente su di un cilindro scaricatore o doffer, che è ricoperto da una guarnizione rigida, simile a quella del tamburo, molto fitta. La velocità periferica del cilindro scaricatore è inferiore rispetto a quella del tamburo, pertanto tra i due avviene un processo di condensazione. Per permettere la raccolta delle fibre in un velo uniforme, il moto del doffer è negativo mentre tra lo

stesso ed il tamburo avviene un'azione di cardatura. Da quanto detto il passaggio delle fibre dal tamburo al doffer non potrebbe avvenire. Ciò è invece possibile per le seguenti ragioni:

- le punte del cilindro scaricatore risultano sempre pulite e quindi può facilmente avvenire il passaggio delle fibre dal tamburo al doffer;
- la vicinanza tra le punte del tamburo e del doffer permette a quest'ultimo di afferrare le fibre;
- la forza centrifuga, generata dall'alta velocità del tamburo, e la corrente d'aria, tendono a staccare le fibre dalle punte del tamburo, convogliandole verso la superficie dello scaricatore;
- la maggior lunghezza delle punte del doffer, rispetto a quelle del tamburo, fa si che le fibre siano trattenute dalle prime;
- due organi in posizione di cardatura tra loro operano uno scambio reciproco di fibre.

Durante il passaggio delle fibre dal tamburo al cilindro scaricatore diverse fibre si ripiegano su se stesse dando luogo ad uncini, che si comportano come le fibre corte. Gli uncini possono essere di coda, se la ripiegatura delle fibre avviene in senso contrario a quella del moto del materiale, oppure di testa in caso opposto. Questo difetto sarà eliminato successivamente, con gli stiratoi ed eventualmente dalla pettinatrice; dall'analisi di prove di laboratorio è emerso che dalla carda escono prevalentemente uncini di coda.
Il velo formatosi sul doffer viene staccato, in modo continuo, tramite un cilindro estrattore guarnito che, ruotando in senso contrario al cilindro scaricatore, riesce a prelevare le fibre riunitesi in un velo. Quest'ultimo viene raccolto, fatto passare in una coppia di cilindri di acciaio lisci e, tramite due cinghie piane, accompagnato in un imbuto convogliatore, che provvede alla condensazione del velo facendolo diventare nastro. Il nastro viene richiamato da una coppia di cilindri: gli inferiori sono di acciaio e presentano rigature longitudinali, mentre i superiori sono ricoperti di gomma e mantenuti pressati su quelli inferiori. Tramite questa coppia di cilindri si esegue l'operazione di stiro, cioè si aumenta la parallelizzazione delle fibre. Lo stiro in questa zona non supera le due volte.
All'uscita dal gruppo di stiro vi è un sistema di controllo della presenza del nastro, che provvede ad arrestare immediatamente la macchina nel caso in cui il nastro venisse a mancare.
Il nastro successivamente passa in un altro imbuto e viene distribuito in un vaso attraverso uno speciale dispositivo denominato coiler, composto da una coppia di calandrine (necessarie al richiamo ed all'avanzamento del semilavorato), da un imbuto di condensazione portato da un piatto dotato di moto rotatorio (per distribuire il nastro nel vaso a spire accostate). Al suo interno il vaso è dotato di un piatto di alluminio o di plastica, sostenuto da una molla che serve a mantenere costante la distanza fra il piatto distributore ed il punto di uscita del nastro, allo scopo di ridurre la formazione di eventuali falsi stiri nel tratto di nastro compreso tra l'uscita dello stesso dal coiler ed il fondo del vaso. Infatti man mano che il semilavorato si deposita si adagia sul piatto, la molla si comprime.
Nel corso dello svolgimento del nastro dal vaso di carda, la molla assolve la medesima funzione descritta, ma in maniera opposta, ossia sostenendo il nastro verso l'alto.

Pulitura automatica della carda

Poiché la carda produce una notevole quantità di polvere, è necessaria una continua aspirazione mediante un impianto pneumatico, dotato di bocchette di ripresa, in grado di richiamare aria viziata da vari punti della macchina e convogliarla nell'impianto centralizzato del condizionamento.
I principali punti di prelievo sono:

- tra il cilindro e la tavola di alimentazione ed il briseur;
- tra i cappelli in lavoro;

- tra il doffer e il cilindro staccatore;
- sotto il briseur, il tamburo e il doffer.

Per quanto riguarda lo scarto delle impurità, sia sotto il briseur che nei cappelli, viene rimosso saltuariamente tramite l'aspirazione centralizzata della macchina.

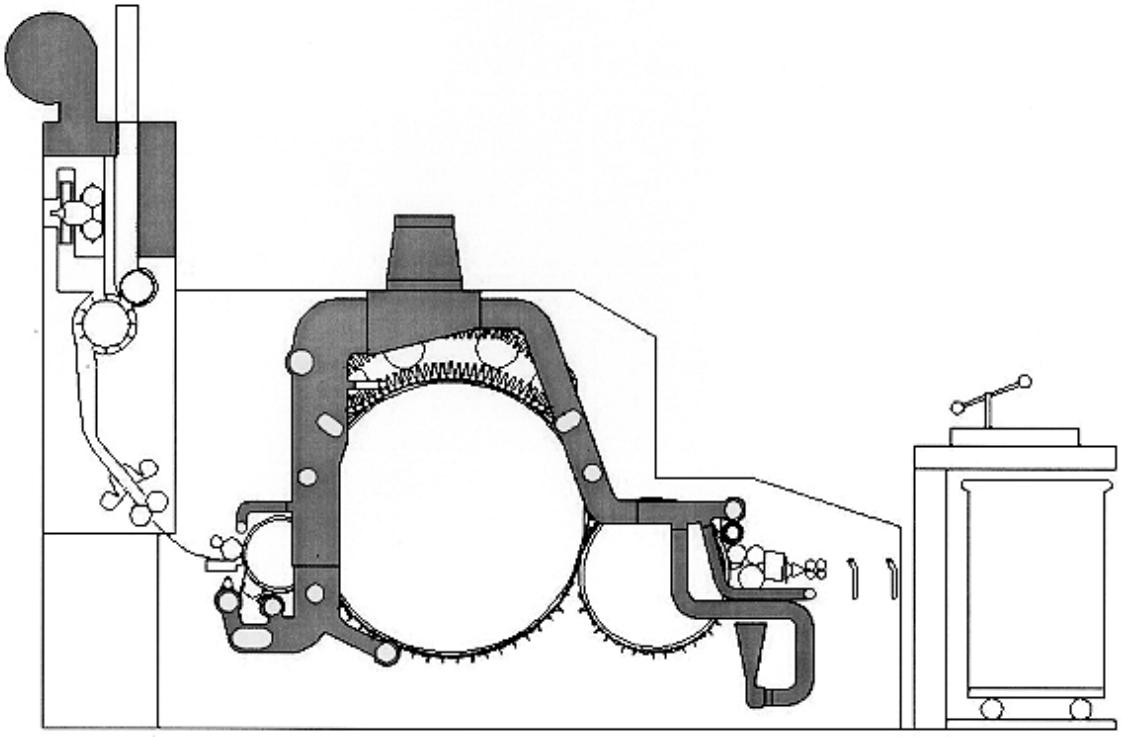


Fig. 25 Schema del sistema di pulitura automatica

Autoregolazione del titolo del nastro

Il nastro di carda presenta di solito delle variazioni di titolo (irregolarità a lungo periodo) dovute principalmente alla sezione della coltre entrante; più raramente si generano irregolarità di sezione su brevi tratti di nastro (le cosiddette irregolarità a corto periodo).
L'eliminazione di questi ultimi è ottenibile tramite l'accoppiamento di più nastri, sugli stiratoi.
Per ovviare alla variazione di titolo, sulle carde, si utilizza un dispositivo chiamato autoregolatore (Fig. 26) che, variando lo stiro della macchina in funzione delle variazioni della sezione del materiale, permette di ottenere nastri di massima regolarità.
L'autoregolatore è composto da:

- un dispositivo misuratore che controlla, in entrata o in uscita, la sezione della massa fibrosa in lavoro e invia segnali con intensità proporzionale alla sezione misurata;
- un'apparecchiatura elettronica che elabora e discrimina i dati inviati dal dispositivo misuratore e, se lo scarto tra il valore misurato e il valore desiderato é superiore alla tolleranza prefissata, invia degli impulsi elettrici al variatore dello stiro;
- un variatore di velocità, da cui dipende il moto di un dispositivo regolatore, che effettua la variazione dello stiro della macchina in funzione della sezione del materiale controllato.

In base alla posizione dei dispositivi misuratore e regolatore si hanno autoregolatori a circuito chiuso quando il misuratore é posto prima del regolatore oppure a circuito aperto quando avviene il contrario.

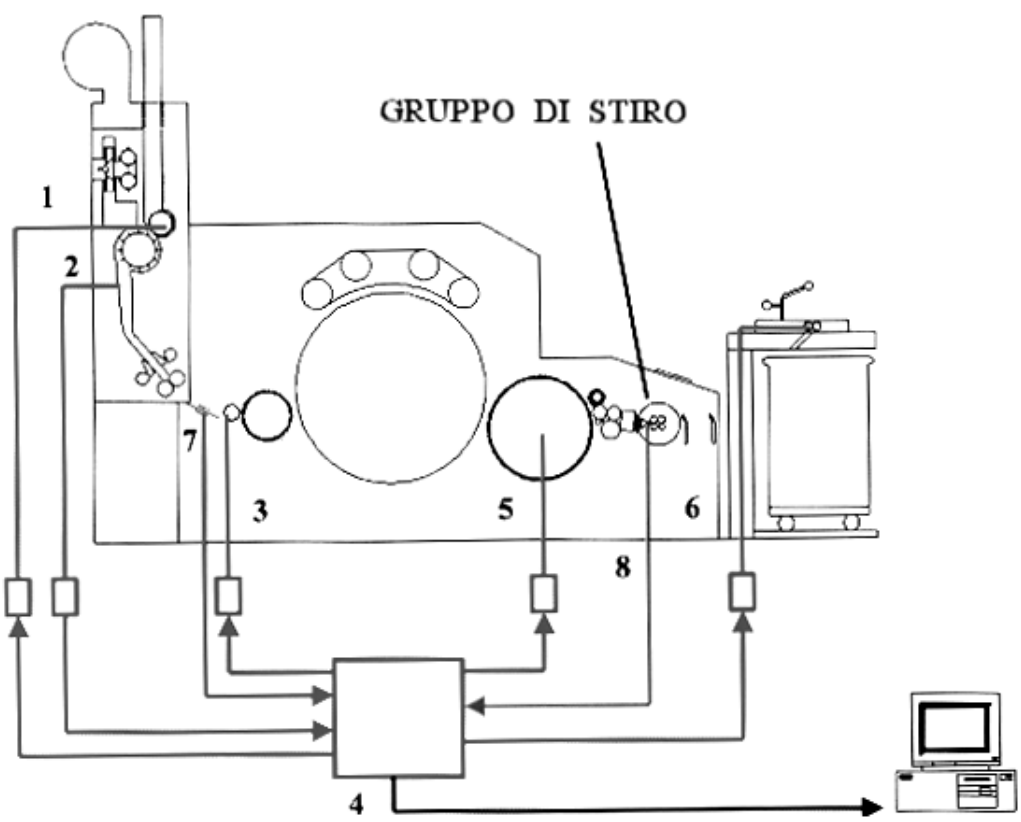


Fig. 26 Schema dell'autoregolatore, per difetti a medio periodo

1 Cilindro alimentatore silo
2 Pressostato analogico
3 Cilindro alimentatore carda
4 Microcomputer
5 Doffer
6 Coiler
7 Sensore dello spessore del materassino
8 Imbuto con sensore di monitoraggio della quantità di nastro

Riciclo degli scarti di lavorazione

In conseguenza alle lavorazioni di filatura e tessitura (maglia o lineare) del cotone e delle fibre a taglio cotoniero siano esse cardate, pettinate o open end, è nata la lavorazione delle fibre rigenerate ove per fibre rigenerate si intendano gli scarti di maglieria, i sottoprodotti derivati dal ciclo di filatura (filetti, peigneuse), i cascami, gli scarti di tessitura (cimosse) ecc.
Sino agli anni ottanta questo tipo di fibre veniva riciclato grazie al sistema di filatura cardata tradizionale: venivano infatti lavorate su assortimenti a due o tre carde e poi filate su tradizionali filatoi ad anello.
Con il diffondersi della filatura a rotore queste fibre hanno cominciato ad essere lavorate con

questa nuova tecnologia che nell'arco di pochi anni ha completamente soppiantato la filatura cardata tradizionale.
Le fasi di lavorazione degli scarti di cotone sono perciò diventate:
- sfilacciatura dei materiali più duri (scarti di maglia, cimosse, filetti)
- battitura dei cascami
- miscelazione con materiali di rinforzo
- cardatura con sistema cotoniero con la necessità di parallelizzare ed aprire delle fibre che sono molto più corte e molto meno aperte scartandone la minor quantità possibile.
- accoppiamento e stiro (stiratoio cotoniero). Indispensabile per l'ottenimento di titoli più fini, è evitabile nel caso di titoli più grossi mediante l'applicazione di autoregolatori sulle carde e passaggio diretto al filatoio.
- filatura a rotore, alimentata direttamente dalle carde o dagli stiratoi a seconda del prodotto finito.

Le carde per cotoni rigenerati e per cotoni molto sporchi devono aprire e pulire quanto non può essere aperto in fase di preparazione della fibra e devono dare la minor percentuale possibile di scarti, essendo estremamente difficile riciclare per la seconda volta questo tipo di fibre.
Come si vede dallo schema allegato (Fig. 27) queste carde sono equipaggiate con un gruppo di pre-apertura formato da un avantreno (dia 700 mm) con una serie di cappelli fissi e guarnito in modo ordinario. E' compito di questo cilindro pre-cardare le fibre.

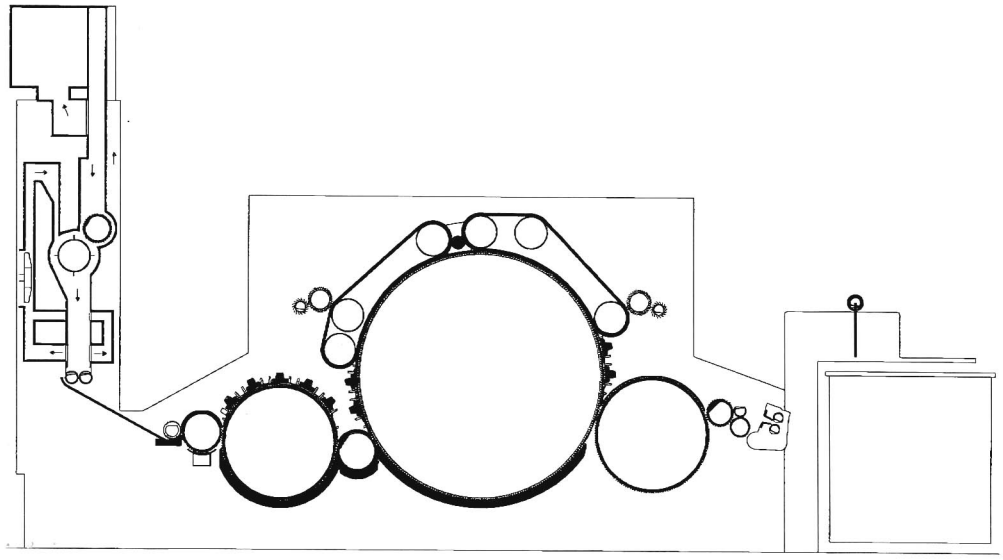


Fig. 27 Schema di carda per cotoni rigenerati

Queste carde hanno un cilindro principale di diametro superiore a quello delle carde cotoniere tradizionali (1500 mm) che consente l'applicazione di una doppia cappelliera (64 cappelli in entrata al tamburo e 70 in uscita) che permette una elevata azione di cardatura e migliora la pulizia del materiale uscente.
La velocità del tamburo varia da 300 a 450 rpm, mentre i cappelli variano da 100 a 400 mm al min.
Le velocità sia del tamburo che dei cappelli sono variabili per facilitare la messa a punto della cardatura in funzione del tipo di materiale in lavorazione, tenendo presente che in questo settore le fibre sono molto disomogenee.
L'aspirazione della macchina viene usata solo per aspirare le polveri che si generano durante la lavorazione.

Un solo coltello di scarto dei materiali grossolani viene applicato sull'entrata del briseur.
Cappelli fissi sul tamburo sia all'entrata che all'uscita facilitano la parellelizzazione delle fibre distribuite sul tamburo e di conseguenza permettono la loro pulizia e apertura.
Una volta cardato il materiale si condensa sul pettinatore e viene convogliato tramite due cinghie trasversali (indispensabili in questo tipo di lavorazione) che trasportano il velo uscente dallo staccavelo in un imbuto.
Nelle lavorazioni dirette carda-open end su ogni carda si applica un autoregolatore del nastro che, agendo sulla velocità di uscita del nastro, e eventualmente su quella di entrata del materiale permette di ridurre le variazioni di titolo sul nastro.
Nelle lavorazioni con passaggio attraverso gli stiratoi (non possibile in caso di fibre molto corte o difficili da stirare in modo uniforme) la regolarità del nastro in alimentazione ai filatoi viene data sia dall'accoppiamento di nastri provenienti da carde diverse che dall'autoregolazione dello stiratoio stesso.
Il passaggio attraverso uno stiratoio (quando è possibile) permette anche l'accoppiamento di nastri provenienti da carde diverse e grarantisce sul nastro finale una omogeneità perfetta non possibile nel caso di passaggio diretto.

Sulla base di queste considerazioni, la filatura open end di fibre rigenerate permette l'ottenimento di filati che raggiungono un titolo max Ne 5 nel caso di filatura diretta carda filatoio e di filati fino a Ne 20 nel caso di passaggio attraverso stiratoio.

Quando si debbano lavorare cotoni molto sporchi e cascami di cotone la carda (avente essenzialmente la struttura indicata) viene equipaggiata con punti aggiuntivi di aspirazione (sotto al briseur ed al tamburo principale) in modo da asportare quante più impurità possibili dal materiale.

Accoppiamento e stiro

Nella preparazione alla filatura delle fibre in fiocco, l'accoppiamento e lo stiro rappresentano due operazioni essenziali ed il loro effetto congiunto permette di ottenere un nastro di sezione più regolare (tramite l'accoppiamento) e dotato di fibre parallele (mediante lo stiro), nonché del titolo richiesto dal piano di filatura.
L'operazione di stiratura ottenuta con macchine chiamate stiratoi (Fig. 28), consente una mischia omogenea sia con fibre della medesima natura che con fibre di natura diversa; gli accoppiamenti sono solitamente compresi tra quattro e otto.
A parità di caratteristiche delle fibre quali la lunghezza e la finezza, un nastro con fibre parallele permette di ottenere un filato con miglior regolarità e resistenza. Lo stiro dipende da alcuni fattori tra cui: il numero di accoppiamenti eseguiti ed il valore del titolo del nastro entrante e di quello uscente. Con lo stiro si eliminano, altresì, gli uncini, cioè le fibre ripiegate su se stesse, presenti nel nastro cardato.

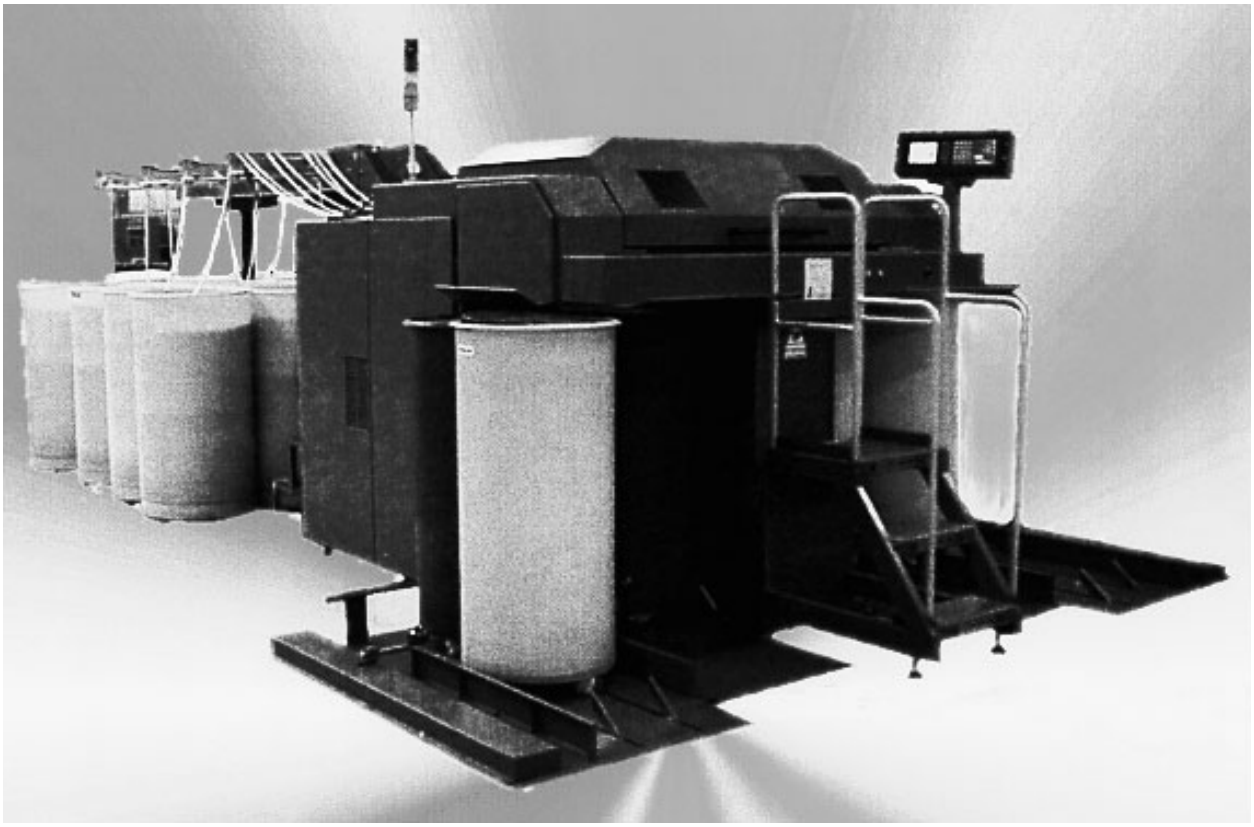


Fig. 28 Stiratoio

Stiratoio

I vasi che contengono il nastro, vengono disposti lungo la cantra di alimentazione dello stiratoio, solitamente composta da otto coppie di cilindri sovrapposti (ogni coppia sovrasta lo spazio occupato da un vaso): il cilindro inferiore è comandato positivamente, mentre il superiore è appoggiato sull'inferiore in modo da assicurare il movimento del relativo nastro che scorre tra i due.

Supportati dalla cantra, i nastri vengono richiamati dai cilindri di entrata dello stiratoio, ai quali giungono opportunamente guidati, ed accostati uno all'altro su una tavola ben levigata. Il sistema descritto, permette di ridurre notevolmente i cosiddetti falsi stiri, a cui i nastri possono essere soggetti. I falsi stiri, sono quegli allungamenti che materiali poco consistenti, come il nastro o lo stoppino, subiscono sia durante il passaggio da una macchina all'altra (ma anche sulla medesima macchina) per effetto di attriti eccessivi e tensioni anomale. L'entità dei falsi stiri dipende pertanto dalla distanza tra il punto di consegna o di svolgimento ed il punto di richiamo del materiale, oltre che dalla levigatezza o scorrevolezza degli organi di sostegno e di guida.
Un altro importante accorgimento atto a contenere i falsi stiri, come abbiamo visto precedentemente, è quello dell'impiego di vasi con piatti a molla, per mezzo dei quali è possibile mantenere minima e costante la distanza tra il punto di svolgimento del nastro ed i cilindri di richiamo.

Gruppo di stiro

Il *gruppo di stiro* è composto da una serie di cilindri inferiori denominati di stiro, sormontati da una serie di cilindri superiori ricoperti di gomma denominati di pressione.
I cilindri di stiro sono barre di acciaio costituite da un unico pezzo o da varie sezioni unite esattamente tra loro; devono essere perfettamente cilindrici e presentare delle scanalature in senso longitudinale, in modo che le fibre possano essere afferrate nel punto di tangenza con i cilindri di pressione e successivamente staccarsi con facilità, senza provocare avvolgimenti.
Le scanalature possono essere di due tipi: parallele o elicoidali.
I cilindri di stiro sono sostenuti in più punti in modo da impedire o limitare la loro flessione e scorrono su cuscinetti a rotolamento montati sui supporti; è importante la scelta del diametro ottimale in quanto con l'aumentare del diametro si ottiene:
1) una minore velocità angolare dei cilindri inferiori e conseguentemente minori vibrazioni e usura dei cuscinetti;
2) un aumento dell'arco di pinzatura dei cilindri, che permette un miglior controllo delle fibre;
3) una riduzione della pressione dei cilindri superiori e quindi un minor carico sui cilindri di stiro con maggior durata dei rivestimenti, minor usura dei cuscinetti e minor consumo di energia.

I cilindri di pressione sono anch'essi d'acciaio e sono rivestiti con manicotti di gomma; sono provvisti di perni di supporto alle estremità che entrano in apposite guide, che stabiliscono la posizione dei cilindri e si collegano con i rispettivi dispositivi di carico. La gomma dei manicotti deve:
- consentire una eccellente presa delle fibre, ma nel medesimo tempo, deve consentire una buona durata nel tempo;
- resistere all'abrasione prodotta dalle fibre e dal cilindro di stiro;
- essere elastica al punto di poter riprendere la forma originaria dopo aver subito uno schiacciamento sul cilindro di stiro;
- essere antiadesiva in modo da respingere sostanze quali ensimaggi, cere, zuccheri, che tendono a rimanere sulla superficie del cilindro, disturbando il normale processo di lavorazione;
- contenere componenti antistatici in modo da respingere le cariche elettriche tendenti ad attirare le fibre sulla sua superficie.

Sui perni dei cilindri di pressione viene applicato un determinato carico, che consente uno schiacciamento più o meno forte contro i cilindri di stiro corrispondenti. Il suddetto carico viene esercitato mediante dispositivi a pressione d'aria o a molle.
La pressione conferita può suddividersi in assoluta o relativa. La prima si ottiene quando si esercita

una pressione a fondo, su tutte le fibre esistenti tra i cilindri, in modo che le stesse fibre assumano la velocità periferica del relativo cilindro di stiro. La seconda si attua quando si esegue un semplice controllo delle fibre sottoposte a stiro, in modo che le stesse, potendo scorrere tra la coppia di cilindri senza rompersi, vengono opportunamente guidate e accompagnate e quindi non fluttuano. L'uniformità del nastro stirato dipende, pure dallo scartamento tra i cilindri, cioè dalla distanza tra due cilindri contigui di uno stiratoio. Un scartamento non corretto provoca forti fluttuazioni di fibre e quindi irregolarità di sezione. Esso dipende da alcuni fattori quali: la lunghezza delle fibre, la quantità di fibre da stirare, l'entità dello stiro nella relativa zona (denominato stiro parziale), l'entità della pressione sui cilindri interessati, il grado di parallelismo delle fibre. Generalmente lo scartamento aumenta all'aumentare delle suddette grandezze.
Per quanto riguarda le fibre fluttuanti, è importante evidenziare che il valore di stiro dipende essenzialmente dal numero di fibre presenti nella massa fibrosa da stirare.
In una zona di stiro le fibre si possono trovare in tre posizioni:
- trattenute dalla coppia d'entrata dei cilindri e quindi fatte avanzare lentamente;
- afferrate dalla coppia di uscita dei cilindri e perciò costrette ad assumere una velocità superiore;
- libere, cioè fibre che trovandosi nella parte centrale della zona di stiro ed essendo più corte delle altre e non parallele, non sono prese né dall'una né dell'altra coppia di cilindri.

Se le fibre libere seguono quelle trattenute, non si avranno problemi in quanto esse verranno afferrate dalla coppia dei cilindri in uscita nel momento opportuno e quindi stirate in modo adeguato. Nel caso in cui le fibre libere seguono quelle afferrate dalla coppia d'uscita, si ha la fluttuazione delle fibre, ossia le fibre percorrono la zona di stiro con una velocità maggiore di quella richiesta da uno stiro regolare, portandosi in una posizione più avanzata di quella che avrebbero dovuto occupare. Esse pertanto, con il loro moto irregolare e periodico, danno origine alle cosiddette onde di stiro.
Le fluttuazioni fibrose provocano, nel nastro, tratti con delle variazioni di sezione che possono essere fini (detti anche tagli) o grossi. La quantità di tali difetti è proporzionale al numero di fibre fluttuanti e alla frequenza delle onde.
I gruppi di stiro montati sugli stiratoi si possono raggruppare in due categorie:
- sistemi di gruppi di stiro composti da tre cilindri di pressione e quattro di stiro;
- sistemi di gruppi di stiro composti da quattro cilindri di pressione su cinque di stiro, con un cilindro di stiro intermedio di minor diametro rispetto agli altri e con barra di pressione.

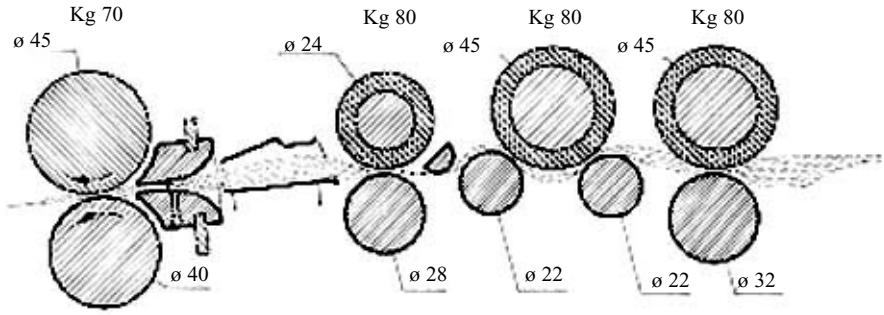


Fig. 29 Gruppo di stiro a 3 cilindri su 4, con barra di pressione

I sistemi a barra di pressione (Fig. 29), utilizzati essenzialmente quando si lavorano delle mischie composte da fibre di diversa lunghezza, presentano un gruppo di stiro di tre cilindri di pressione e di stiro e una barretta cilindrica non ruotante detta barra di pressione, posta tra il primo e il secondo cilindro di pressione e collegata direttamente con quest'ultimo attraverso dei piccoli bracci all'estremità. Essa perciò, si trova sopra il fascio fibroso e lo comprime durante l'attraversamento della zona di uscita (zona in cui si esercita il massimo stiro), obbligando le fibre ad aderire le une alle altre. Si realizza, così un notevole controllo delle fibre e conseguentemente una buona distribuzione delle stesse durante lo stiro, ottenendo dei nastri regolari anche a velocità elevate.

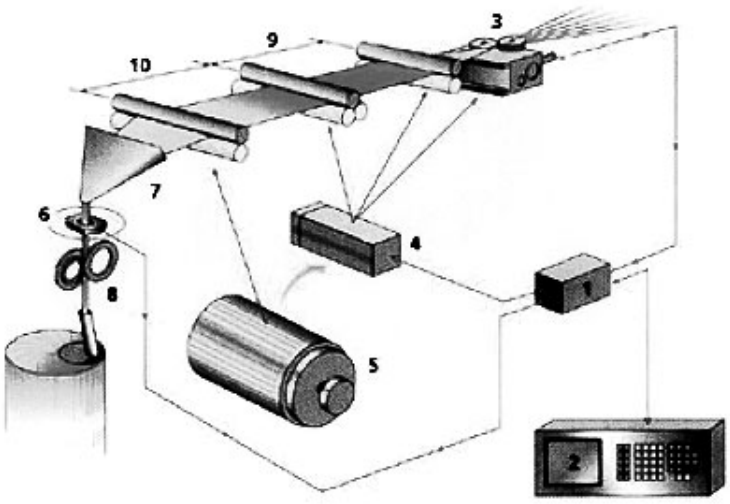


Fig. 30 Schema di un autoregolatore dello stiratoio

1 Modulo di autoregolazione	6 Sensore di monitoraggio
2 Computer di bordo	7 Condensatore del velo
3 Unità di misurazione	8 Calandra di uscita
4 Servomotore	9 Prestiro
5 Motore principale	10 Stiro principale

Come sulla carda anche sugli stiratoi vengono posti degli autoregolatori (Fig. 30) che hanno il compito di correggere lo stiro in funzione della variazione della massa fibrosa, per mantenere il più possibile regolare la sezione del nastro e quindi portare ad una riduzione delle rotture dei fili in filatura e nelle successive lavorazioni.
Sullo stiratoio le variazioni di massa dei nastri sono evidenziate da un dispositivo misuratore (3), composto da cilindri di scansione, e sono compensate tramite uno stiro variabile prodotto da un processore digitale e un variatore di velocità che comanda determinati cilindri di stiro.
Agli stiratoi è possibile ottenere i seguenti valori:

- lo stiro totale della macchina, può variare da 6 a 9 volte circa e solitamente interessa la zona d'uscita, nella quale si realizza uno stiro parziale tra le 4 e le 7 volte;
- lo stiro parziale d'entrata, può variare da 1,2 a 1,8 volte circa e interessa appunto la zona d'entrata tra l'ultimo e il penultimo cilindro;
- lo stiro di tensione dei nastri entranti tra i cilindri di richiamo e i cilindri d'entrata del gruppo di stiro oscilla tra 0,9 ed 1;
- lo stiro di tensione del velo, tra i cilindri d'uscita del gruppo di stiro e le calandrine di pressione, può variare tra 0,9 e 1.

PETTINATURA

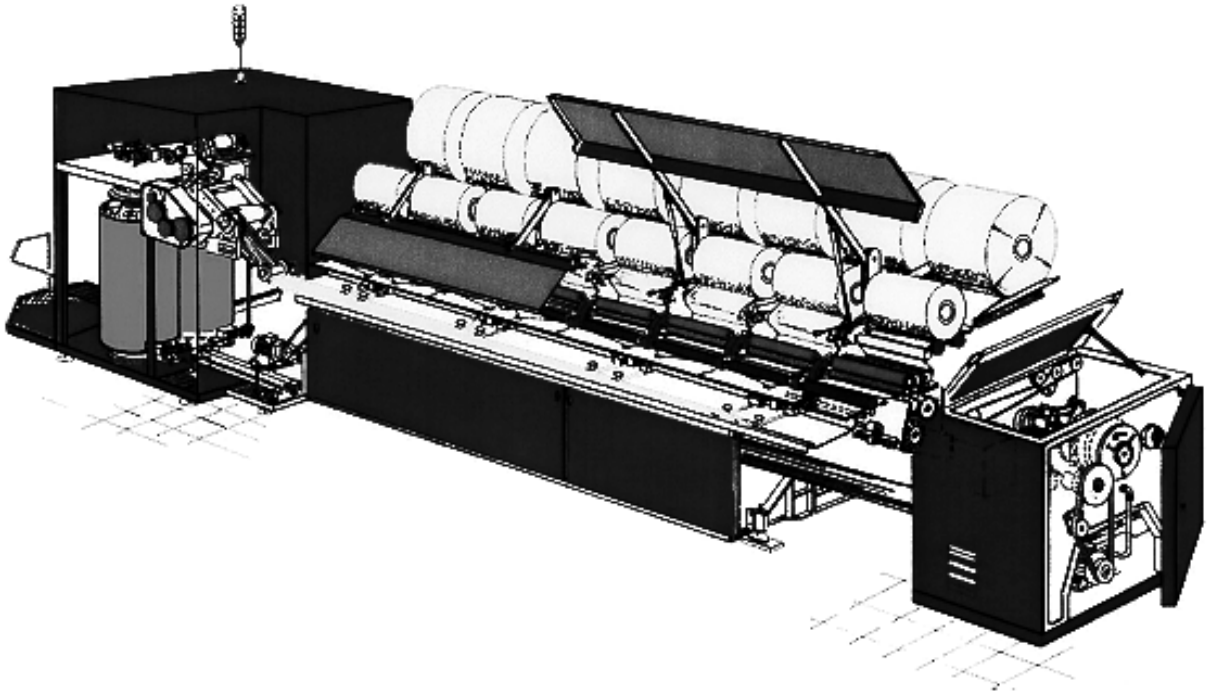


Fig. 31 Pettinatrice

L'operazione di pettinatura viene eseguita allo scopo di migliorare le caratteristiche qualitative del nastro proveniente dalla carda. Essa permette di eliminare le fibre corte, di ottenere una maggiore parallelizzazione delle fibre, il raddrizzamento degli uncini, lo scarto dei neps e delle impurità residue. Da quanto detto si può comprendere che il processo di pettinatura è rivolto essenzialmente ad ottenere un filato di ottima qualità e per raggiungere tale scopo si dovrà utilizzare fin dall'inizio del processo di filatura una materia prima con caratteristiche fisiche e meccaniche superiori alla media. In base a ciò che si vuole produrre il cascame di pettinatura varia dal 12% al 25% e può essere utilizzato per ottenere filati di titolo medio-grosso tramite il processo open-end.
Per quanto riguarda la parallelizzazione degli uncini, alla pettinatura gli stessi tendono a comportarsi in modo del tutto simile alle fibre corte e perciò se non raddrizzati vengono eliminati, provocando un notevole scarto di fibre; è pertanto necessario ridurre gli uncini prima che il materiale fibroso giunga alla pettinatura. Una parte di "uncini" si raddrizza con lo stiro conferito nei passaggi di preparazione alla pettinatura. Inoltre è opportuno presentare uncini di testa alla pettinatrice, in quanto questi ultimi vengono per la maggior parte raddrizzati dai dispositivi della pettinatrice. La direzione degli uncini dipende dal numero di passaggi subiti dal materiale fibroso dopo la cardatura, poiché tra un passaggio e l'altro viene invertita la direzione del materiale e conseguentemente anche quella degli uncini. Pertanto, considerando che dalla carda escono in prevalenza uncini di coda affinché questi si presentino alla pettinatrice come uncini di testa, è fondamentale eseguire un numero pari di passaggi di preparazione, solitamente due, uno allo stiratoio e uno allo stiroriunitore.
Lo *stiroriunitore* ha, altresì, il compito di formare la teletta che viene utilizzata per alimentare la pettinatrice. La teletta è ottenuta accoppiando un certo numero di nastri (da 16 a 32) sottoposti precedentemente ad un passaggio allo stiratoio. Nello stirotiunitore il materiale subisce un leggero stiro di circa 1,5 - 2 volte grazie ad un gruppo di stiro del tipo 2 su 3.

Pettinatrice

La pettinatrice è composta da otto teste di pettinatura le quali producono nastri che, successivamente, vengono accoppiati quattro a quattro da un gruppo di stiro del tipo quattro su cinque per realizzare due nastri che vengono distribuiti nei vasi di raccolta. Ogni testa di pettinatura è composta da: rulli di alimentazione che sostengono e fanno ruotare perfettamente la tela, senza farne variare la struttura. I rulli ruotano lentamente a motore continuo e fanno avanzare la tela per presentarla al gruppo di pettinatura composto da pinze speciali (Fig. 32) che hanno il compito di trattenere le fibre durante la fase di pettinatura e di consegnarle al dispositivo che congiunge le ciocche.

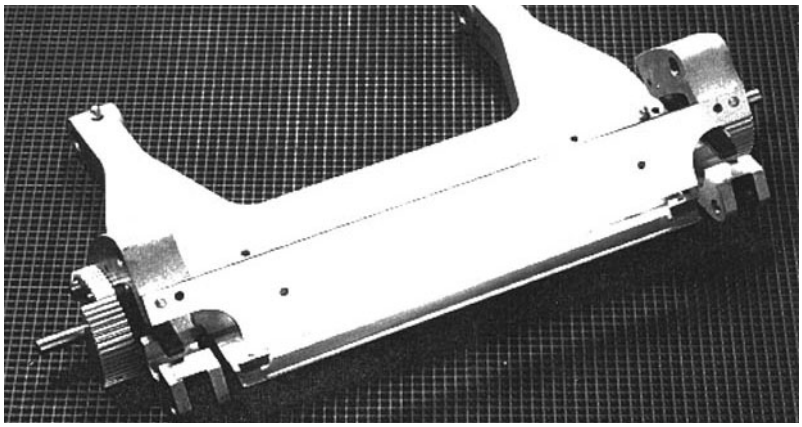


Fig. 32 Pinza della pettinatrice

Le pinze sono formate da due piastre di alluminio, a squadra, denominate “mascella inferiore” e “mascella superiore”. La prima svolge le funzioni di tavola di alimentazione della tela, mentre la seconda trattiene la ciocca. Durante il ciclo di pettinatura la pinza ha un movimento alternativo, può trovarsi in una posizione di massimo arretramento e chiusa per trattenere le fibre durante la pettinatura oppure in una posizione di massimo avanzamento e aperta per favorire il distacco della ciocca pettinata e l’avanzamento della tela. Sopra la “mascella inferiore” è alloggiato il cilindro di alimentazione. Esso segue i movimenti della “mascella inferiore”, ruota ad intermittenza, facendo avanzare la tela di un certo tratto ad ogni colpo del dispositivo pettinatore. L’alimentazione può avvenire in due modi: alimentazione in avanzamento o in retrocessione della pinza. Da prove empiriche si è stabilito che l’alimentazione per arretramento da maggiori benefici nella separazione dei cascami e nell’effetto di pettinatura

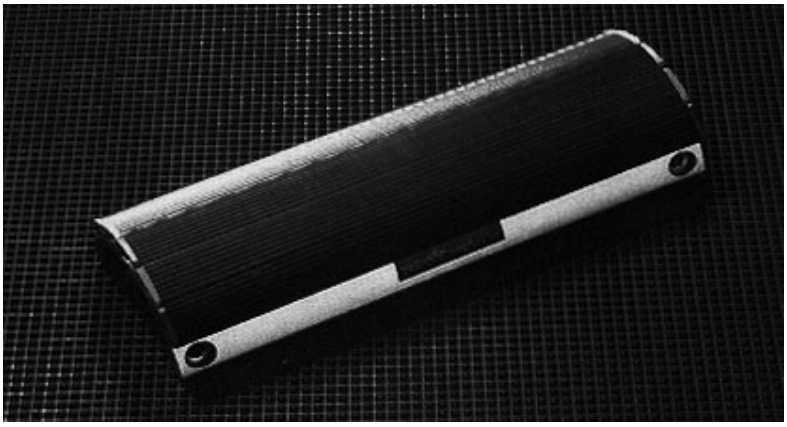


Fig. 33 Pettine circolare

Il dispositivo di pettinatura prende il nome di pettine circolare (Fig. 33). Esso è senza dubbio il dispositivo più importante della macchina, è costituito da un settore circolare ricoperto da punte per circa un quarto della sua circonferenza e presenta una popolazione differenziata fra i primi ranghi di punte e gli ultimi. Il pettine circolare ruota velocemente in senso positivo e le punte, penetrando nella ciocca di fibre da pettinare, asportano le fibre non trattenute dalle pinze, parallelizzando le altre. Il pettine circolare compie circa 200-350 giri al minuto. Per eliminare le fibre rimaste tra le punte del pettine circolare, prima che lo stesso esegua una successiva fase di pettinatura, entra in funzione una spazzola cilindrica di saggina che penetrando nelle punte del pettine circolare asporta tutto il cascame e con l'aiuto della corrente d'aria convoglia quest'ultimo verso i raccoglitori.

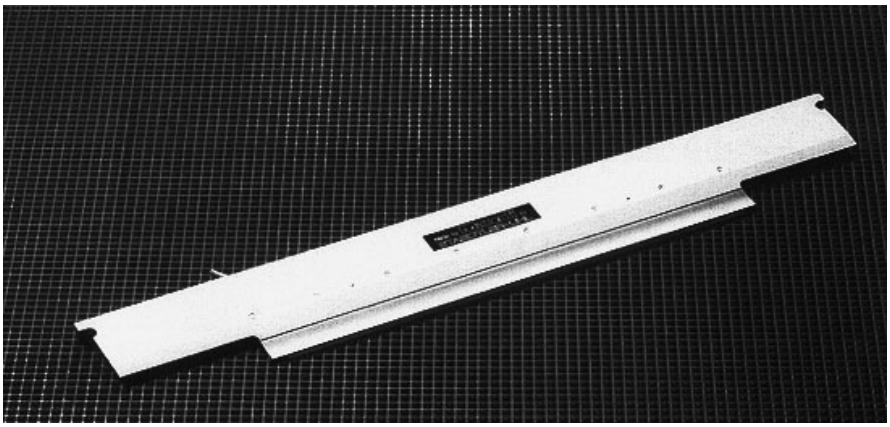


Fig. 34 Pettine rettilineo

Le fibre che si trovano racchiuse nella pinza, successivamente al passaggio del pettine circolare, vengono ulteriormente pettinate grazie al pettine rettilineo (Fig. 34). Esso è costituito da una barra ricoperta di punte fittissime disposta in posizione quasi verticale tra la pinza e il dispositivo che permette l'avanzamento della ciocca.

Il compito del pettine rettilineo è quello di raddrizzare e quindi di parallelizzare le fibre ripiegate verso la loro estremità di coda e di attuare una selezione delle stesse lasciando passare quelle pettinate e trattenendo le altre che saranno pettinate successivamente. Il dispositivo che realizza l'avanzamento della ciocca pettinata è costituito da due coppie di cilindri di piccolo diametro che prendono il nome di cilindri strappatori. I cilindri superiori sono rivestiti di gomma, gli inferiori sono metallici scanalati. Essi ruotano alternativamente e ad intermittenza nei due sensi, al fine di staccare dall'ovattina la ciocca pettinata ed unirla alla precedente, dando origine ad un velo fibroso continuo; in un primo tempo essi ruotano in senso negativo riportando indietro un tratto della ciocca precedente, poi in senso positivo sovrapponendo a quest'ultima una parte della ciocca, che perciò viene strappata dall'ovat-tina, stirata e fatta avanzare di un certo tratto.

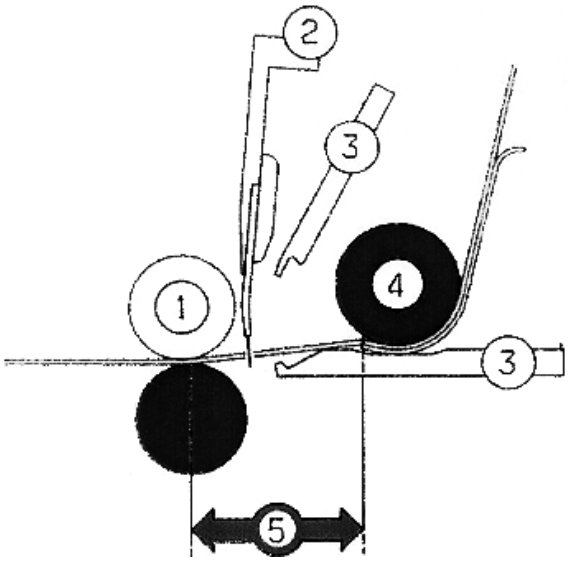


Fig. 35 Particolare di una pettinatrice
1 cilindri strappatori
2 pettine rettilineo
3 pinza (mascella superiore-inferiore)
4 cilindro alimentatore
5 ciocca

All’uscita dei cilindri strappatori il materiale fibroso si presenta sotto la forma di velo, quest’ultimo passa tra una coppia di cilindri, che hanno il compito di conferirgli la necessaria consistenza, per poi passare in un imbuto di condensazione e nelle calandrine che trasformano il velo in un nastro. Quest’ultimo viene trascinato su una tavola molto liscia, per evitare eventuali attriti, gira di novanta gradi e si accosta ai nastri uscenti dalle altre teste della pettinatrice.

Al termine della tavola i nastri entrano in un gruppo di stiro, del tutto simile a quello dello stiratoio, e vengono accoppiati e stirati per ottenere il nastro pettinato, il quale viene successivamente convogliato tramite le calandrine e il piatto distributore nel vaso di raccolta.

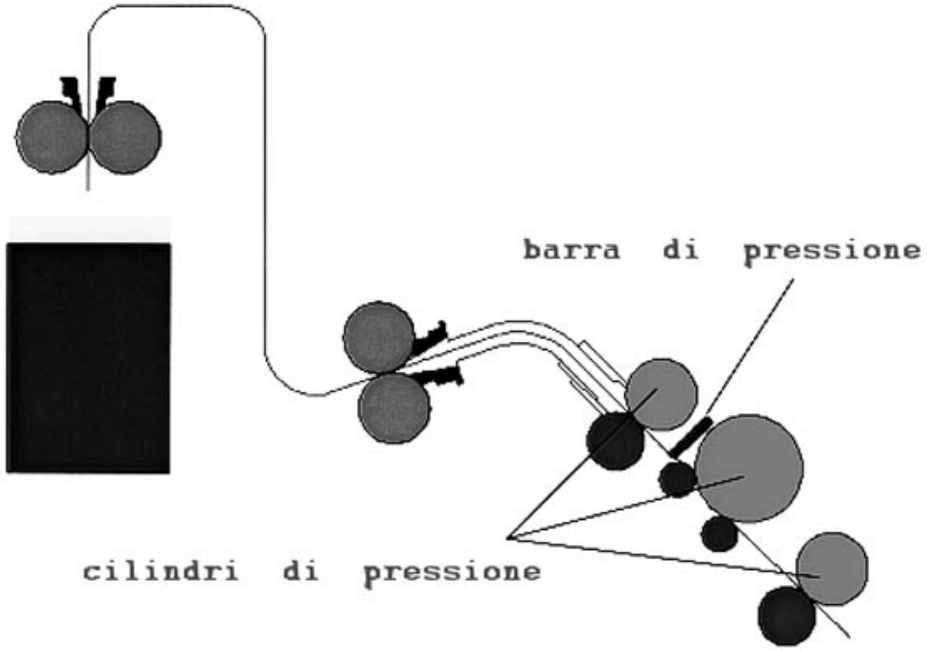


Fig. 36 Particolare del gruppo di stiro

Fasi della pettinatura

I dispositivi della pettinatrice lavorano in modo del tutto sincronizzato tra di loro e un ciclo di pettinatura si completa nel tempo di un giro del pettine circolare. Il suddetto ciclo si suddivide in tre fasi:

1) pettinatura della ciocca
2) retrocessione della ciocca precedente
3) unione della ciocche

Il movimento dei dispositivi della pettinatrice è il seguente:

1° fase: pettinatura della ciocca
La pinza retrocede e si chiude, lasciando sporgere un tratto di materiale fibroso che costituisce la ciocca da pettinare. La lunghezza della ciocca è di circa 10-15 mm ed è data dalla distanza minima tra la pinza e i cilindri strappatori più il tratto alimentato. Il pettine circolare, con le sue punte, penetra nella ciocca ed asporta le fibre non trattenute dalla pinza più i neps e le materie estranee. Il cilindro alimentatore, il pettine rettilineo e i cilindri strappatori rimangono fermi.

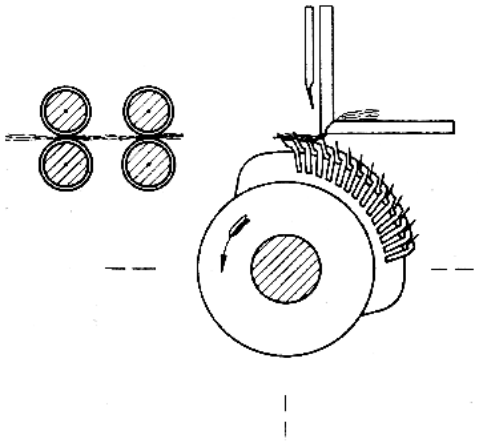


Fig. 37 Fase di pettinatura

2° fase: retrocessione della ciocca precedente
Nel momento in cui le ultime punte del pettine circolare lasciano la ciocca, i cilindri strappatori ruotano negativamente facendo retrocedere un tratto di velo fibroso di circa 5 cm. La pinza avanza verso i cilindri strappatori e si apre. Il cilindro alimentatore è fermo ed i pettini circolare e rettilineo non entrano in azione.

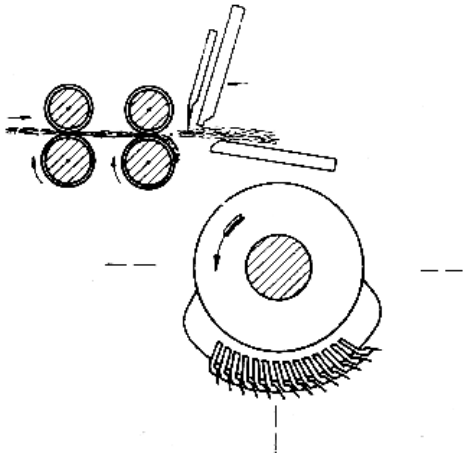


Fig. 38 Fase di retrocessione

3° fase: unione delle ciocche
I cilindri strappatori ruotano positivamente, facendo avanzare le fibre verso l'uscita di circa 8-9 cm. Il pettine rettilineo affonda le sue punte nella ciocca, impedendo alle fibre non pettinate di avanzare. La pinza, completamente aperta, raggiunge la minima distanza dai cilindri strappatori e poi inverte il suo moto. Durante la retrocessione della pinza il cilindro alimentatore ruota, determinando l'avanzamento della ovattina di circa 4-6 mm. Il pettine circolare non è in azione.

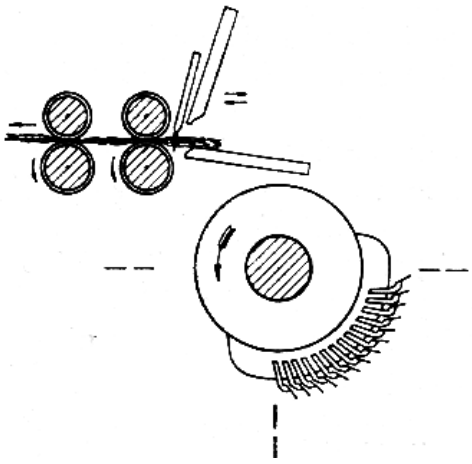
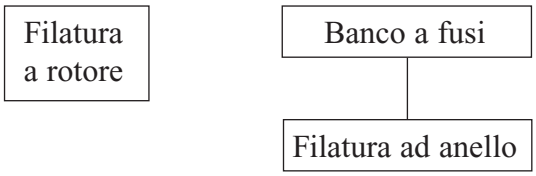


Fig. 39 Fase di unione

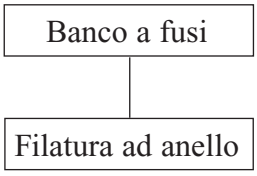
FILATURA

Successivamente agli stiratoi i nastri subiscono i passaggi finali per la trasformazione in filato, che sono i seguenti:

Filatura cardata



Filatura pettinata



In ambedue le tipologie di filatura i filati sono sottoposti alle seguenti operazioni di confezionamento e finissaggio, non necessariamente nell'ordine indicato.

Roccatura

Paraffinatura

Gasatura

Binatura e
Ritorcitura

Aspatura e
Dipanatura

Questi passaggi non sono necessari per tutti i filati, quindi l'ordine è solo indicativo: descrivendo le singole macchine sarà precisata la funzione e l'abbinamento eventuale delle varie operazioni.

Banco a fusi

Questa macchina ha lo scopo di trasformare il nastro proveniente dagli stiratoi in stoppino.
E' presente nel sistema di filatura cardata ad anello ed in quello di filatura pettinata ad anello, nel primo caso si trova dopo i passaggi (uno o due) agli stiratoi post-cardatura, mentre nel secondo caso dopo i passaggi agli stiratoi post-pettinatura.

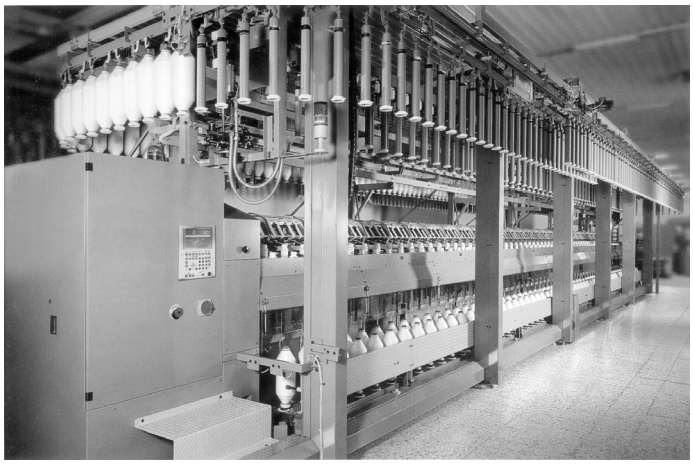


Fig. 40 Banco a fusi con levata automatica

La trasformazione del nastro in stoppino avviene, in modo continuo , mediante tre fasi :
- stiro
- torsione
- incannatura.

Lo stiro è generalmente realizzato da un sistema di stiro a braccio pendolare a 3 cilindri con doppia cinghietta in grado di lavorare con valori di titolo del nastro entrante da 4900 tex a 2460 tex (0,12 Ne a 0,24 Ne) e valori di titolo dello stoppino uscente da 2200 tex a 200 tex (0,27 Ne a 3 Ne).

Il valore di stiro ottenibile ha un range da 4 a 20 e può lavorare fibre lunghe sino a 60 mm

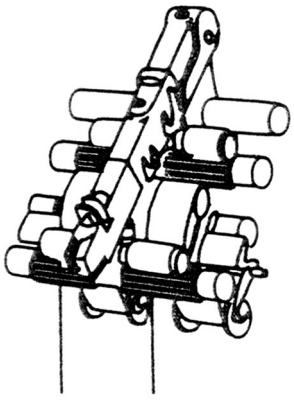


Fig. 41 Sistema di stiro

Come si vede dalla figura il sistema di stiro presenta uno stiro preliminare normalmente basso compreso fra 1,2 – 2, mentre lo stiro maggiore, viene dato nella zona di stiro principale con l'azione delle cinghiette, che permettono un maggior controllo dello scorrimento delle fibre.

Lo stiro totale può raggiungere anche valori di 20, ma generalmente si tende a lavorare con valori più bassi ottenendo risultati finali migliori.
La torsione è data dalla rotazione delle alette posizionate sui fusi , infatti lo stoppino uscito dai cilindri di stiro entra nella foro superiore dell'aletta, passa attraverso il braccio cavo e quindi si avvolge sulla spola.
Il valore della torsione è dato dalla seguente relazione:

$$\text{N° torsione} = \frac{\text{Giri fuso (aletta)}}{\text{Lunghezza uscente 1° cil.}}$$

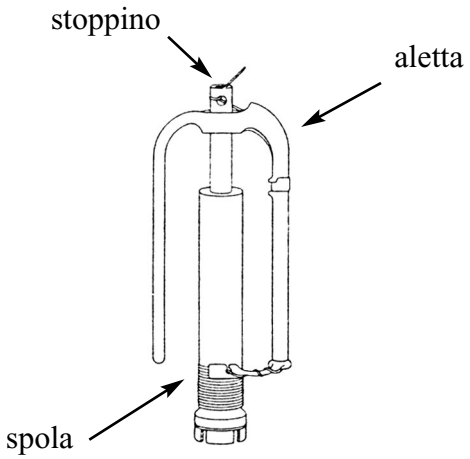


Fig. 42 Aletta e spola

Il numero di giri del fuso può raggiungere un valore max. di 1500 giri al min. Il valore di torsione dato allo stoppino ha valori compresi fra 10 – 100 giri /m (0,25 -- 2,5 giri/inch).
Occorre precisare che il valore di torsione da dare allo stoppino, essendo questo un prodotto intermedio, ha una importanza principalmente pratica in relazione alla lavorazione successiva.

Il limite di valore minimo dovrà garantire allo stoppino un regolare svolgimento durante la fase di alimentazione al filatoio, mentre il valore massimo non dovrà impedire l'azione di stiro con scorrimento delle fibre, al filatoio.

L'incannatura si realizza facendo ruotare la spola ad una velocità maggiore di quella dell'aletta (fuso), in modo che ad ogni giro guadagnato dalla spola rispetto al fuso si avvolga sulla spola una spira di stoppino. La lunghezza di una spira è minore per i primi strati e maggiore per gli ultimi.

Rimanendo costante la lunghezza di stoppino incannato nell'unità di tempo ed il numero dei giri dei fusi, occorre che la spola diminuisca gradualmente da strato a strato la propria velocità di rotazione che dovrà risultare inversamente proporzionale rispetto al diametro di incannatura per tutti i successivi strati di stoppino depositati sulla spola.
La distribuzione dello stoppino lungo la spola viene invece data dal movimento di salita e discesa del carro; a causa della forma tronco-conica della spola ad ogni strato incannato diminuisce l'altezza di distribuzione, ma aumenta il diametro di incannatura con conseguente incremento della lunghezza di spira incannata e del tempo impiegato ad incannare la spira.

Anche la velocità di traslazione del carro deve diminuire al fine di mantenere lo stesso passo dell'elica di avvolgimento per tutti gli strati.
In conclusione, tenendo conto che l'alimentazione dello stoppino dai cilindri di stiro è sempre costante, si verifica ad ogni strato una progressiva diminuzione del numero dei giri della spola ed un rallentamento della velocità di traslazione del carro, il quale riduce sempre ad ogni strato la propria corsa.

Queste variazioni avvenivano nelle macchine tradizionali medianti variatori di velocità (es. coppia di coni) per la velocità di traslazione del carro e variatore più un differenziale per la velocità di rotazione delle spole.

Nei banchi a fusi moderni i comandi delle varie funzioni sono stati realizzati con più motori (vedi Fig. 43) indipendenti coordinati da un sistema centrale di controllo macchina, che ha permesso un miglior funzionamento con riduzione del consumo energetico e del livello di rumorosità.

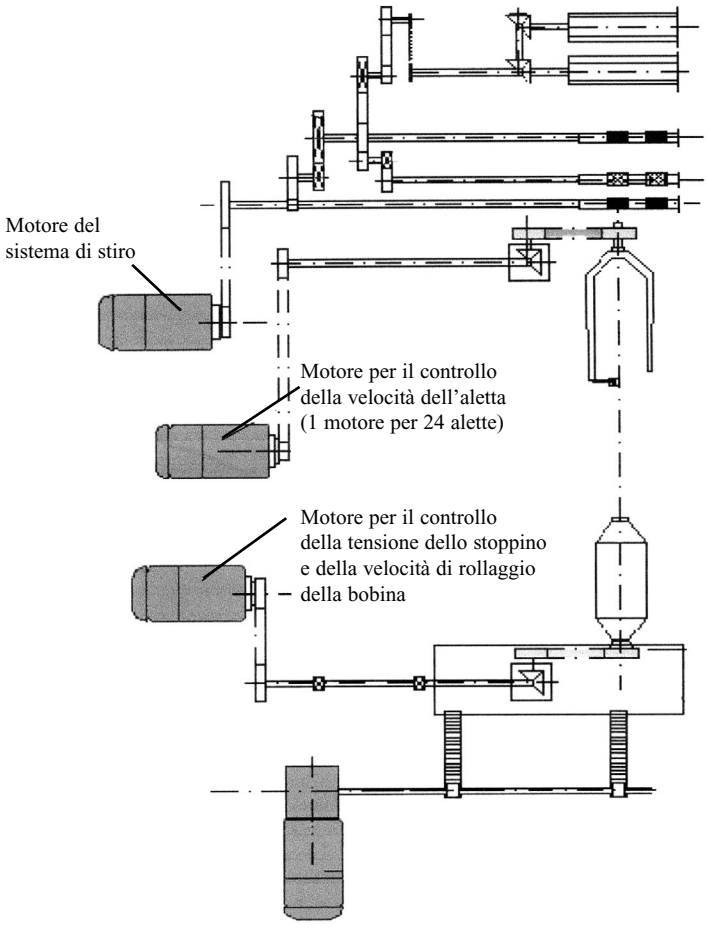


Fig. 43 Schema motori banco

Inoltre il sistema centralizzato di controllo macchina è in grado di tenere sotto controllo tutti i parametri tecnologici, tutti i dati sono immagazzinati e possono essere richiamati immediatamente.

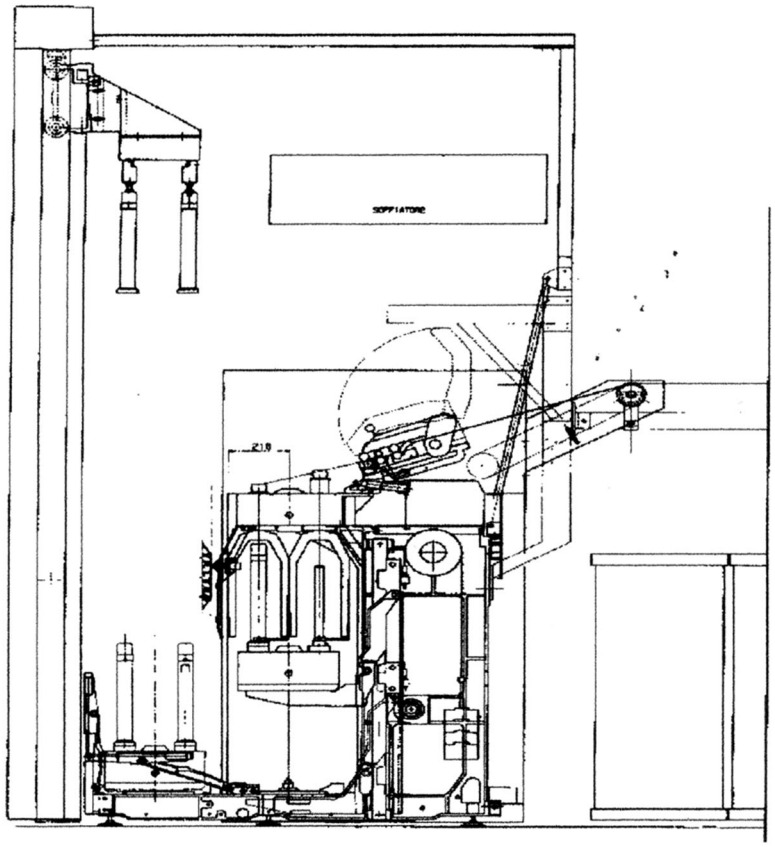


Fig. 44 Schema funzionale banco

Un moderno banco a fusi può normalmente portare sino a 120 fusi.

Il banco a fusi può essere a scarico manuale delle spole oppure prevedere la levata automatica integrata da sistemi di collegamento automatico fra banco e filatoio per via aerea.

Il controllo della qualità dello stoppino del banco viene realizzato con il controllo del titolo, della torsione e della regolarità di sezione mediante apparecchi elettronici.

Calcolo della produzione.

Esempio di calcolo della produzione per macchina:
Titolo uscente Ne 1, torsione 47,24 giri/m. giri fuso 1200/min., n° fusi 96
Produzione lineare teorica = 1200/47,24 x 96x 60 = 146.316,68 m/h
Produzione ponderale teorica = 146.316,68 x 0,59/1 = 86.326,84 g/h
Produzione pratica con rendimento pari a 92 %:
86.326,84 x 0,92 = 79.420,69 g./h.

Filatura definitiva

Con questo termine si intende l'operazione finale con la quale si ottiene il filato.

Nella filatura del cotone si utilizzano le seguenti macchine:

- **sistema cardato: filatoio ad anello, filatoio open-end**
- **sistema pettinato: filatoio ad anello.**

Filatoio ad anello

Il filatoio ad anello, detto comunemente ring, rappresenta il sistema tradizionale di filatura e trasforma lo stoppino proveniente dal banco a fusi in filato mediante le operazioni di :

- Stiro
- Torsione
- Incannatura

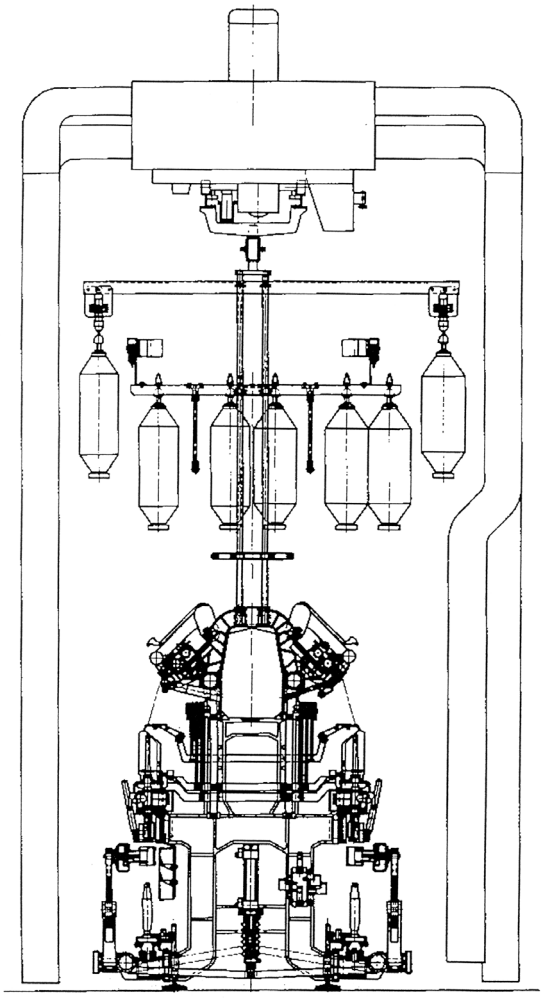


Fig. 45 Ring

Nella figura seguente è rappresentato lo schema funzionale di un filatoio ad anello. Questa macchina è comunemente denominata "ring" e nelle descrizioni successive sarà molte volte utilizzato questo termine abbreviato.

Come si vede in Fig. 45, la macchina porta nella parte superiore la zona di fissaggio delle spole di banco, nella parte centrale la zona di realizzazione dello stiro e nella parte inferire il carro porta spole.

Un moderno filatoio può avere un elevato numero di fusi, che generalmente varia a blocchi di 24 fusi, da 384 ad un massimo di 1080 per scartamento di 70 mm ed a 1008 per scartamento di 75 mm.

Lo stiro è realizzato con un sistema “3 su 3” a doppia cinghietta con pressione ottenuta mediante un sistema a braccio pendolare. Il gruppo di stiro è posizionato inclinato rispetto al piano terra in modo che la torsione venga data a partire dal momento stesso che le fibre lasciano il primo cilindro di stiro onde evitare che esse non prendano torsione e causino l’eventuale rottura del filato.

Il sistema di stiro è in grado di lavorare fibre fino a 60 mm (cotone cardato e pettinato, mischie e fibre chimiche) con valori di stiro compresi fra 10 ed 80.
Lo stoppino proveniente dal banco subisce prima uno stiro preliminare con valori di 1,5 - 2 e successivamente uno stiro principale nella zona con cinghiette sino ad ottenere il titolo desiderato.
I titoli lavorabili sono compresi fra Ne 5 e Ne 150 (118 – 4 Tex).

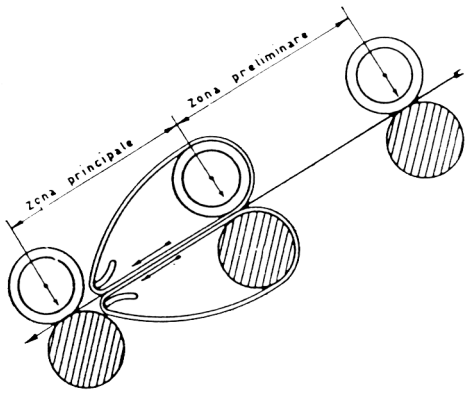


Fig. 46 Sistema di stiro

Un filatoio moderno adotta per i cilindri di stiro due comandi separati per mezzo di motori Brushless, con questo sistema i parametri dello stiro necessari per i cambiamenti di titolo vengono impostati sul pannello di comando senza alcun cambio di ingranaggi.

Il filato, uscito dai cilindri di stiro, passa attraverso un guidafilo e successivamente nel cursore (anellino), quindi viene avvolto sul tubetto posizionato sul fuso.
La torsione effettiva è quella data dai giri dell’anellino il quale ruotando per trascinamento subisce variazioni di velocità in funzione del diametro di incannatura, che varia durante la formazione di ogni singolo strato di filato sulla spola per effetto del movimento verticale del carro. Queste differenze di torsione vengono in parte compensate in fase di stracannatura del filato a defilé, poiché al variare del diametro della spola si aggiungeranno o si toglieranno spire con un criterio opposto a quanto si è verificato precedentemente in funzione delle diverse velocità dell’anellino.
In pratica la torsione viene ricavata convenzionalmente dalla seguente relazione:

$$\text{N° torsione} = \frac{\text{Giri fuso}}{\text{Lunghezza uscente 1° cil.}}$$

Il senso di torsione S (sinistro) o Z (destro) dipende dal senso di rotazione dei fusi.

Il numero di torsione è indicato in giri o spire al m.; per i filati di cotone si usa anche l’indicazione di giri al pollice .

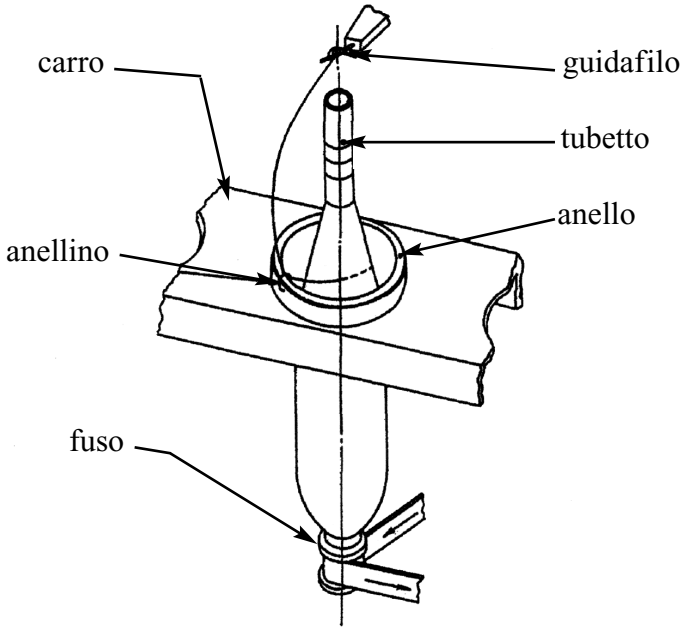


Fig. 47 Sistema anello ed anellino.

La velocità dei fusi di un moderno filatoio raggiunge i 25.000 giri al min. con possibilità di dare al filato torsioni comprese fra 4 e 80 giri/inch (158 – 3150 giri/m.). Il movimento dei fusi su nuovi filatoi realizzato con il sistema a doppia cinghia tangenziale permette un contenimento dei consumi energetici.

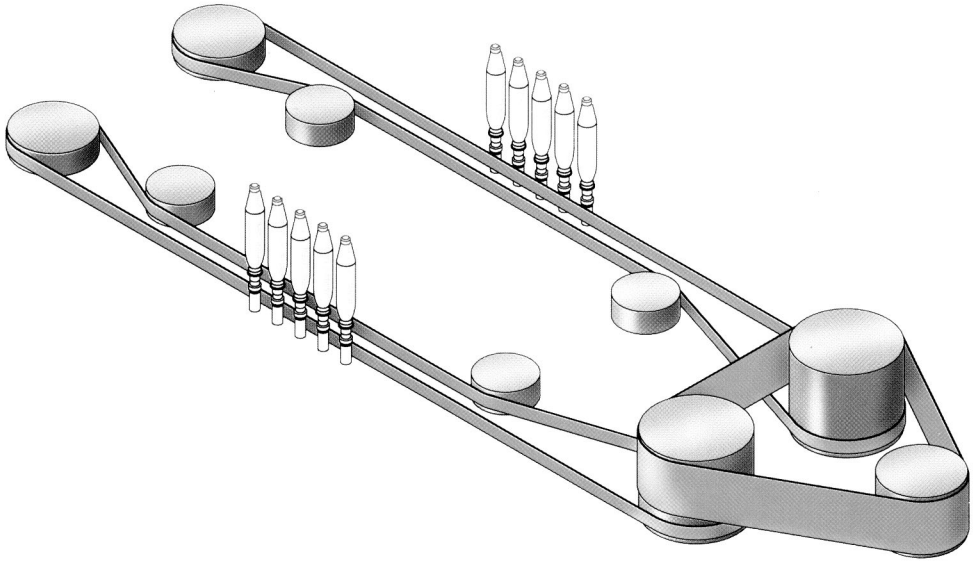


Fig. 48 Sistema tangenziale comando dei fusi

Il numero (giri/m.) ed il senso di torsione (S o Z) da attribuire al filato è in funzione del tipo di fibra e delle caratteristiche richieste al filato per il suo impiego.
Il calcolo del numero di torsione viene dato dalle seguenti relazioni:

Giri/m.= km • √Nm dove: Km coefficiente di torsione in giri/m.
Nm titolo metrico filato

Giri/ "= Ke • √Ne dove: Ke coefficiente di torsione in giri/"
Ne titolo inglese filato

$$\text{Giri/m.} = \frac{\text{Ktex}}{\sqrt{\text{Tex}}}$$ dove: Ktex coefficiente di torsione Tex in giri/m.
Tex titolo Tex del filato

I coefficienti di torsione vengono determinati praticamente in relazione alle caratteristiche del cotone in lavorazione ed al tipo di filato, in funzione dell'uso al quale è destinato.

L'anellino, tradizionalmente in acciaio, costituisce il punto più delicato della macchina, poiché non è in grado di sopportare velocità elevate, in presenza di forti velocità dei fusi, in quanto il surriscaldamento per attrito ne provoca il danneggiamento.

Pertanto, essendo la velocità dell'anellino determinata dai giri del fuso e dal diametro dell'anello, per forti velocità dei fusi occorre contenere il diametro dell'anello e di conseguenza le dimensioni della spola.

Ad esempio un filatoio può avere diametri degli anelli variabili fra 36 e 54 mm. con scartamento dei fusi di 70 – 75 mm. ed altezza dei tubetti compresa fra 180 e 260 mm.

La forma degli anellini può essere ricondotta a tre fondamentali che vengono dette a C a M o ellittica.
La Fig. 49 rappresenta le tipologie indicate.

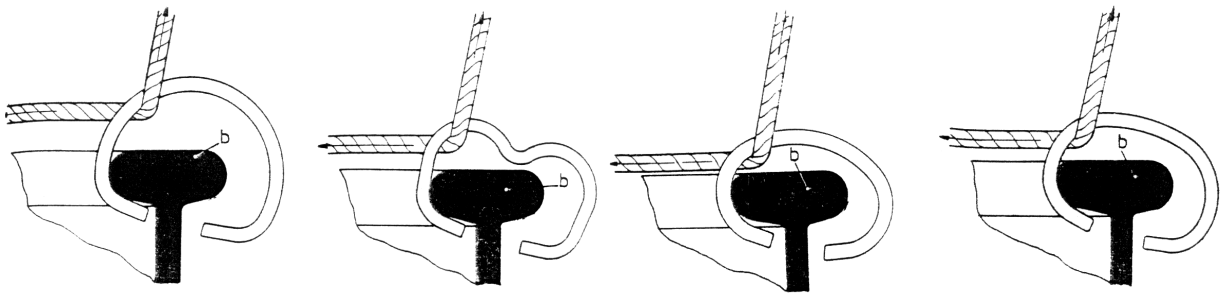


Fig. 49 Anellini

L'anello tipo "C" garantisce spazio al passaggio del filo, ma presenta un baricentro (b) alto, quello di tipo "M" ha il baricentro basso pur garantendo il passaggio del filato, l'anello di tipo ellittico ha il baricentro basso, ma minor spazio per il passaggio del filo.
Quest'ultimo è da preferire perché realizza il più basso centro di gravità del punto di contatto con l'anello, stabilendo una posizione d'equilibrio tale che il contatto con l'anello si determini in un solo punto della sua flangia interna, rendendo così minimo l'attrito pur garantendo il passaggio del filato.
Combinando il tipo "C" con quello ellittico si ottiene un tipo di anellino detto "ovale" che mantenendo i vantaggi dell'anellino ellittico presenta uno spazio maggiore per il passaggio del filato.

Il tratto di filato che va dall'anellino al guidafilo fisso nel suo rapido moto rotatorio intorno all'anello è soggetto ad un'azione combinata fra la forza centrifuga e la resistenza dell'aria , per cui si rigonfia formando una curva particolare detta di "ballon". Un effetto ballon eccessivo porta ad un diametro massimo oltre il quale lo stesso ballon si intreccia provocando la rottura del filo.

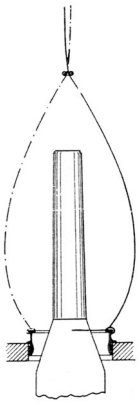


Fig. 50 Effetto "ballon"

E' importante pertanto contenere il diametro del ballon riducendo la distanza fra guidafilo ed anellino ed impiegando anelli di contenimento.
Un altro sistema efficace, utilizzato per filati grossi, è quello con fusi a punta filante che consente di ottenere un effetto di ballon collassato.
L'incannatura avviene con l'avvolgimento del filato sul tubetto formando la spola, le dimensioni di questa variano da macchina a macchina essendo in funzione del diametro dell'anello e dell'altezza del tubetto. La distribuzione del filato sulla spola è data dal movimento di salita e discesa del carro porta anelli. Il tempo di salita è maggiore di quello di discesa di circa tre volte, al fine di poter dare una maggiore compattezza alla spola con l'incrocio delle spire di filato incannate.
Inoltre la corsa del carro (di ampiezza uguale ad ogni strato) viene progressivamente spostata verso l'alto mediante un particolare dispositivo, l'entità dello spostamento deve essere in funzione del titolo del filato, per un filato grosso lo spostamento verso l'alto del carro deve avvenire in tempi più rapidi, in quanto avvolge, a parità di peso della spola, lunghezze minori di filato, viceversa avviene per un filato più fine.
La lunghezza di filato avvolta ad ogni corsa di salita e discesa del carro viene detta agugliata.
Il peso delle spole può variare dai 50 ai 100 grammi circa.
Al fine di mantenere il filato pulito gli attuali filatoi sono dotati di sistemi in grado di eliminare le polveri ed residui di fibre che si possono formare durante la lavorazione. In caso di rottura del filato, un particolare tubo aspiratore provvede alla raccolta delle fibre all'uscita del campo di stiro, esistono dei sistemi di pulizia dei cilindri di stiro, mentre un sistema di pulitori viaggianti costituiti da più tubi flessibili orientabili e montati su una rotaia aerea provvede alla pulizia generale della macchina.
Una casa costruttrice ha progettato e realizzato un sistema denominato Wondercleaner composto da un pulitore viaggiante e da un pulitore della riserva di filo. Il pulitore alla base dei fusi viene agganciato dal soffiatore viaggiante, tra due cicli di levata e solo quando è necessario attivarlo.
Questo pulitore taglia le spire di filato avvolte alla base del fuso ed il soffiatore le aspira anziché disperderle al suolo. Con questo sistema, efficace per ogni titolo si eliminano le attuali lamette tagliafilo e si ottiene una sala più pulita.

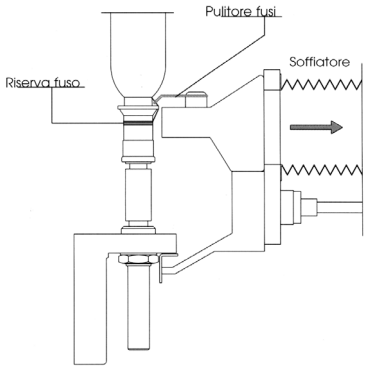


Fig. 51 Particolare del sistema Wondercleaner

Il filatoio è dotato di un pannello di comando in grado di permettere di impostare direttamente i parametri necessari per velocità dei fusi, stiro principale, torsione filato e formazione della spola senza alcun cambio di ingranaggi. Un particolare software permette anche la produzione di filati fiammati.
Al fine di ridurre l'impiego della mano d'opera, i moderni filatoi sono dotati di dispositivi che consentono di effettuare in modo completamente automatico la levata delle spole piene e l'inserimento dei tubetti vuoti.
Il tempo impiegato per l'operazione di levata è di circa 2-2,5 minuti.
Esistono anche sistemi di collegamento diretto fra filatoio e roccatrice.
Per valutare la qualità del filato i controlli che vengono normalmente effettuati sono i seguenti:
- regolarità del titolo
- regolarità della torsione
- regolarità della sezione
- pelosità
- resistenza alla trazione.

La filatura compatta

Nei filatoi tradizionali all'uscita delle fibre dai cilindri di stiro si forma il cosi detto "triangolo di filatura", che costituisce la causa di rotture, irregolarità e pelosità del filato. Per poter eliminare il triangolo di filatura occorre condensare le fibre prima dell'uscita dalla cilindrata.

Attualmente sono stati sviluppati dei sistemi di filatura compatta, anche detta a condensazione, i quali sono in grado di compattare le fibre prima della torsione eliminando il triangolo di filatura integrando tutte le fibre comprese quelle corte. La compattazione ha una notevole influenza sulla struttura del filato con conseguente miglioramento delle caratteristiche fisico meccaniche portando ad una maggiore regolarità di titolo e di resistenza dinamometrica. Questi aspetti contribuiscono a realizzare notevoli progressi nelle lavorazioni di filatura e tessitura.

Il sistema di filatura compatta, rappresentato in Fig. 52, è costituito dalla coppia dei cilindri di entrata 4-4', dalla coppia di cilindri con cinghietta 3- 3', dalla coppia di cilindri di uscita 2-2' dal tubo di aspirazione A con cinghietta in lattice G e cilindro di uscita 1. I primi due campi di stiro sono comuni a quelli di un normale filatoio con le stesse problematiche di lavorazione (scartamenti, pressioni, ecc.). Il tubo S, sottoposto a depressione, presenta una fessura compresa fra A e B, il fascio di fibre precedentemente stirato viene quindi sottoposto a depressione e condensato fra il punto A ed il punto B di pinzatura finale. Il cilindro di pressione 1 prende

movimento tramite ruota dentata dal cilindro di pressione 2'. Nel tratto A – B avviene la condensazione, facilitata anche dalla fessura del tubo di aspirazione obliqua rispetto alla direzione di scorrimento delle fibre in modo da dare al fascio di fibre la torsione voluta intorno al proprio asse, cosa importante lavorando fibre corte.
La condensazione avviene sino al punto di uscita finale e ciò comporta la riduzione al minimo del triangolo di filatura.

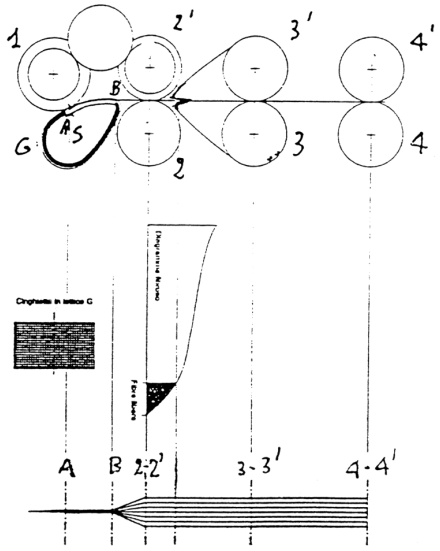


Fig. 52 Modello di filatura compatta

La condensazione delle fibre può essere realizzata con sistemi diversi da quello illustrato, che però prevedono tutti la presenza, all'uscita del campo di stiro principale, di un cilindro con aspirazione in grado di condensare le fibre eliminando la formazione del triangolo di filatura.

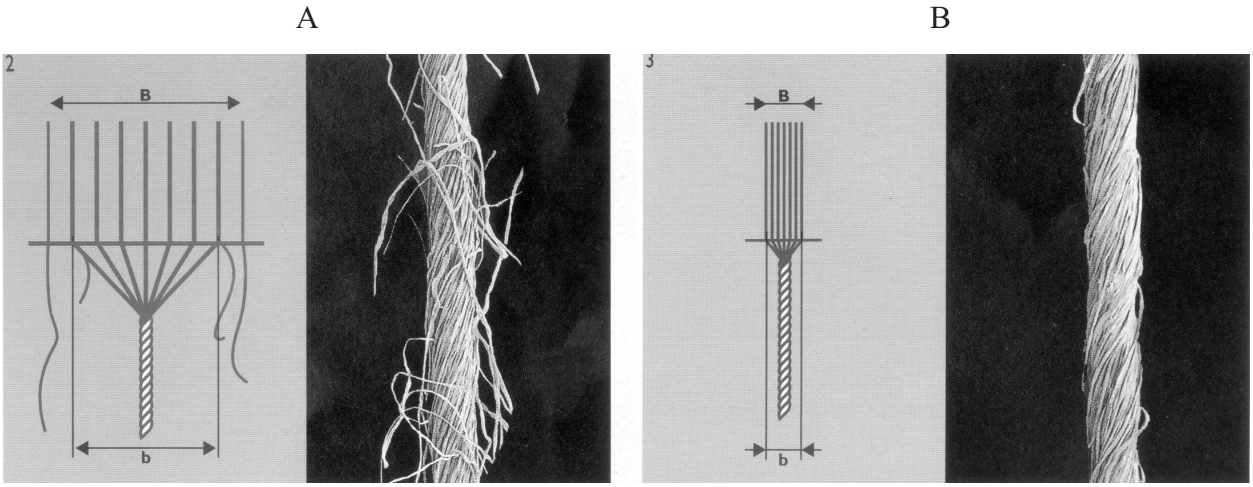


Fig. 53 Confronto fra un filato ring normale (A) ed un filato prodotto su un ring (B) con sistema di condensazione.

Un'importante azienda italiana costruttrice di macchinario per filatura ha, da qualche tempo, messo a punto e proposto un sistema originale di filatura compatta che ha il vantaggio di poter essere facilmente applicato, modificando il sistema di stiro preesistente, sul tradizionale filatoio ad anello. Nella Fig. 53 bis è rappresentato il suddetto sistema di filatura compatta.

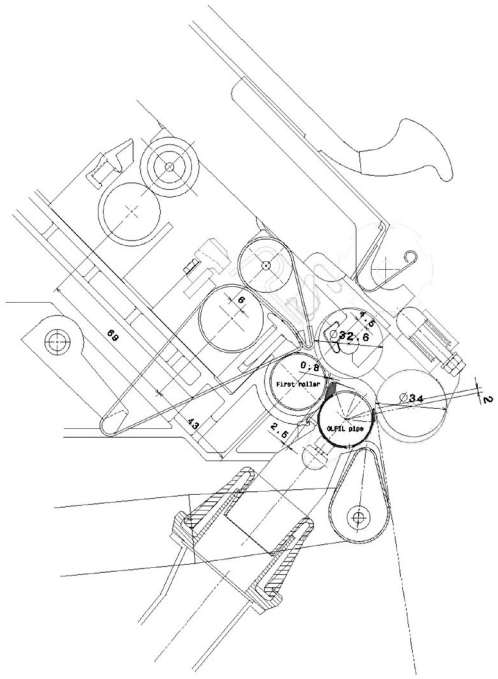


Fig. 53 bis Schema del sistema di filatura compatta applicato sul tradizionale filatoio ad anello

La Fig. 53 ter descrive invece i componenti di base necessari per realizzare il sistema: il tubo di condensazione con cinghiette perforate e relativi sistemi di tensionamento, il guscio di pressione dotato di due cilindri superiori comandati da cinghie dentate nonchè il sistema di aspirazione.
I vantaggi di questo sistema sono quelli tipici della filatura compatta (aumento della resistenza del filato, diminuzione della pelosità, aspetto più piacevole, maggiore regolarità).

In aggiunta a ciò, con tale sistema la casa produttrice è in grado di garantire ai suoi clienti una considerevole semplicità delle operazioni d'uso e di manutenzione ed una facile installazione e rimozione, con conseguente maggior flessibilità produttiva: partendo dallo stesso filatoio si è infatti in grado di produrre sia il filato ring standard, sia (con le modificazioni sopra indicate) il filato compatto.

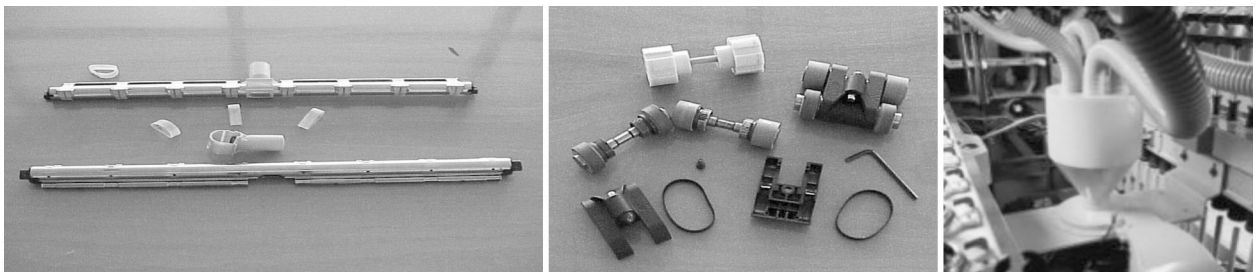


Fig. 53 ter I principali componenti necessari per realizzare il sistema di cui alla precedente Fig. 53 bis

ESEMPIO DI CALCOLI DELLA PRODUZIONE E CINEMATICI DEL FILATOIO AD ANELLO

I seguenti calcoli rappresentano un esempio semplificato dei calcoli di produzione cinematici che normalmente vengono eseguiti per determinare produzioni e stabilire i pignoni necessari per ottenere il filato di titolo e torsione voluto in un filatoio ad anello tradizionale.

- Macchina ring con 768 fusi
- Titolo entrante Ne 1
- Titolo uscente Ne 24
- Torsione 740 giri/m.
- Giri fuso 15.000 al min.
- Rendimento macchina 95 %

Calcolo produzione lineare teorica per fuso:

essendo Torsione = $\frac{\text{Giri fuso}}{\text{Lung. Uscente}}$ e corrispondendo la lunghezza uscente alla produzione

lineare teorica si avrà:

Prod. lineare teorica = $\frac{15.000}{740}$ = 20,27 m./min.

Produzione lineare teorica macchina = 20,27 • 768 =15.567,36 m/min

Produzione ponderale teorica macchina = O,59 • $\frac{15.567,36}{24}$ = 382,69g./min.

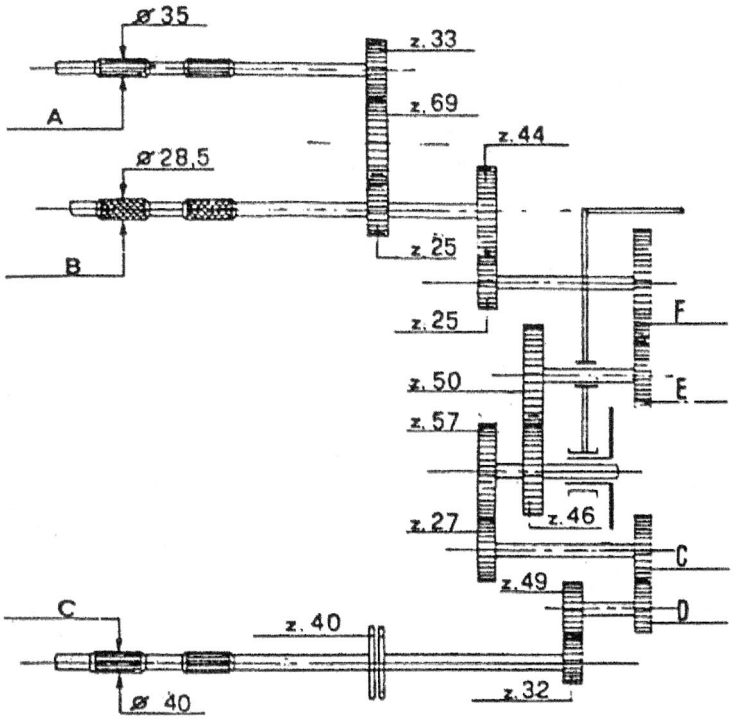
Produzione ponderale teorica oraria macchina = 382,69 • 60 = 22.961,4 g./h
pari a 22,961 Kg./h

Produzione ponderale pratica macchina = 22,961 Kg./h • 0,95 = 21,812 Kg./h

La produzione può essere riferita alle ore di lavoro giornaliere della macchina.

Calcolo dello stiro e del pignone di stiro

$$\text{Stiro} = \frac{\text{Ne uscente}}{\text{Ne entrante}} = \frac{24}{1} = 24$$



Calcolo costante di stiro.

Schema cinematico

C = 50 denti
D = 26 “
F = 48 “
E = Pignone di stiro

$$\text{Costante} = \frac{40}{35} \cdot \frac{33}{25} \cdot \frac{44}{25} \cdot \frac{48}{E} \cdot \frac{50}{46} \cdot \frac{57}{27} \cdot \frac{50}{26} \cdot \frac{49}{32} = \frac{861{,}16}{E}$$

Essendo E motrice per l’entrata si ha:

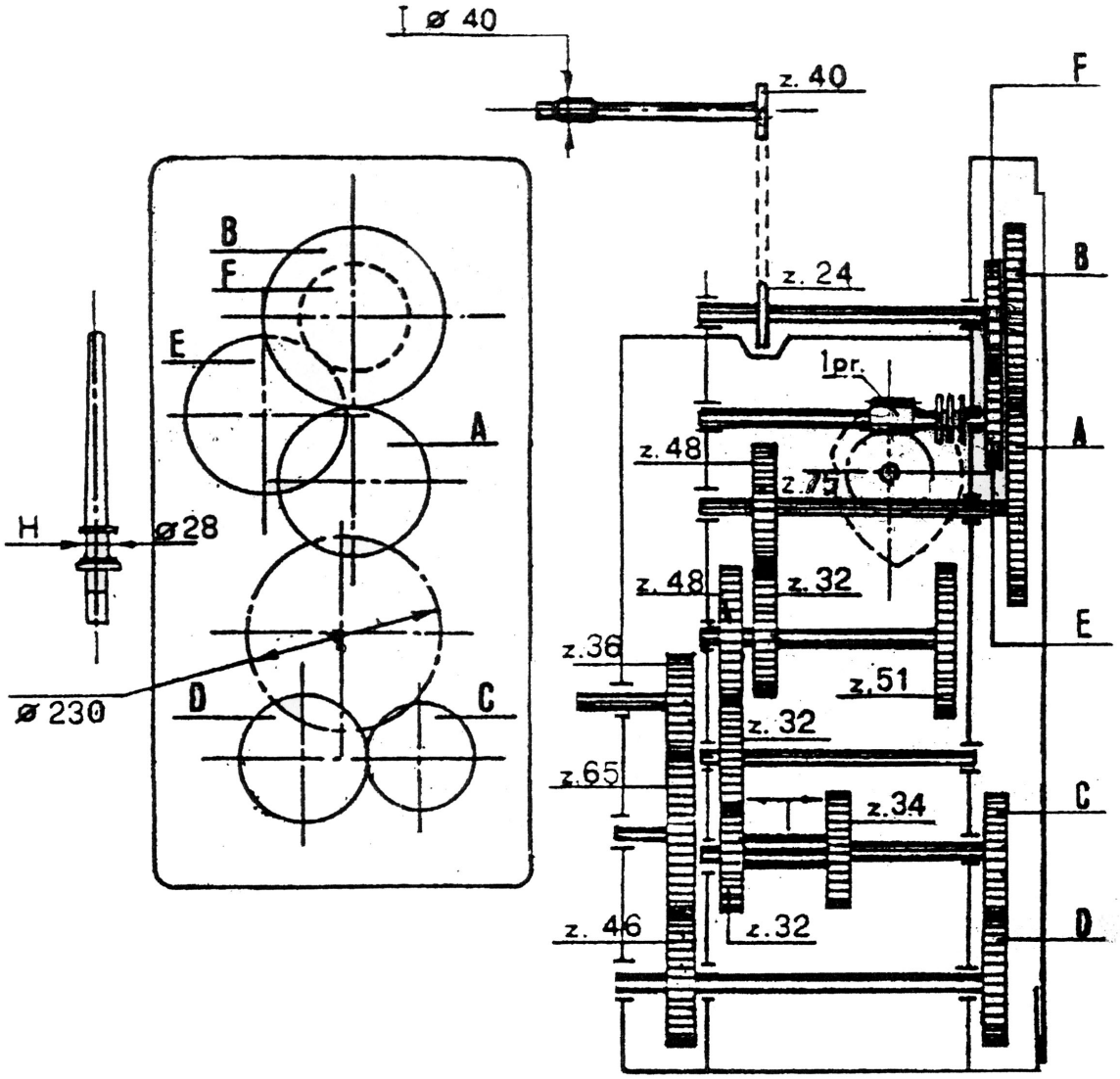
$$\text{Pignone di stiro (E)} = \frac{861{,}16}{24} = 36$$

Calcolo della torsione e del pignone di torsione.

Calcolo costante di torsione.

Schema cinematico.

C = 61 denti
D = 35 “
B = 76 “
A = pignone di torsione



Il calcolo della costante e delle torsioni è effettuato valutando lo spessore del cintino pari a 0,7 mm.

$$\text{Costante} = \frac{1}{3{,}14 \cdot 0{,}040} \cdot \frac{40}{24} \cdot \frac{76}{A} \cdot \frac{48}{32} \cdot \frac{48}{32} \cdot \frac{61}{35} \cdot \frac{46}{36} \cdot \frac{230{,}7}{28{,}7} = 40619 \text{ giri/m.}$$

$$\text{Pignone di torsione (A)} = \frac{40619}{740} = 54 \text{ denti}$$

Calcolo dell'agugliata

La lunghezza di agugliata corrisponde alla quantità di filato incannata in una corsa di salita e discesa del carro porta anelli.

Considerando E = 54 denti e F = 40 denti si ha:

$$\text{Lunghezza agugliata} = 3{,}14 \cdot 0{,}040 \cdot 1 \cdot \frac{75}{1} \cdot \frac{54}{40} \cdot \frac{24}{40} = 7{,}63 \text{ m.}$$

Filatoio a rotore (Open end)

E’ impiegato normalmente nella lavorazione di filatura cardata del cotone, viene alimentato con i nastri provenienti dagli stiratoi che trasforma in filato direttamente in rocche, eliminando il passaggio al banco a fusi e in molti casi ulteriori operazioni di roccatura.
La figura sottostante rappresenta un esempio di filatoio a rotore.

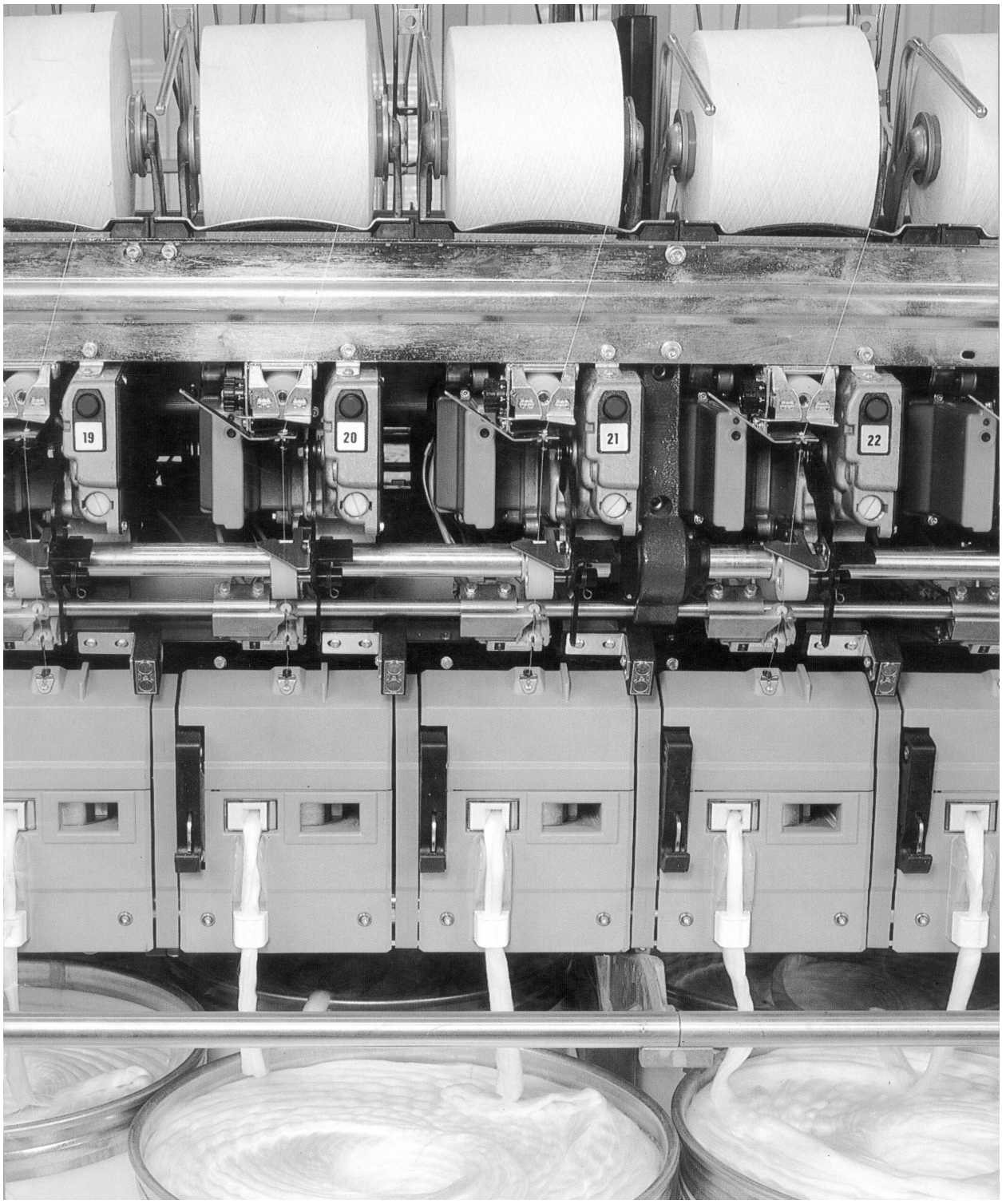


Fig. 54 Filatoio a rotore.

Il principio di funzionamento dell'unità di filatura è il seguente. Il nastro proveniente dallo stiratoio viene introdotto da un cilindro alimentatore e subisce l'azione di una cardina a denti di sega che gira con velocità comprese fra 6000 e 9000 giri/min., disaggregando il nastro in fibre singole, quindi le fibre, mediante aspirazione, vengono inviate al rotore attraverso un canale. Il rotore con diametro compreso fra 32,5 e 54 mm. ruota a fortissima velocità oltre i 100.000 giri/min. compatta le fibre grazie anche ad una particolare sagomatura, imprimendo alle stesse la torsione.

I dati di lavoro di un open-end a per cotone sono normalmente i seguenti:

- titolo del nastro Ne 0,10 – Ne 0,27 (Tex 5900 – Tex 2180)
- titolo filato Ne 5 – Ne 40 (Tex 120 – Tex 15)
- campo di stiro 16 – 250
- torsioni 300 – 1500 giri/m

Il filato così formato passa quindi all'unità di roccatura che provvede a confezionare le rocche, le quali possono essere cilindriche o coniche. Le dimensioni delle confezioni possono essere di diametro 300 x 152 mm. le cilindriche e di diametro 270 x 152 mm. le coniche.
La velocità di avvolgimento può arrivare sino a 200 m. al min.

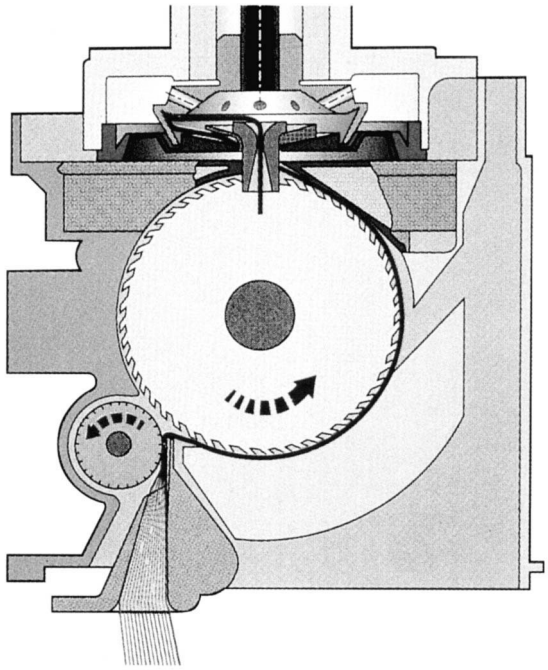


Fig. 55 Schema di filatoio a rotore

Il filato prodotto dal filatoio a rotore presenta caratteristiche diverse rispetto ai tradizionali filati ring, in quanto le fibre tendono a disporsi alla periferia del rotore in modo casuale, cioè non in dipendenza della lunghezza della fibra stessa o di migrazioni preferenziali delle fibre.
Ne consegue la formazione di un filato regolare ma con presenza di avvolgimenti di fibre più lunghe sul filato che inglobano altre fibre dando al filato un aspetto caratteristico ed una maggiore pelosità.

I moderni filatoi a rotore, grazie ad alcune migliorie tecniche quali una maggiore pulizia, mediante evacuazione pneumatica delle impurità in canale, il sistema con rotore autoaspirante, lo studio particolare della forma del canale di trasporto nel rotore, l'adozione di separatori con particolari profili che determinano una migliore distribuzione delle fibre nelle gola del rotore, sono in grado di produrre filati con qualità migliori e più simili a quelli dei filatoi ad anello.

Nella figure seguenti sono rappresentati le macroscopie della struttura di due tipi di filato, il primo prodotto su un moderno filatoio a rotore (100% cotone Ne 30), il secondo su un tradizionale O.E. (100% cotone Ne 30).

Come si può riscontrare il primo filato presenta regolarità migliore ed una minore pelosità. Conseguentemente la migliore parallelizzazione delle fibre e la struttura finale più regolare daranno al filato una migliore resistenza ed allungamento e quindi prestazioni generali più soddisfacenti.

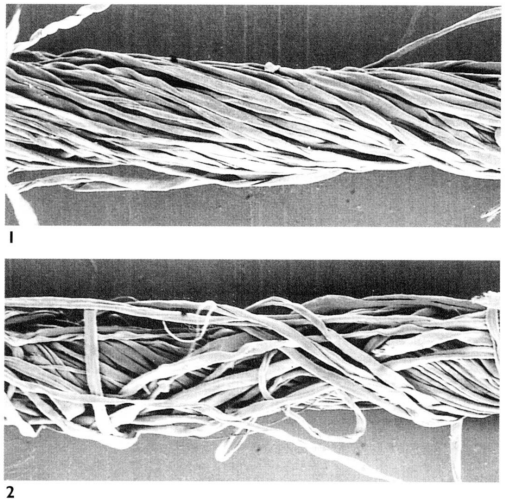


Fig. 56 Strutture filati O.E.

Inoltre può essere applicato il sistema paraffinatore in grado di garantire una distribuzione della paraffina sul filato in modo regolare e secondo la quantità voluta.
La macchina è automatizzata con la presenza di carrelli per il riattacco automatico del filo e di levata rocche di numero variabile di 1-2-4 per macchina.
Una macchina normalmente ha due fronti completamente indipendenti, con distribuzione automatica dei tubetti vuoti carrello di riattacco dei fili, levata rocca e pulizia rotori. La macchina è generalmente montata con moduli da 24 unità su 2 fronti e porta un numero massimo di 288 unità per macchina.

La macchina è anche dotata di un sistema per il controllo della qualità, produttività e manutenzione. Il sistema computerizzato controlla automaticamente la produzione, gestisce le unità di filatura e ne indica per ogni singola unità i dati produttivi. Inoltre il sistema è in grado di effettuare un autodiagnosi delle cause degli allarmi macchina e dell'inefficienza eventuale delle singole unità .

Sul filatoio è inoltre possibile applicare dei sistemi di stribbiatura elettronica per eliminare i difetti dei filati.

ROCCATURA

La roccatura consiste nel confezionare il filato in rocche di notevoli dimensioni, che permettendo un facile svolgimento dello stesso, rendono più agevole ed economico l'utilizzo del filato sulle macchine successive.

La roccatrice può essere alimentata da spole di ring o da rocche provenienti da filatoi open-end o rocche cilindriche o coniche provenienti da precedenti lavorazioni al fine di formare rocche del peso richiesto dalle successive lavorazioni.

In base alla loro forma le rocche si possono suddividere in:

a - cilindriche
b - coniche con conicità di 5° 57° - 9° 15°
c - tronco-coniche con conicità fino a 4° 20°

Il filato svolto dalla rocca passa attraverso i sistemi tenditori e di controllo avvolgendosi e distribuendosi sulla rocca tramite un cilindro scanalato, il filato si inserisce nelle cavità del cilindro e quindi al movimento di rotazione del cilindro corrisponde la traslazione del filato.
Attualmente le roccatrici lavorano a teste indipendenti con motori a regolazione individuali.
Una moderna roccatrice è in grado di lavorare filati dal titolo Ne 2 a quelli più fini con velocità di avvolgimento da 400 a 2000 m/min.

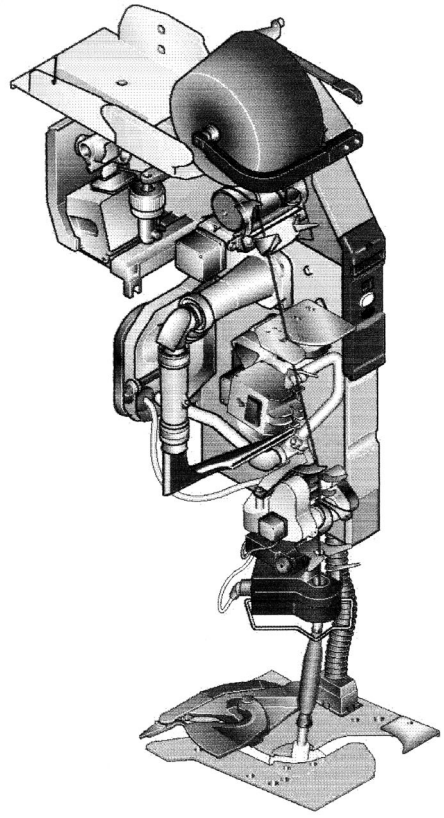


Fig. 57 Testa di roccatura

L’operazione di roccatura non ha come funzione il solo passaggio del filato da una confezione ad un’altra, ma anche quella di controllare il filato eliminando difetti presenti su di esso, mediante la “stribbiatura” che consiste nel fare passare il filo attraverso un dispositivo elettronico denominato stribbia in grado di valutare il filato in base a parametri prefissati di sezione e di lunghezza del difetto. Al superamento di questi valori il filato viene tagliato ed effettuata la giunzione, ritenuta migliore del difetto. La giunzione realizzata con il sistema splicer ad aria o con il sistema Twinsplicer che migliora l’operazione di giunzione effettuando una ricostruzione meccanica del filato controllando la detorsione, lo stiro code, condensazione code e la ritorsione. La giunta così ottenuta risulta meno visibile, resistente costante e ripetitiva. Esiste un innovativo sistema di giunzione ad azione combinata aria ed acqua particolarmente adatto ai filati di cotone compatti.

La macchina è dotata di un dispositivo specifico per evitare il fenomeno detto di cordonatura dovuto alla formazione irregolare della rocca con il depositarsi di più spire di filato in alcuni punti. In pratica si imprime al braccio porta rocche un movimento oscillante sul piano verticale A e sul piano orizzontale B (vedi Fig. 58). I due movimenti possono combinati in modo diverso per rispondere a tutte le esigenze di lavorazione.

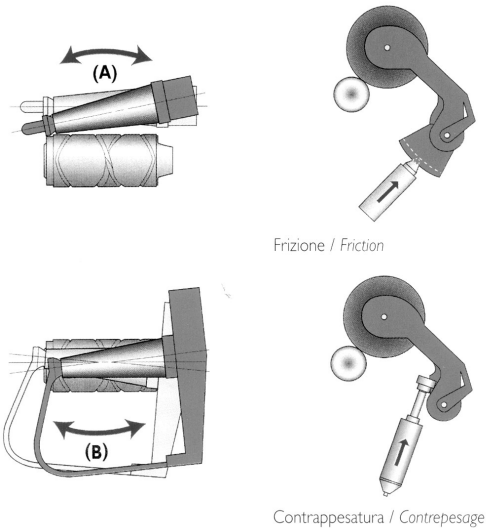


Fig. 58 Dispositivo anticordonatura.

La tensione del filato è mantenuta costantemente sotto controllo mediante un sensore di tensione elettronico posizionato prima del cilindro che interagisce con il tendifilo grazie al computer di testina per le opportune variazioni da esercitare sul filato, permettendo così di ottenere una densità costante della rocca .

Un roccatrice moderna effettua in modo automatico le seguenti operazioni ;
- levata rocche
- caricamento spole
- alimentazione coni
- collegamento ai filatoi con prelievo spole.

Nel caso di collegamento ai filatoi la macchina può essere dotata di un sistema in grado di riconoscere due partite diverse di spole tenendole separate mediante l’applicazione di chips di identificazione partita inseriti nel piattello e riconosciuti all’ingresso delle teste di roccatura.

Roccatrice per retrazione o voluminizzazione

Questa nuova macchina è in grado di realizzare in continuo le operazioni di retrazione di filati acrilici, HB anche con elastomeri e voluminizzazione di filati misti e pretinti.
La macchina può lavorare con velocità di raccolta fino a 1000 m. al minuto con un campo di retrazione da 0 a 30 %.
Il principio di funzionamento rappresentato in Fig. 59 è il seguente:
il filato viene inserito pneumaticamente e, mediante un ugello distributore rotante, avvolto a spire parallele su 4 cinghioli dotati di un movimento lento di traslazione. Le zone dove è avvolto il filato e parte dei cinghioli sono sospesi in una camera a circolazione forzata d'aria riscaldata da resistenze elettriche. In questa zona (forno), dove la temperatura può arrivare sino a 165° C, avviene la retrazione del filato, che essendo supportato solo dai due cinghioli superiori è assolutamente libero di retrarsi nelle condizioni ideali. All'uscita della camera di retrazione il filato retratto trova una zona di raffredamento e quindi viene dipanato e raccolto nella rocca in formazione. Un rullo sovralimentatore provvede a ridurre la tensione di uscita dal forno.

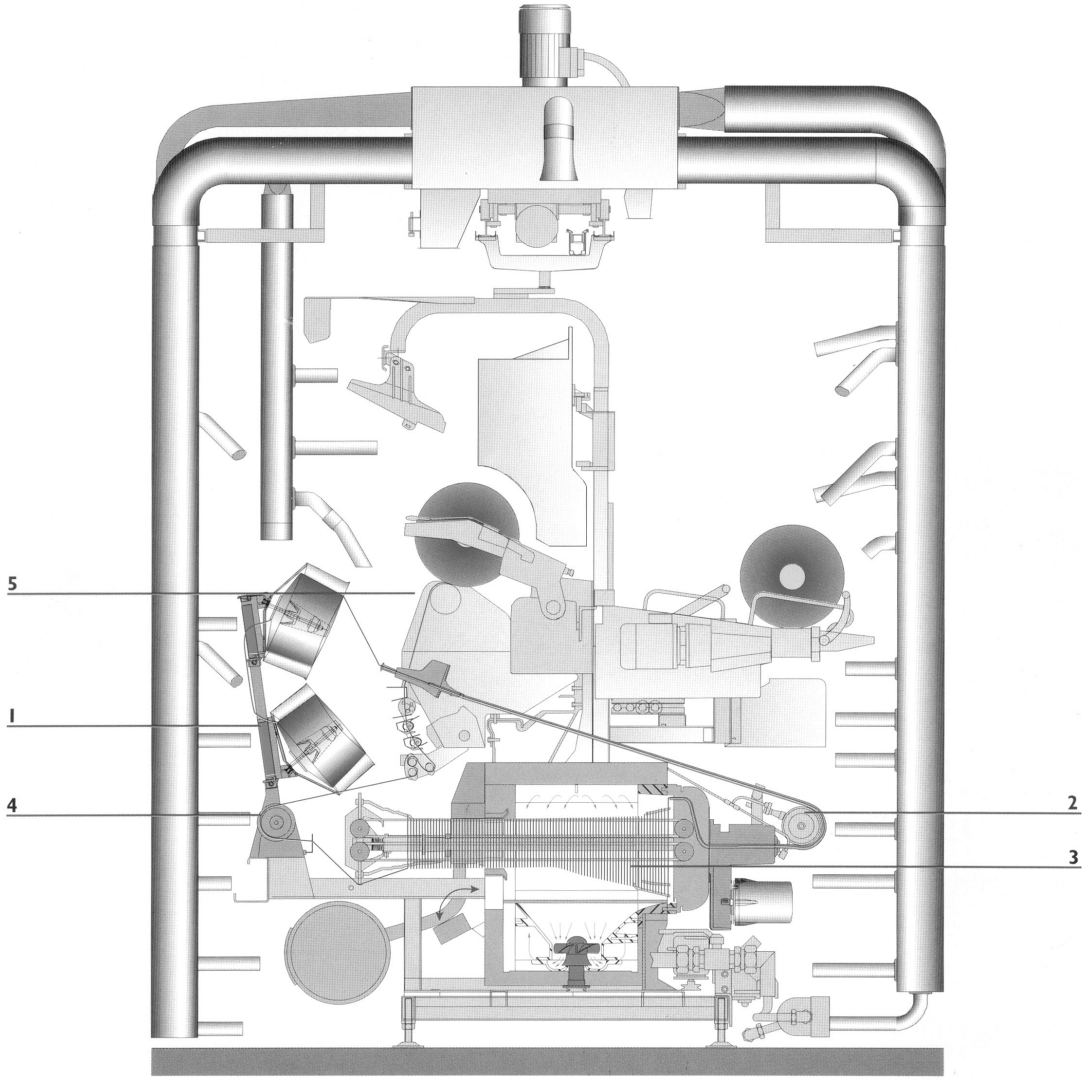


Fig. 59 Schema retrazione : 1- cantra di alimentazione;
2 - pulegge di sovralimentazione in entrata; 3 - gruppo distributore del filato;
4 - rullo di sovralimentazione in uscita; 5 - testa di roccatura.

PARAFFINATURA

L'operazione di paraffinatura viene effettuata allo scopo di lubrificare il filato riducendo al minimo il coefficiente di attrito con gli organi con i quali viene a contatto.
Questa operazione è normalmente fatta sui filati destinati alla lavorazione sulle macchine di maglieria, che richiedono una buona scorrevolezza dei filati.
Si effettua sulla roccatrice dotata di un sistema paraffinatore a comando positivo ad interferenza regolabile in grado di garantire una paraffinatura costante al filato, inoltre un dispositivo di controllo esaurimento paraffina arresta la testa in caso di mancato intervento di sostituzione.

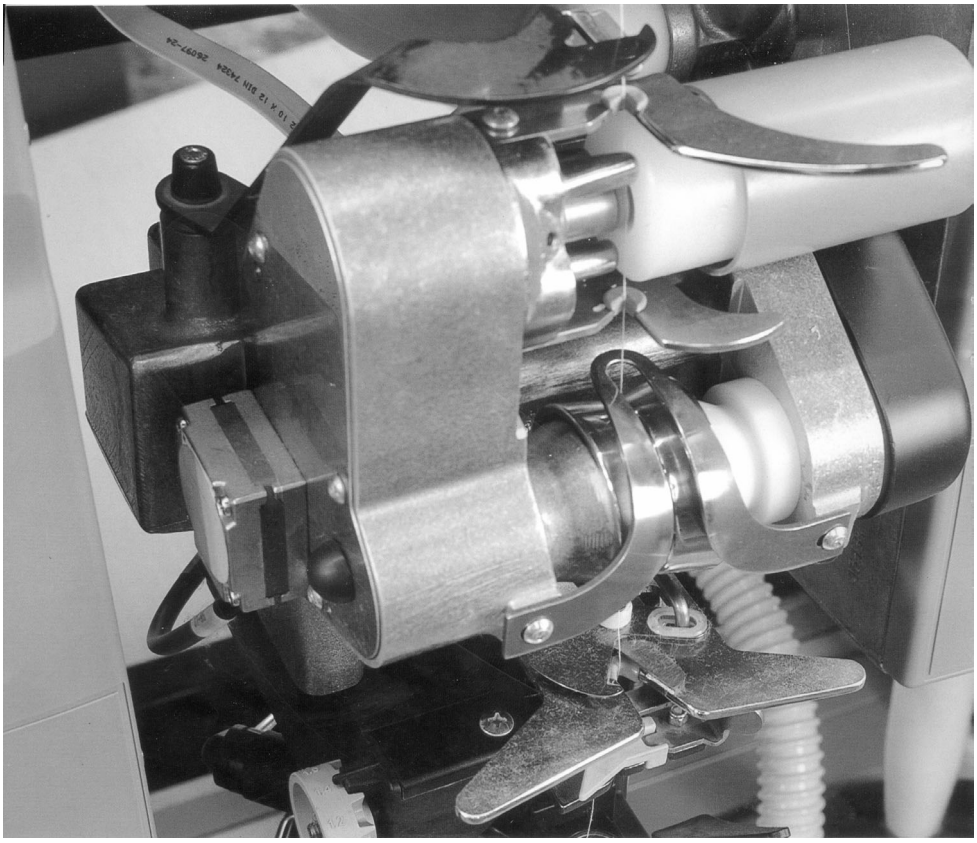


Fig. 60 Dispositivo paraffinatore

GASATURA

La gasatura è una operazione che viene fatta allo scopo di eliminare la pelosità del filato. La gasatrice consiste in una roccatrice da rocca a rocca che è corredata da un bruciatore a gas.
Il filato passa attraverso la fiamma subendo un'azione di bruciatura delle fibre sporgenti che costituiscono la pelosità.
La velocità di lavoro varia da 400 a 1000 m/min.
La macchina deve, per ottenere una gasatura regolare, mantenere costante la velocità del filato e la regolarità della fiamma.
Quindi la gasatrice oltre ai normali dispositivi di controllo macchina, ha un sistema di aspirazioni delle polveri ed uno di controllo della temperatura della fiamma.
Perdendo il filato parte del proprio peso per valori anche del 5-6 %, si avrà dopo la gasatura una variazione del titolo del filato che deve essere considerata in fase di progettazione del filato.

BINATURA

Questa operazione denominata anche accoppiatura serva a riunire due o più capi di filato su di una rocca per poi effettuare la ritorcitura. La macchina binatrice, simile alla roccatrice, viene alimentata da rocche di filato, generalmente stribbiato precedentemente, poste sulla parte inferiore. Rispetto alla roccatrice la binatrice deve avere dispositivi tenditori in grado di garantire una tensione uniforme a tutti i capi componenti il filato, presupposto indispensabile per l'ottenimento di un buon filato ritorto.

Le rocche prodotte sono cilindriche o coniche, la velocità di avvolgimento può superare i 1000 m/min.

Fig. 61 Binatrice

RITORCITURA

La ritorcitura ha lo scopo di unire mediante torsione due o più capi di filato accoppiati allo scopo di ottenere un filato risultante più resistente. E' un processo che si attua in due operazioni: prima si effettua la binatura e quindi la ritorcitura. In alcune moderne macchine queste due operazioni possono essere realizzate contemporaneamente.

Tradizionalmente si impiegavano i ritorcitoi ad anello, simili ai rings, alimentati però da rocche di filato binato e con un cilindro di alimentazione costituito da un albero metallico con cilindri di pressione in grado di garantire velocità di svolgimento costanti.
Attualmente vengono impiegati i ritorcitoi a doppia torsione, che sono così denominati in quanto ad ogni giro del fuso il filato binato riceve due giri di torsione.

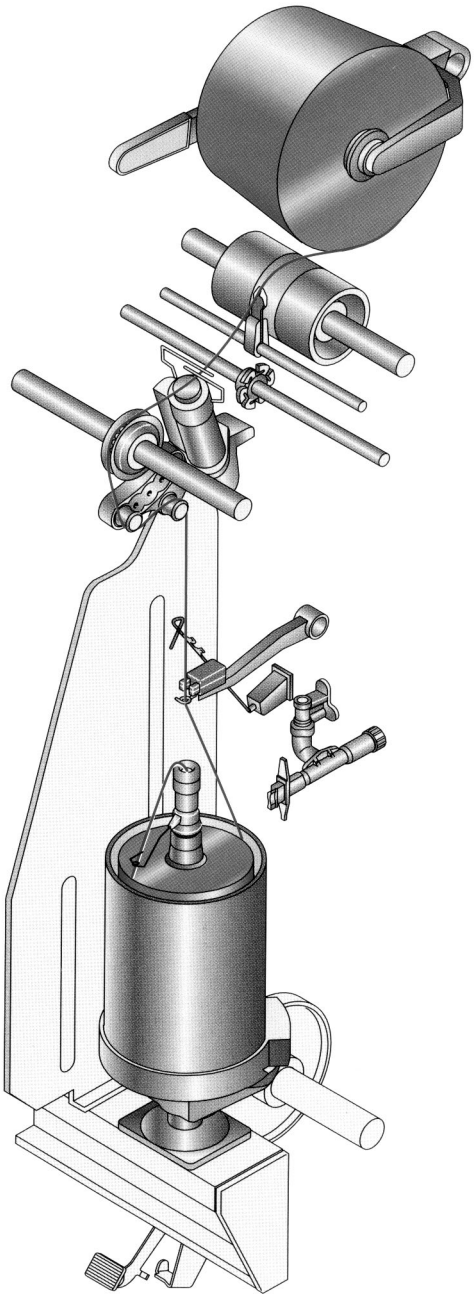


Fig. 62 Ritorcitoio a doppia torsione.

Il principio di funzionamento è rappresentato dalla Fig. 63 dove si vede come il filato riceva un primo giro di torsione nel tratto dall'ingresso nel fuso e l'uscita (A-B) ed un secondo giro nel tratto dal punto B al guidafilo C. Questo è possibile in quanto la confezione (rocca di binato), rimane ferma ed è invece il filato a ruotare intorno ad essa.

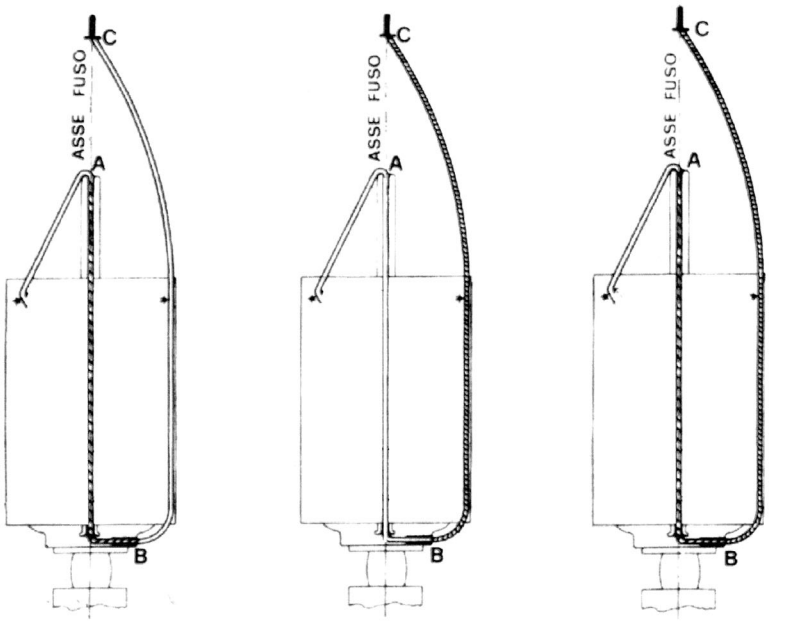


Fig. 63 Principio doppia torsione.

Il filato ritorto viene quindi avvolto formando una rocca per ogni fuso nella parte superiore della macchina .

I vantaggi di questa macchina rispetto ai vecchi ritorcitoi ad anello sono: due giri di torsione per ogni giro del fuso e quindi maggiori velocità produttive, confezione diretta di rocche di elevata capacità, minor numero di nodi, possibilità di binare a due capi direttamente sulla macchina.

La macchina produce direttamente rocche con conicità 0°- 3°30'- 4°20' - 5°57'. Lo scartamento tra fuso e fuso può avere valori di 200-240-300 mm. con un numero di fusi variabile da 16 a 360 in funzione dello scartamento.

La macchina è predisposta con scatole di ingranaggi per variare il numero di torsione, il senso della torsione (S/Z) e l'angolo di incrocio del filato.

Il ritorcitoio a doppia torsione è attualmente in grado di lavorare con elevata flessibilità, lavorando sia con ballon controllato sia con ballon libero rimuovendo il contenitore del ballon.
Ciò permette la lavorazione di filati delicati che potrebbero subire danneggiamenti per eccessivo sfregamento. Previa una binatura effettuata su macchine apposite e con qualche accorgimento si possono lavorare anche filati di lana, di cotone, di viscosa, di seta con un filo di elastomero incorporato sempre più richiesti per la produzione di manufatti tessili.

Un sistema opzionale elettronico può controllare il corretto funzionamento individuando eventuali mancanze di un capo di filato, capo in soprannumero o formazione di grovigli con tolleranze programmate. Un moderno ritorcitoio a doppia torsione ha sistemi di infilaggio pneumatici e carrello automatico di annodatura , sistema di sollevamento della rocca e relativa frenatura alla rottura del filo o ad esaurimento della confezione con azionamento ritardato dopo rottura per consentire il completo avvolgimento del filato ritorto onde evitare danneggiamenti superficiali della rocca, pulitore soffiatore/aspiratore viaggiante.

In caso di richiesta si può realizzare la paraffinatura ed in alcune macchine allo scopo di ridurre l'effetto di sfregamento sui fili si applica l' avvivaggio mediante un dispositivo posto sulla testina del fuso, formato da un serbatoio e da una bussola che per capillarità permette all'avvivaggio di salire nella zona di contatto del filo. Questa operazione avviene prima della fase di ritorcitura e con una boccola di regolazione si può regolare la quantità di avvivaggio, variando la superficie di contatto del filo con la bussola di distribuzione.

Come già detto precedentemente una macchina a doppia torsione può anche effettuare contemporaneamente alla ritorcitura la binatura.

La Fig. 64 sottostante rappresenta questa macchina: come si vede sul fuso sono infilate due rocche dalle quali si svolgono i due capi con percorsi indipendenti e che si uniscono successivamente prendendo torsione.

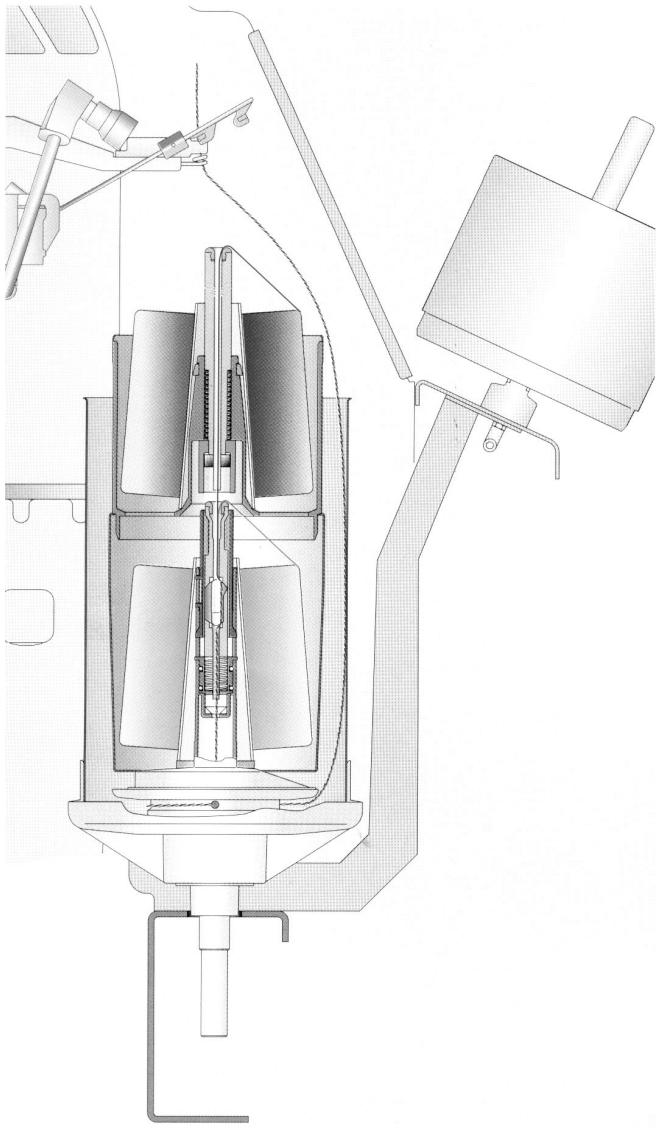


Fig. 64 Binatura e ritorcitura in un unico passaggio.

ASPATURA

L'aspatura è l'operazione che permette di preparare le matasse destinate generalmente alle operazioni di tintura.
L'aspiratrice è alimentata da filato in rocche ed avvolge il filato su di un aspo formando così le matasse. L'avvolgimento può essere realizzato sia variando l'incrocio del filo sia variando la larghezza della matassa sino a circa 400 mm.. Il diametro dell'aspo è normalmente di 54" con velocità di circa 400 giri al min.
Il peso delle matasse può in alcuni casi arrivare a valori di circa 5 Kg.

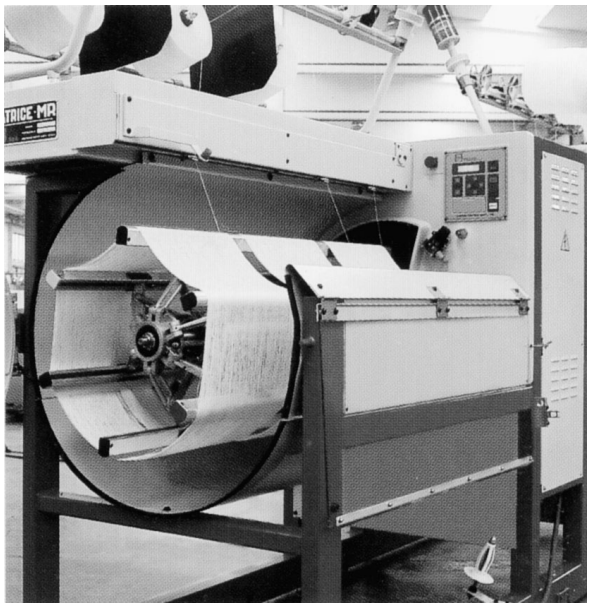


Fig. 65 Particolare di aspatrice

DIPANATURA

Un particolare tipo di roccatrice è quella denominata dipanatrice. Questa macchina è alimentata da matasse provenienti dalla operazione di tintura e produce rocche.
La testa di roccatura è sostanzialmente corrispondente a quella di una roccatrice, mentre necessita di un particolare sistema che permetta di svolgere il filato dalle matasse poste su degli aspini, senza provocare rotture dello stesso quando si presentano ingarbugliamenti che provocano tensioni sul filato.
Il dispositivo consiste in un tenditore sul quale passa il filato, che in caso di tensione eccessiva agisce sulla velocità di svolgimento rallentandola e facilitando così la dipanatura e ritornando poi a velocità normale. In caso di forte tensione si arresta la testa di roccatura e sarà l'operatrice a provvedere a sciogliere l'ingarbugliamento.
La dipanatrice tradizionale ha un sistema di alimentazione ad aspino non comandato e quindi una velocità di lavoro limitata a circa 300 m/min., mentre gli ultimi modelli di macchina adottano sistemi ad aspino comandato con motori indipendenti controllati elettronicamente e con freno incorporato, che consente un arresto rapido della testa, evitando la rottura del filato e raggiungendo velocità di circa 600 m/min.

AUTOMAZIONE DEI TRASPORTI E DELL'IMBALLO.

Introduzione

Ad integrazione dei processi di filatura descritti nelle pagine precedenti ed in funzione dei costanti sforzi operati dall'industria tessile per mantenere livelli di competitività tali da poter offrire al mercato filati di elevata qualità a prezzi concorrenziali, non si può ormai prescindere dall'esigenza di automazione delle operazioni di fine ciclo.
A fronte delle diverse condizioni di lavoro esistenti in filatura e nel rispetto della semplicità di gestione richiesta a questo genere di automazioni, si tende infatti ad eliminare con esse tutte le manipolazioni intermedie del filato prodotto, sgravando il personale dalle operazioni più ripetitive e faticose ed assicurando nel contempo:

- maggiore produttività degli impianti
- accuratezza nella manipolazione delle rocche
- elevati standard qualitativi delle confezioni finali

In particolare, laddove i volumi di produzione giustifichino investimenti importanti, lasciando spazio ad impianti "full automatic", occorre garantire anche:

- assenza di mescolamenti tra gli articoli
- elevate rese delle macchine di produzione
- flussi di materiali ordinati
- movimentazioni affidabili
- cicli di lavorazione flessibili

I processi di automazione delle cosiddette "attività di servizio" interne all'azienda non prendono quindi solo le mosse dalla necessità di contenere i costi di manodopera, ma fanno preciso riferimento ad una strategia più complessa che si articola nei seguenti obiettivi:

1. miglior utilizzo del personale e riduzione dei suoi margini di discrezionalità, in maniera tale da ottimizzare la distribuzione delle mansioni;
2. specifico rispetto delle procedure operative e, conseguentemente, opportunità di controllo del processo in corso in ogni momento ed in ogni sua fase;
3. possibilità di estendere o contrarre la capacità produttiva dell'impianto o delle macchine, a parità di forza lavoro ed al variare delle esigenze di mercato;
4. sistematicità nei controlli predisposti e facilità di classificazione dei prodotti da gestire;
5. sicurezza di identificazione degli articoli movimentati e di registrazione di ogni singola confezione spedita.

Di seguito, vengono descritti due esempi di applicazione di tali principi: il primo nell'area scarico, trasporto, pallettizzazione e confezionamento delle rocche ed il secondo di isola robotizzata per il confezionamento delle rocche e la relativa movimentazione.

Scarico, trasporto e confezionamento rocche

Le potenzialità offerte dai più recenti sistemi per la manipolazione e l'imballo delle rocche di filato consentono oggi applicazioni specificatamente studiate sia per la filatura Open End che per la roccatura.

Nel primo caso sono stati appositamente sviluppati e messi a punto sistemi più o meno sofisticati per la gestione "intelligente" degli scarichi dei filatoi O.E. che si basano sul concetto di

controllare l'avanzamento complessivo della produzione in maniera tale da gestire le situazioni di contemporaneità di levata delle macchine ed ottimizzarne le sequenze senza penalizzare le singole rese.
Indipendentemente dal numero di rotori di ciascuna macchina presente in linea, lo scarico automatico di questo tipo di filatoi prevede l'evacuazione di *"treni" interi di rocche* verso le aree di confezionamento.
Nel secondo caso, pur facendo sempre riferimento all'esigenza di monitorare in tempo reale l'avanzamento complessivo della produzione, i sistemi di supervisione di questo tipo di impianti, indipendentemente dal numero di teste di roccatura di ciascuna macchina presente in linea, consentono la gestione di *rocche singole o di spezzoni di treni.*

Per entrambe le situazioni i gruppi di rocche in arrivo, non essendo necessariamente multipli del modulo finale di imballo, possono richiedere di essere smistati in base all'articolo prodotto (titolo di filato) e temporaneamente stoccati in attesa di essere opportunamente confezionati (Fig. 66).

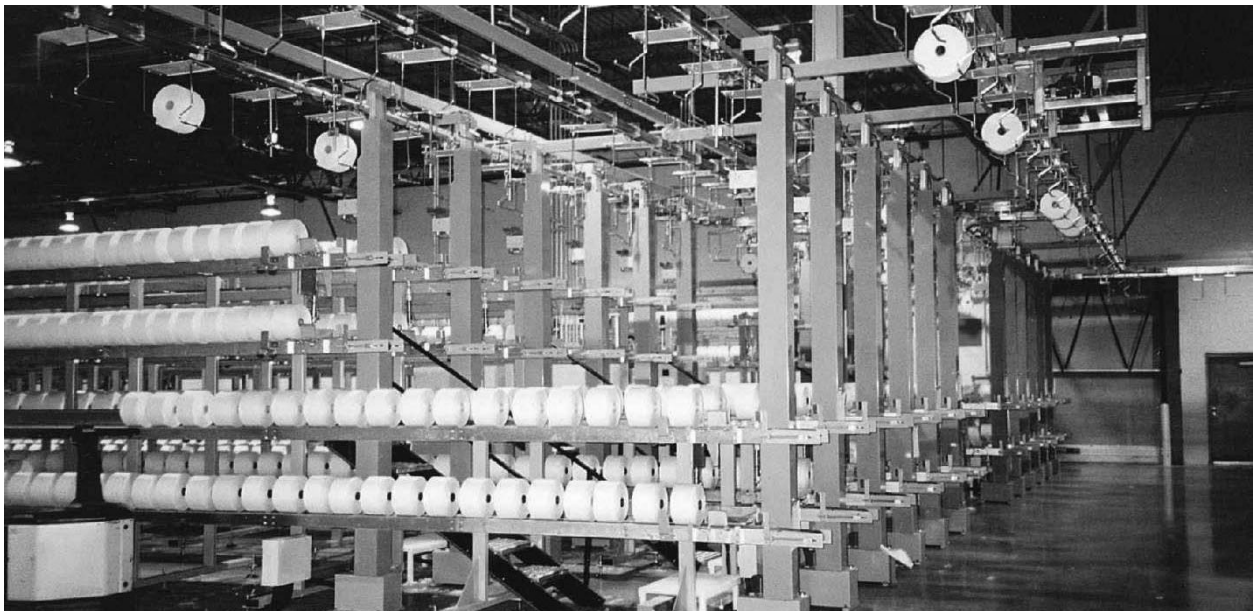


Fig. 66 Nastri pre-stoccaggio rocche

Le rocche, raggiunto il numero prestabilito, tramite elevatori verticali (lifter) dotati di dispositivo di sollevamento ed installati di fronte a ciascun filatoio (due alla volta, nel caso di filatoi O.E., singolarmente, nel caso di roccatrici), vengono prelevate dai nastri di raccolta interni alla macchina e trasferite, opportunamente orientate, alle bilancelle di un trasportatore aereo a catena (oppure, in alternativa, ad un nastro collettore aereo) che percorre i fronti di scarico e le convoglia verso l'area di confezionamento.
L'identificazione dei treni in transito o delle singole rocche (fondamentale per garantire il successivo smistamento durante le fasi della manipolazione finale) avviene tramite scrittura e successiva lettura dei TAG (cip a supporto magnetico) che equipaggiano ciascuna bilancella (oppure, in alternativa, tramite tracking dei treni stessi con passaggio delle rocche di fronte a successive fotocellule di rilevamento e conteggio).
Se il modulo finale di imballo è un pallet e se non è possibile installare un numero di nastri di pre-stoccaggio sufficienti, per ciascun articolo prodotto, a contenere il numero di rocche necessarie alle sua completa formazione, allora in area di confezionamento saranno presenti tante postazioni di pallet in lavoro quanti sono gli articoli (separazioni) contemporaneamente in

produzione all'interno della filatura e sui quali le rocche verranno progressivamente depositate. Se il modulo finale di imballo è una *scatola*, in prossimità dell'area di confezionamento saranno presenti tanti nastri di accumulo quante sono le separazioni per lo stoccaggio temporaneo del numero di rocche necessario per formare un gruppo di scatole.

In situazioni particolari, inserendo in linea magazzini verticali rotanti opportunamente dimensionati è ancora possibile compensare il numero di rocche effettivamente disponibili quando scaricate dal filatoio con il numero di rocche richiesto in quanto multiplo dell'imballo che si andrà ad eseguire (stoccando le rocche in eccesso ed integrando quelle in difetto) e procedere quindi alla formazione diretta del pallet o della serie di scatole.

Normalmente le unità di imballo (pallettizzatori od inscatolatrici) sono macchine controllate da PLC e in grado di manipolare le rocche, singolarmente od a gruppi in funzione delle capacità produttive richieste all'intero impianto, che provvedono in maniera completamente automatica alla costruzione del pallet per sovrapposizione di strati successivi oppure allo riempimento della scatola per introduzione di piani di rocche.

Per l'esecuzione dei cicli di pallettizzazione i pallet in formazione vengono portati da una navetta di servizio all'interno della macchina o, in alternativa, lo stesso pallettizzatore è in grado di traslare e di portarsi in corrispondenza della zona di lavoro; per l'esecuzione dei cicli di inscatolamento le scatole transitano invece autonomamente, tramite rulliere di servizio, all'interno della stazione di lavoro.

Le unità di pallettizzazione sono costituite da robot ad assi cartesiani azionati da motori elettrici brushless e dotate di mandrini pneumatici (singoli o multipli) in grado di prelevare le rocche, opportunamente orientate e centrate, direttamente dal tubetto e di depositarle sullo strato in formazione secondo la geometria richiesta (Fig. 67).
Gli stessi robot provvedono alla introduzione dei separatori ed alla movimentazione dei bancali vuoti e dei pallet completi.

Fig. 67 Robot pallettizzazione rocche

Con le unità di insacchettamento ed inscatolamento, le rocche vengono invece confezionate singolarmente per la loro spedizione in scatola; il foglio di polietilene che costituisce l'involucro viene prima convogliato su un gruppo avvolgitore (che provvede a formare un tubo) e successivamente saldato in più punti fino a formare il sacchetto.
Per il successivo inscatolamento, ricorrendo all'avanzamento combinato di due nastri motorizzati, è possibile poi comporre lo strato di rocche da introdurre nella scatola secondo la geometria richiesta.

Isola robotizzata per la movimentazione automatica delle rocche

Questa tecnologia prevede l'impiego di robot antropomorfi equipaggiati con speciali attrezzi di lavoro, progettati per lo specifico impiego di movimentazione rocche. Il robot è inserito in un sistema completamente integrato che incorpora una serie di macchine e allestimenti speciali.
Il vantaggio principale di questa soluzione consiste nella polivalenza e flessibilità operativa del robot che sostituisce una serie di macchine dedicate utilizzate negli impianti convenzionali, abbattendo quindi drasticamente i costi per unità di prodotto trasportata.
Dal punto di vista tecnologico, spiccano l'alta velocità operativa, l'assoluta precisione di posizionamento e la massima affidabilità di questa soluzione.

Significativo esempio di questo nuovo trend tecnologico è un impianto completo di Autopacking per rocche di filato stiroritorto.

Il sistema gestisce rocche prelevate da carrelli di trasporto. Le rocche, dopo essere state identificate con speciali dischetti applicati nel colletto del tubo con un'apposita macchina, passano attraverso stazioni d'ispezione qualità, quindi sono automaticamente insacchettate e imballate in scatole di cartone, che, a loro volta, saranno sigillate ed etichettate.

L'impianto consiste di tre aree principali:
- Linea carrelli di trasporto
- Linea piattelli di trasporto rocche
- Linea scatole vuote e piene.

Le rocche sono caricate a mano nelle varie aree di produzione su esistenti carrelli monofronte a 72 pioli leggermente inclinati. Questi carrelli sono trasportati manualmente fino all'ingresso della linea carrelli. Una volta inseriti nella linea, i carrelli avanzano automaticamente fino a raggiungere la postazione di prelievo rocche.

In questa postazione è installata una piattaforma ribaltabile ad azionamento idraulico. La piattaforma è munita di dispositivi di ancoraggio carrello. Con il carrello in posizione, la piattaforma ruota di 85 gradi, portando quindi le rocche in posizione perfettamente verticale in modo che possano essere afferrate dall'alto dai gruppi di presa installati sulla testa di lavoro del robot.

Il robot è una macchina a 6 assi gestita da un proprio sistema di controllo.
Con le rocche in posizione di prelievo, la testa di lavoro afferra 4 rocche contemporaneamente e si solleva, sfilando le rocche dai rispettivi pioli. Il robot esegue quindi velocemente un ciclo preprogrammato e deposita le 4 rocche su altrettanti piattelli di trasporto collocati sulla linea piattelli.

Fig. 68 – Vista generale del robot di manipolazione e d'imballo

Il ciclo si ripete fino al completo scarico del carrello.
A carrello vuoto, la piattaforma ritorna in posizione di riposo; il carrello vuoto è sbloccato, quindi la linea carrelli si rimette in moto, trascinando il carrello verso l'uscita della linea.
Nel caso sia disponibile un altro carrello pieno, quest'ultimo è subito immesso sulla piattaforma e il robot riprende il ciclo di scarico.
La linea piattelli è un insieme di rulliere motorizzate disposte in circuito chiuso. I piattelli con le rocche a bordo sono trasportati lungo il circuito, passando per le varie postazioni operative.

Nella prima postazione, ogni rocca riceve un dischetto di identificazione prodotto. Questo dischetto è applicato a pressione nel colletto del tubo della rocca per mezzo di una speciale macchina automatica a comando pneumatico. La macchina è munita di un tamburo rotante a 8 camere, ognuna delle quali può contenere una tipologia di dischetti.
Dopo l'applicazione dei dischetti, le rocche procedono alle stazioni di ispezione visiva dove l'operatore immette i rispettivi dati in un terminale collegato al sistema di gestione.

Nella stazione successiva, le rocche passano attraverso una speciale macchina insacchettatrice che applica automaticamente su ogni rocca un sacchetto protettivo di HDPE (polietilene ad alta densità). Dopo questa operazione, le rocche sono pronte per essere imballate. La linea piattelli le inoltra nella stazione di imballo. In questa stazione, il robot sfila le rocche dai piattelli di trasporto e le inserisce in scatole di cartone alimentate dalla Linea Scatole. Le scatole sono confezionate, a monte della linea, da una speciale formatrice cartoni.
Le pile di altri materiali di imballo (piastre inferiori e superiori in plastica stampata) arrivano su due separate linee di alimentazione fino alla posizione di prelievo da parte del robot, che provvede a inserirle nella corretta sequenza nelle scatole d'imballo.
Le scatole piene sono trasportate dalla linea cartoni verso una stazione di etichettatura e successivamente in una stazione dove sono automaticamente chiuse e sigillate.

PIANI DI FILATURA

Al termine della descrizione delle varie fasi e delle macchine costituenti la lavorazione del cotone dalla balla al filato, si ritiene utile concludere con la stesura dei piani di filatura riferiti alle lavorazioni con i dati di titolo, torsione, stiro e cascame alle varie macchine.

PIANO DI FILATURA:
COTONE 100% CARDATO

DATI: Titolo Ne 24 (Tex 24,5) lunghezza fibra 1”1/16

MACCHINE	Ne Entrante	Ne Uscente	Stiro	Torsione giri/m.	Accoppiamento	Cascame %
CARDA	600 g./m.	0,12	116,7	/	/	5
1° STIRATOIO	0,12	0,12	8	/	8	/
2° STIRATOIO	0,12	0,12	8	/	8	/
BANCO A FUSI	0,12	1	8,33	47,24	/	/
RING	1	24	24	724,4	/	/

PIANO DI FILATURA:
COTONE 100% PETTINATO

DATI: Titolo Ne 50 (Tex 12) lunghezza fibra 1”7/16

MACCHINE	Ne Entrante	Ne Uscente	Stiro	Torsione giri/m.	Accoppiamento	Cascame %
CARDA	600 g./m.	0,12	116,7	/	/	5
STIRATOIO	0,12	0,12	8	/	8	/
STIRO RIUNITORE	0,12	0,0078	2.33	/	36	/
PETTINATRICE	0,0078	0,15	117,8	/	8	18
1° STIRATOIO	0,15	0,15	8	/	8	/
2° STIRATOIO	0,15	0,15	8	/	8	/
BANCO A FUSI	0,15	1,2	8	43,3	/	/
RING	1,2	50	41,6	1040	/	/

PIANO DI FILATURA: POLIESTERE 65% 1,5 / S.O. / 38 COTONE 35% PETTINATO
DATI: Titolo Ne 40 (Tex 15)

Cotone:

MACCHINE	Ne Entrante	Ne Uscente	Stiro	Torsione giri/m.	Accoppia mento	Cascame %
CARDA	600 g./m.	0,12	116,7	/	/	5
STIRATOIO	0,12	0,13	6,5	/	6	/
STIRO						
RIUNITORE	0,13	0,0084	2,32	/	36	/
PETTINATRICE	0,0084	0,12	93,5	/	8	18

Poliestere

MACCHINE	Ne Entrante	Ne Uscente	Stiro	Torsione giri/m.	Accoppia mento	Cascame %
CARDA	600 g./m.	O,12	116	/	/	5

Cotone / Poliestere

MACCHINE	Ne Entrante	Ne Uscente	Stiro	Torsione giri/m.	Accoppia mento	Cascame %
1° STIRATOIO	0,12	0,12	6	/	2 cotone 4 poliestere	/
2° STIRATOIO	0,12	0,12	8	/	8	/
3° STIRATOIO	0,12	0,12	6	/	6	/
BANCO A FUSI	0,12	1,1	9,16	40,4	/	/
RING	1,1	40	36	840	/	/

PIANO DI FILATURA :COTONE 100% OPEN END

DATI: Titolo Ne 16 (Tex 37) lunghezza fibra 1”

MACCHINE	Ne Entrante	Ne Uscente	Stiro	Torsione giri/m.	Accoppia mento	Cascame %
CARDA	650 g./m.	0,12	125,7	/	/	5
1° STIRATOIO	0,12	0,14	7	/	6	/
2° STIRATOIO	0,14	0,14	6	/	6	/
OPEN END	0,14	16	114,.28	700	/	/

LA FILATURA LANIERA CARDATA

Introduzione

Il ciclo di filatura laniera cardata è destinato alla lavorazione delle fibre che, per la loro limitata lunghezza, non possono subire l'operazione di pettinatura. Il limite teorico di tale lunghezza è 40 mm, ma con il ciclo cardato vengono filate anche fibre di lunghezza assai più ridotta.
Tali caratteristiche della materia prima pongono un immediato vincolo tecnologico sulla filabilità, che risulta alquanto limitata e si traduce in una fascia di titoli da Nm 1 a Nm 30.

I titoli che si possono produrre sono grossi perché il numero di fibre in sezione necessario a costruire un filato con adeguate prestazioni meccaniche, se pure fortemente influenzato dalle condizioni della materia prima, è comunque mediamente alto (80 – 120).

I filati cardati sono utilizzati sia in tessitura che in maglieria e sono caratterizzati, oltrechè dal titolo mediamente grosso, da irregolarità di sezione, pelosità, alto coefficiente di torsione (per sopperire alla limitata resistenza riconducibile alle fibre corte).

In questo ciclo vengono convogliati materiali naturali e sintetici di vario tipo e provenienza: fibre nuove, cascami, fibre rigenerate, spesso in mista tra loro con lo scopo di valorizzare le peculiarità dei componenti. Il filato cardato si presenta dunque spesso caratterizzato da effetti di fantasia, che ne valorizzano l'impiego e impongono la ricerca di nuove tecnologie.

Ciclo di filatura cardata

Il prodotto classico si avvale di una tecnologia ormai consolidata, che si attua secondo il seguente ciclo di filatura:

1° fase	PREPARAZIONE	apre, miscela e pulisce il materiale
2° fase	CARDATURA	lavora ancora la mista e produce lo stoppino titolato
3° fase	FILATURA	trasforma lo stoppino in filato

In filatura le classiche operazioni di stiro, torsione e avvolgimento possono essere svolte sia dal filatoio continuo ad anello che da quello discontinuo, selfacting.
Esiste inoltre la possibilità di utilizzare dei filatoi – torcitoi per produrre filati fantasia con un'unica operazione.

PREPARAZIONE

Introduzione

Per ottenere un filato omogeneo, resistente e regolare il requisito basilare è la miscelazione ottimale delle fibre componenti. Se questo risulta sempre vero, anche quando si lavora un lotto di un unico materiale, si può immaginare l'importanza di un'efficace operazione di mescolatura nel ciclo di filatura cardata, in cui le fibre si presentano estremamente eterogenee riguardo ai parametri fondamentali che influenzano la filabilità. Le miste si presentano generalmente caratterizzate come segue:

- numero molto elevato di componenti (anche più di 10), presenti in percentuali assai diverse (talora anche minime, al di sotto del 5%)
- fibre con caratteristiche molto dissimili, soprattutto per quanto riguarda la lunghezza (può accadere di miscelare cascami di lunghezza inferiore ai 25 mm con sintetici di lunghezza superiore agli 80 mm)
- coloriture assai varie e talvolta non costanti dall'inizio alla fine della stessa partita
- presenza di materiali estranei ed impurità, provenienti talvolta dagli imballaggi, o più generalmente imputabili alla provenienza di alcuni materiali (rigenerati, cascami, scarti di lavorazione)
- necessità di usare additivi particolarmente efficaci, per favorire la coesione delle fibre e facilitarne lo scorrimento reciproco, nonché la lavorabilità sulle macchine.

Un impianto di mescolatura e preparazione può essere dipendente o indipendente dal numero dei componenti della mista, caratterizzando così il tipo di filatura che lo adotta.

Impianto di preparazione dipendente dal numero dei componenti (istantaneo)

Una serie di caricatori apriballe, dello stesso numero dei componenti da miscelare e dotati di dispositivi di pesatura, lavorano in parallelo scaricando le varie tipologie di fibre, ognuna nella percentuale richiesta, su un tappeto di raccolta trasversale (Fig. 69). La raccolta si realizza con un

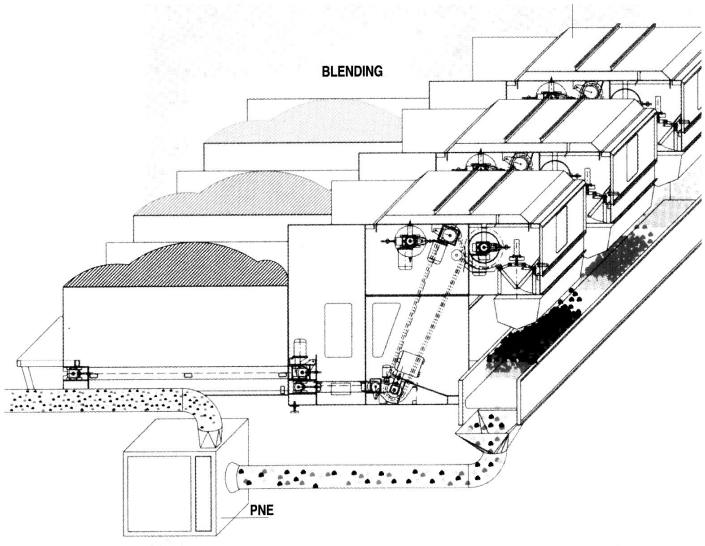


Fig. 69 Caricatori apriballe in parallelo

contemporaneo processo di stratificazione, che garantisce la produzione di miste istantaneamente caratterizzate dalla composizione finale richiesta al prodotto.
I passaggi che seguono provvedono all'apertura del materiale, nonché all'ensimaggio e allo stoccaggio, se richiesto.
E' evidente che un processo di questo tipo, semplice e quindi di costo contenuto, risulta vantaggioso per produrre lotti di scarsa variabilità, essendo fisso il numero massimo di componenti diversi trattabili dall'impianto, a cui è sufficiente una miscelazione non tanto approfondita. Spesso infatti la preparazione istantanea è adottata dai produttori di non tessuto, proprio perché idonea per materiali abbastanza standardizzati come colore e composizione.

Impianto di preparazione indipendente dal numero dei componenti (globale)

In questo caso la preparazione si articola in una serie di operazioni sequenziali, talune ripetibili anche più volte in funzione delle caratteristiche dei materiali e del livello qualitativo richiesto, risultando un processo assai più articolato e complesso del precedente, nonché più versatile.
Il ciclo classico si svolge secondo il seguente percorso:

1. apertura delle balle
2. depolverizzazione
3. apertura delle fibre
4. ensimaggio
5. stratificazione e miscelazione
6. prelievo mediante fresa
7. stoccaggio ed alimentazione alla carderia

L'eventuale ripetizione di alcune fasi riguarda soprattutto l'apertura, l'ensimaggio e la miscelazione, ma dopo l'oliatura si esclude sempre dal circuito di ripasso la fase di depolverizzazione, che risulterebbe inefficace su un materiale già impregnato di oleante.
Una linea di preparazione così articolata risulta adatta alla lavorazione di partite anche piccole e di estrema variabilità, per cui questa sarà di seguito descritta.

Apertura delle balle

L' apriballe è la prima macchina del ciclo, in quanto realizza un'apertura preliminare e una parziale miscelazione dei materiali. Le balle, che arrivano in filatura pressate, vengono preventivamente liberate dall'involucro e quindi deposte sul nastro di alimentazione dell'apriballe, che provvede a disgregare le fibre, riportandole allo stato di fiocco aperto e assicurando così un'alimentazione uniforme alle macchine successive. Inoltre, a seconda dell'altezza di lavoro (in genere da 2 m a 5 m), la macchina può essere caricata con più file parallele di balle; giocando sull'alternanza dei vari componenti si può realizzare già una miscelazione preliminare, che verrà migliorata e approfondita nei passaggi seguenti.
Il funzionamento di questa macchina (precedente Fig. 69) si basa su un principio di apertura mediante un tappeto verticale costituito da stecche di legno, rivestite di punte in acciaio.
Il tappeto aggancia le fibre e, miscelandole, le trasporta verso l'alto, dove un cilindro ributta indietro il materiale in eccesso. Un cilindro scaricatore, posto dietro la fresa, libera i denti del tappeto dalle fibre, che vengono avviate alla tramoggia di scarico.

Depolverizzazione

Dall'apriballe le fibre sono convogliate, mediante trasporto pneumatico, alla battitrice, che provvede ad aprire i fiocchi e a rimuovere ogni sorta di polveri ed impurità.
L'alimentazione avvia il materiale, tramite una tramoggia d'ingresso, all'interno della camera di battitura in cui opera un tamburo cilindrico di circa 600 mm. di diametro (talvolta il tamburo può anche essere troncoconico) munito sulla superficie di punte in acciaio, non acuminate (Fig. 70). E' caratteristica la disposizione elicoidale di queste punte, per promuovere l'avanzamento del materiale, in concomitanza con l'effetto dell'aspirazione. La rotazione del cilindro provoca due conseguenze: l'apertura del materiale grazie all'azione delle punte sulla massa fibrosa (spesso si incrementa questo sfioccamento dotando internamente di punte anche il carter su cui le fibre vanno necessariamente a sbattere durante il loro movimento) e la depolverizzazione a causa dei ripetuti e violenti urti contro una griglia sottostante al cilindro stesso.

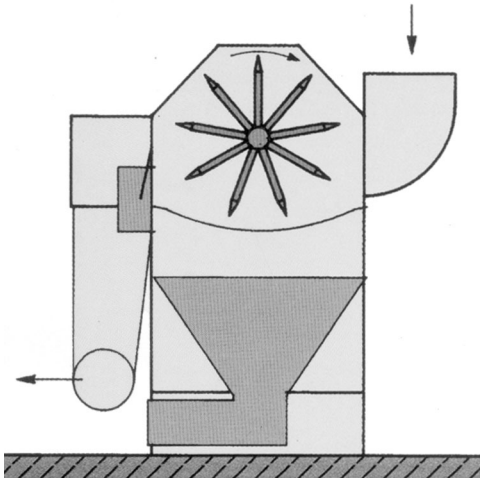


Fig. 70 Battitrice

Tutta la macchina è sotto aspirazione e le polveri sono convogliate e raccolte in appositi filtri; il materiale invece, sottoposto all'azione contemporanea della rotazione del cilindro e dell'aspirazione lungo l'altezza di lavoro, compie un percorso elicoidale intorno al tamburo ed esce quindi dal lato opposto all'alimentazione, dove la tramoggia d'uscita lo immette nella tubazione di trasporto.

Apertura

Questa fase si svolge tradizionalmente con il lupo apritore per le fibre più corte oppure, per aprire fibre di buona lunghezza, con la carda lupo.
Nel lupo apritore le fibre, alimentate sull'impannata in modo omogeneo e costante, sono avviate all'interno della macchina da due cilindri introduttori, che presentano la superficie scanalata per trattenere meglio il materiale. Da questa zona di pinzatura la massa fibrosa è violentemente afferrata da un tamburo che gira velocemente in senso orario, rivestito di doghe di legno con punte di acciaio acuminate (Fig. 71).

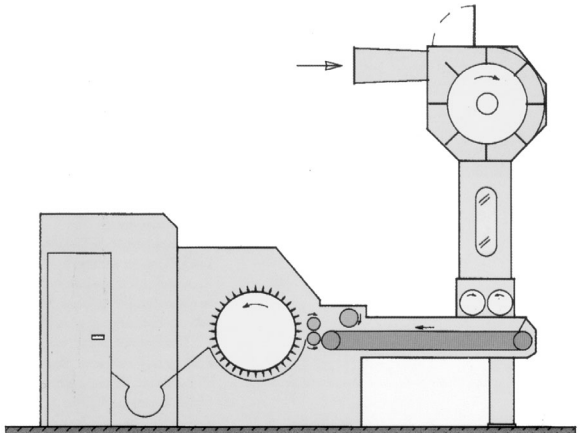


Fig. 71 Lupo apritore

L'azione delle punte del tamburo e la forte differenza di velocità periferica tra la sua superficie e quella dei cilindri alimentatori provocano lo sfioccamento del materiale.
Sulla carda lupo dall'impannata di alimentazione il materiale viene avviato ai cilindri alimentatori (Fig. 72). II tamburo principale della macchina ha la superficie guarnita di punte rigide di forma ricurva, così come i cilndri lavoratori e spogliatori della carda, mediante i quali si ottiene un'intensa azione di apertura e miscelazione. Il materiale si stacca dalle punte del tamburo mediante un cilindro di scarico.

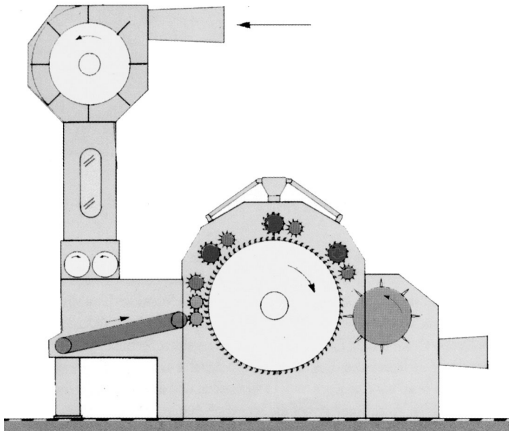


Fig. 72 Carda lupo

Ensimaggio

L'oliatura o bagnatura della mista riveste un'importanza veramente fondamentale, perchè serve ad aumentare il coefficiente di attrito interfibroso (di per sè particolarmente basso sulle fibre corte), favorendo la coesione del velo di carda e degli stoppini e a diminuire quello tra il materiale e le guarnizioni metalliche delle macchine. La miscela è generalmente composta da oleante, agente emulsionante, ammorbidente, antistatico, condensante, additivi e acqua: naturalmente la percentuale con cui questi prodotti compaiono nell'emulsione può essere anche molto variabile, in relazione al tipo di materiale da lavorare ed alle sue esigenze. E' difficile comunque che sul peso totale della mista l'ensimaggio rappresenti una percentuale inferiore al 5 - 6%, mentre il limite massimo è impossibile da stabilire, in quanto troppo influenzabile dal tipo di fibre in lavorazione.

L’ensimaggio viene preparato in una vasca di acciaio e da lì una pompa provvede ad alimentarlo alla camera d’unzione, che lo distribuisce in continuo sulle fibre (Fig. 73).

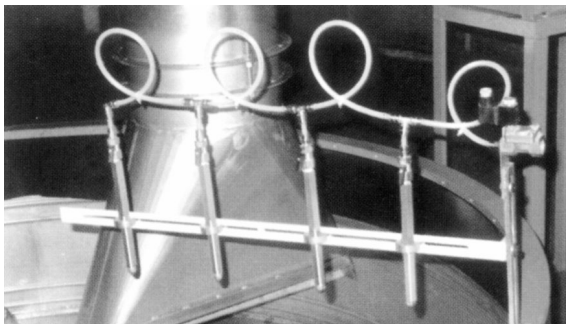


Fig. 73 Bagnatura in vasca rotante

Il materiale fibroso si deposita su un piatto circolare che ruota lentamente, facendo passare le fibre sotto il dispositivo di spruzzatura, costituito da una serie di lance ad ugelli nebulizzatori. Sistemi di sicurezza bloccano l’arrivo dell’ensimaggio in caso di mancanza di fibra, mentre la velocità di rotazione è adattabile alla quantità di fibra in processo.
Un cono centrale impedisce che le fibre impregnate si mescolino con quelle da trattare, mentre un tastatore di controllo, costituito da un’asta oscillante la cui estremità viene mossa dal volume di materiale, regola la quantità delle fibre che stanno subendo il processo, impedendo il funzionamento della macchina in presenza di un eccesso di materiale. Un ventilatore di scarico provvede ad aspirare le fibre bagnate per avviarle al passaggio successivo.

Miscelazione

Dopo l’ensimaggio la mista viene inviata alle stanze di mescolatura, all’interno delle quali si realizza la caratteristica deposizione orizzontale del materiale e la sua scomposizione molto dettagliata in un numero elevato di strati, ognuno di spessore assai limitato, in modo da ottimizzare la miscelazione con il successivo prelievo verticale. In luogo del tradizionale trasporto pneumatico delle fibre si utilizzano spesso nastri trasportatori mobili. Infatti, per la miscelazione di fibre eterogenee, il sistema di riempimento del box con soffiaggio del materiale crea un effetto di separazione dovuto al diverso comportamento dinamico delle fibre, in funzione della loro massa volumica. I sistemi più moderni realizzano una stratificazione meccanica, in assenza d’aria, offrendo anche l’opportunità di applicare l’ensimaggio durante la fase di carico del box, mentre le fibre si affaldano (Fig. 74).

Fig. 74 Stratificazione in cella in assenza di aria

Prelievo mediante fresa

Una volta stratificato in senso orizzontale, il materiale deve essere prelevato nella direzione perpendicolare a quella con cui è stato deposto, per favorire il più possibile la miscelazione. Questa operazione di prelievo è effettuata mediante una fresa fissa oppure mobile.
La fresa consiste in un nastro trasportatore, dotato di numerose punte su tutta la sua superficie, orientato secondo un piano non perfettamente verticale ma tale da formare, con la sua inclinazione, un angolo leggermente superiore a 90° rispetto agli strati orizzontali della mista. Con le sue dimensioni il tappeto intercetta praticamente la sezione della camera, per cui le fibre vengono agganciate dalle punte del tappeto che si muove dal basso verso l'alto e poi liberate, una volta superata la sommità, da un cilindro scaricatore e quindi raccolte nel dispositivo di scarico. La fresa, scorrendo su binari, avanza internamente al box per tutta la sua lunghezza, collegata mediante tubazioni telescopiche al sistema di trasporto pneumatico, che alimenta il materiale alle lavorazioni successive (Fig. 75).
Altri binari, esterni alle camere e perpendicolari ai precedenti, consentono di spostare la fresa da una camera a quelle adiacenti, secondo necessità.

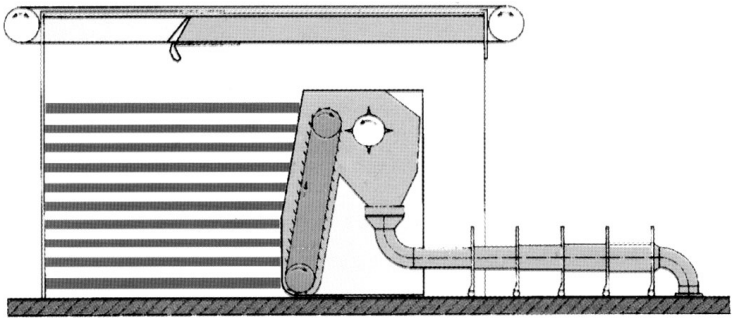


Fig. 75 Cella con riempimento a canale e vuotatura a fresa mobile

Nel sistema di prelievo a fresa fissa (Fig. 76) le celle hanno il fondo mobile che trasporta la mista verso la fresa, situata all'imboccatura della stanza, mentre dalla parte opposta anche la parete di contenimento avanza, per evitare la ricaduta all'indietro del materiale.

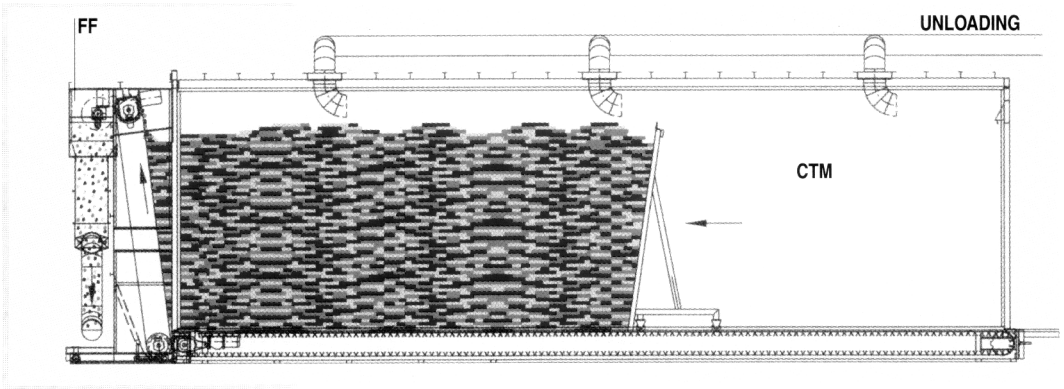


Fig. 76 Svuotamento della cella con fresa fissa

Stoccaggio ed alimentazione alla carderia

Dalle camere di miscelazione la mista può essere di nuovo immessa nelle macchine di apertura oppure, se bisognosa di ulteriore omogeneizzazione (particolarmente se uno dei componenti è presente in una percentuale molto bassa), sottoposta ad un secondo o addirittura ad un terzo passaggio di miscelazione e relativo prelievo. Infine il materiale viene immagazzinato nelle celle di stoccaggio, in attesa di essere alimentato al caricatore dell'assortimento tramite gli appositi silos.
Le celle di stoccaggio (Fig. 77) sono dotate di fresa fissa, con un sistema di prelievo comandato da apposite fotocellule che controllano il livello del materiale all'interno dei silos.

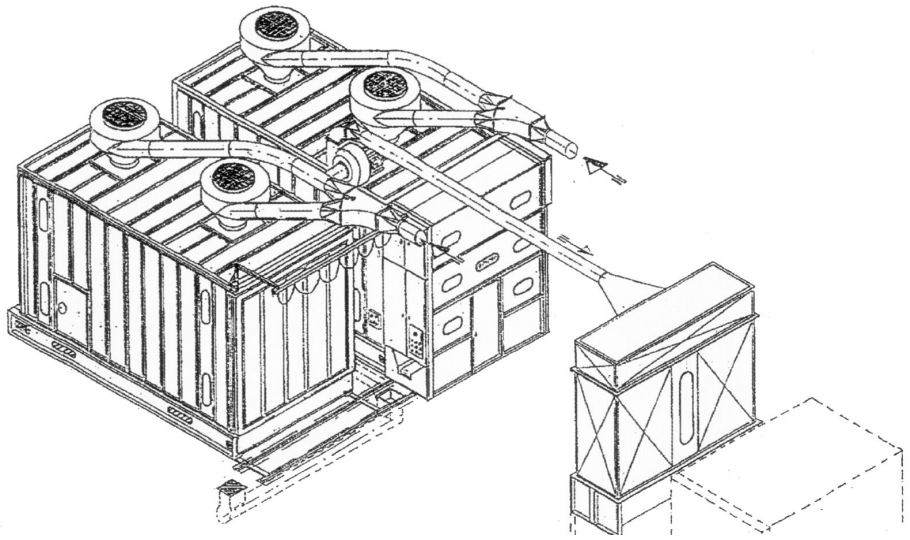


Fig. 77 Celle di stoccaggio

I silos volumetrici a loro volta assicurano autonomia all'assortimento, garantendo una scarico continuo delle fibre nel caricatore, mediante un sistema di controllo basato su fotocellule e temporizzatori.

Automazione e sicurezza

In un ciclo automatico di preparazione l'unico intervento dell'operatore consiste nell'alimentazione dei colli all'apriballe, mentre il materiale preparato, in uscita dai box di stoccaggio, viene alimentato direttamente ai silos dei caricatori degli assortimenti, realizzando un collegamento diretto con il reparto di cardatura.
Le macchine sono collegate da un sistema di trasporto pneumatico che rende la lavorazione produttiva e sicura.
L'automazione ha migliorato la qualità delle miste, senza far perdere flessibilità al sistema, consentendo la ripetizione dei cicli alle varie macchine, come pure l'esclusione, e garantendo così ai materiali più svariati ed eterogenei la lavorazione ottimale.
Grandi vantaggi sono stati conseguiti per il miglioramento della salubrità degli ambienti di lavoro, con l'abbattimento significativo della concentrazione delle polveri, e per la prevenzione antinfortunistica.
Si riporta di seguito (Fig. 78) lo schema di un impianto di preparazione.

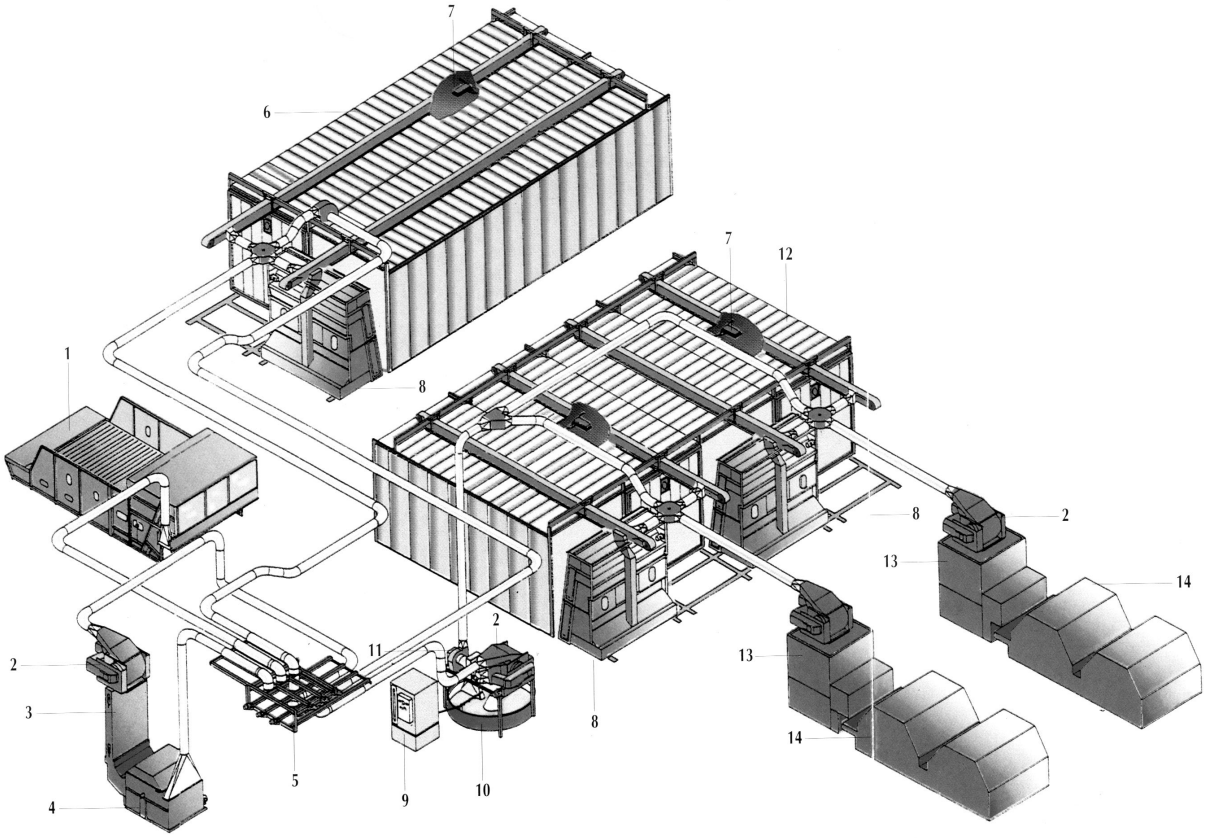


Fig. 78 Ciclo completo di preparazione

1	*Apriballe*	*8*	*Fresa mobile*
2	*Condensatore*	*9*	*Pompa di bagnatura*
3	*Parete battente*	*10*	*Vasca di bagnatura*
4	*Apertura fibre*	*11*	*Ventilatore*
5	*Scambiatore*	*12*	*Box di stoccaggio*
6	*Box di miscelazione*	*13*	*Caricatore della carda*
7	*Bocca stratificatrice*	*14*	*Carda*

LA CARDATURA

Funzioni della cardatura

L'azione di cardatura realizza i seguenti obiettivi:

- aprire la mista profondamente e definitivamente
- parallelizzare le fibre, per quanto è consentito dalla loro lunghezza
- rimuovere le impurità
- miscelare ulteriormente la materia prima
- ridurre la mista ad un velo di fibre e suddividerlo in stoppini del titolo voluto, adatti ad alimentare i filatoi.

Se la cardatura svolge un ruolo determinante in ogni ciclo di filatura, nel ciclo cardato essa diventa veramente centrale in quanto assomma in sé diverse funzioni, tutte decisive al fine di ottenere il livello qualitativo richiesto al prodotto.
Sostanzialmente il passaggio del materiale sulla carda deve consentire di aprire i grovigli di fibre, rimuovendo così le impurità di ogni tipo. Tutto questo è ottenuto sottoponendo il materiale all'azione di punte che rivestono la superficie di cilindri rotanti intorno ad assi paralleli.
L'assortimento ha anche un'altra funzione, al tempo stesso delicata e fondamentale: deve garantire la precisione e la regolarità del titolo del velo e quindi degli stoppini. Infatti le macchine di filatura definitiva nel ciclo cardato possono impartire solo uno stiro molto basso e sono quindi praticamente inesistenti le possibilità di intervenire per correggere il titolo del filato.
L'assortimento di carderia riprende dunque tutte le operazioni svolte dalla preparazione, approfondendole in modo incisivo e producendo al divisore stoppini titolati.

Funzionamento della carda

La carda impiegata nella filatura laniera è tradizionalmente del tipo a cilindri, le cui superfici, rivestite da punte variamente inclinate e rotanti con diverse velocità, realizzano i tre principi fondamentali di cardatura, spogliatura e sollevamento. Queste tre azioni, opportunamente combinate, consentono di aprire i fiocchi di materiale, di liberare continuamente dalle fibre i denti delle guarnizioni, che altrimenti si saturerebbero in tempi molto brevi e di favorire l'uscita del materiale dalla macchina al termine di un ciclo di lavoro.
Intervengono a caratterizzare in modo univoco i tre principi di lavoro della macchina la disposizione delle punte, la direzione e l'intensità della velocità periferica dei cilindri.
Le moderne carde vengono alimentate da caricatori automatici che, collegati ai box di stoccaggio della mista già preparata, scaricano il quantitativo desiderato di materiale su una tela senza fine o impannata (Fig. 79). Una volta raggiunto il tappeto di alimentazione (1) le fibre, controllate e pressate da un cilindro o da una lamina, sono introdotte nella carda dai cilindri alimentatori (2), dotati di bassa velocità periferica, uguale a quella dell'impannata. Gli alimentatori ruotano in senso inverso l'uno rispetto all'altro e sono guarniti di punte rivolte in senso contrario al moto. Questi cilindri hanno un diametro assai ridotto, compatibilmente con le esigenze di robustezza e assenza di flessione, per alimentare le fibre al rubano (4) nel modo più regolare. Se i cilindri sono piccoli si riduce infatti la zona di contatto a sezione approssimativamente triangolare, fra questi ultimi e il rubano, nella quale il materiale non subisce alcun controllo.

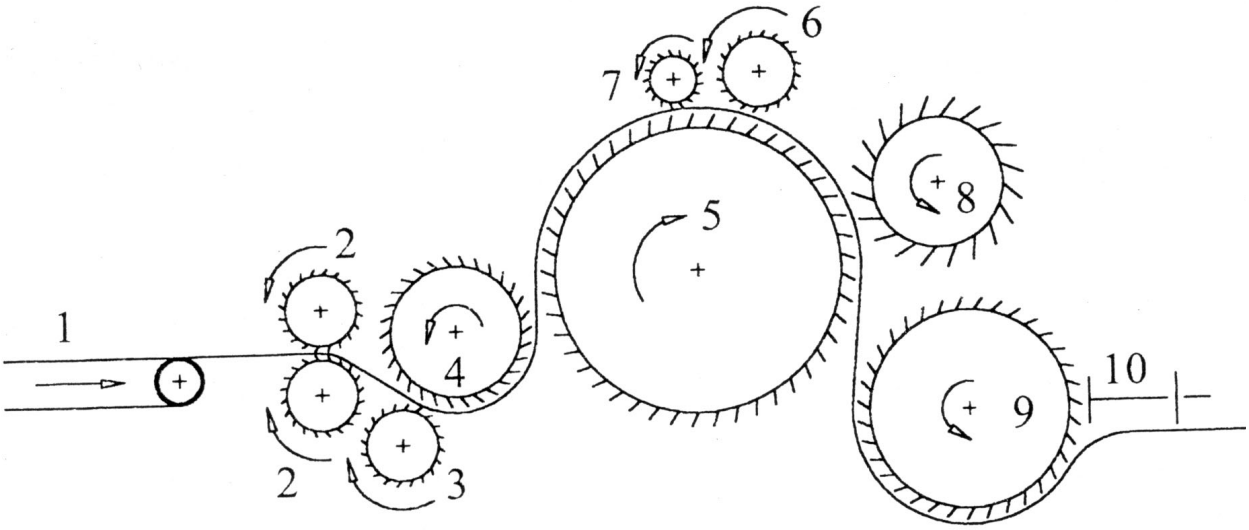


Fig. 79 Schema della carda

Il rubano è il primo cilindro ad effettuare l'apertura e la parallelizzazione delle fibre. Dotato di rotazione antioraria e punte concordi rispetto ad essa, il rubano, sviluppando una velocità periferica assai superiore a quella degli introduttori, realizza un'azione violenta sulle fibre, spogliando il cilindro alimentatore superiore e cardando con quello inferiore. Quest'ultima azione cardante ha come effetto la condensazione delle fibre sul cilindro di alimentazione, per cui è necessario posizionare sotto di esso uno spogliatore (3), per riconvogliare il materiale sul rubano.
Il rubano subisce un'azione di spogliatura da parte del gran tamburo, sulla cui superficie trovano posto le varie coppie di lavoratori e spogliatori
L'azione cardante ha luogo quando le punte del tamburo (5), che viaggia ad alta velocità, portano le fibre a contatto con le punte dei lavoratori (6), che girano più lentamente, in cui rimangono trattenute parte delle fibre.
Le superfici dei lavoratori vengono liberate dalle fibre mediante l'azione dei cilindri spogliatori (7), che girano più velocemente e quindi rimuovono il materiale dalle guarnizioni e lo rimettono in lavorazione. Le fibre sono infine ricedute al tamburo, che a sua volta lavora come uno spogliatore nei confronti degli spogliatori, essendo dotato di una velocità periferica maggiore di questi ultimi.
Anche tra tamburo e pettinatore (9) si verifica azione cardante: lo scopo del pettinatore è trattenere le fibre per condensarle e scaricarle dalla macchina.
L'uscita del velo di fibre è facilitata dall'azione di sollevamento del volano (8) che, essendo guarnito con punte dritte, lunghe e flessibili, porta le fibre sulla superficie del tamburo, per permettere al pettinatore di scaricarle facilmente.
L'efficacia del sollevamento operato dal volano è significativamente incrementata dall'azione pneumatica conseguente alla rotazione veloce di questo cilindro e alle sue punte lunghe e flessibili, che si concretizza in un'aspirazione delle fibre dalla base verso la punta delle guarnizioni.
Il velo di fibre raccolto dal pettinatore viene scaricato dal pettine staccavelo (10), dotato di una lama in rapido movimento oscillatorio.

Le guarnizioni

Le guarnizioni per carde si suddividono in due tipi: rigide a denti di sega o elastiche. Quelle elastiche (Fig. 80) sono realizzate con punte conficcate in un nastro che fa loro da base, costituito da strati di feltro o materiale elastico.

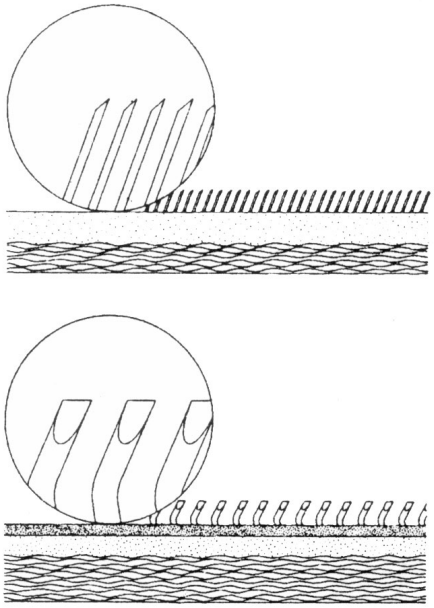


Fig. 80 Guarnizioni elastiche

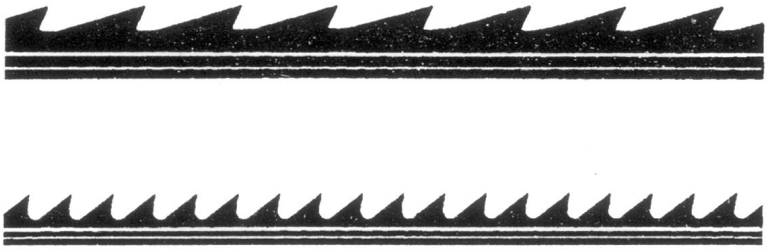


Fig. 81 Guarnizioni rigide

Le guarnizioni rigide (Fig. 81) sono costituite da un filo di acciaio provvisto di denti taglienti a spigolo vivo e risultano pertanto assai resistenti all'usura.
Per quanto riguarda il problema della scelta tra guarnizioni rigide ed elastiche, bisogna subito notare che ci sono in generale indubbi vantaggi a favore dell'adozione del tipo rigido. Essi consistono innanzitutto in una maggiore produzione, perché arrivano difficilmente alla saturazione e il materiale viene meno riciclato, e in una meno frequente richiesta di pulizia e di molatura, con la conseguente diminuzione dei tempi passivi. Inoltre le guarnizioni rigide hanno durata parecchie volte superiore a quelle elastiche, per cui si ottiene una notevole riduzione dei costi, e infine causano minori rotture delle fibre proprio a causa del limitato tempo di permanenza delle fibre stesse sulla carda, per cui il semilavorato presenta una maggiore lunghezza media delle fibre.
Però possono presentarsi gravi ostacoli all'adozione di guarnizioni rigide su cilindri che non siano quelli dell'avancarda, dove le punte a dente di sega sono indispensabili per effettuare la prima e più intensa operazione di apertura. Il primo riguarda la presenza di corpi estranei nelle miste, quando i materiali sono particolarmente eterogenei: in questo caso infatti si possono rovinare più facilmente e più gravemente le guarnizioni rigide rispetto a quelle elastiche perché, mentre le ultime si raddrizzano abbastanza agevolmente, quelle rigide si ammaccano in modo spesso irreparabile, tanto da rendere necessaria la sostituzione di molti metri di guarnizione.
Un altro problema per l'adozione di punte rigide può presentarsi nel caso di miste molto oliate.

Il grasso in eccesso, che non è stato assorbito dalle fibre, si deposita sulle guarnizioni dove, se queste sono elastiche, si miscela allo strato di fibre che si depositano sulla base delle guarnizioni stesse e che viene periodicamente rimosso durante le abituali pulizie. Ma, se le guarnizioni sono rigide, si caricano molto poco di fibre pur sporcandosi ugualmente di grasso, per cui sono più difficili da pulire. Infine, poiché con le guarnizioni rigide il materiale ricicla meno, si ha un minore effetto di cardatura e di miscelatura.

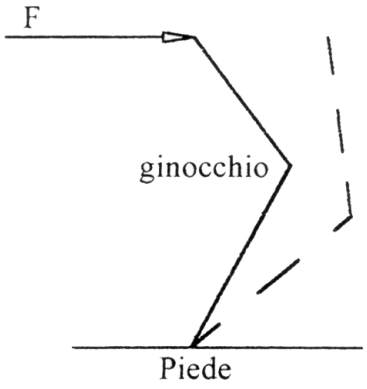


Fig. 82 Guarnizioni a ginocchio

Le punte elastiche oggi in uso sono tutte del tipo "a ginocchio" perché durante la flessione (Fig. 82) la simultanea rotazione sul piede e sul ginocchio consente di mantenere costante lo spazio tra le due serie di guarnizioni a contatto, garantendo omogeneità di lavorazione e precisione di titolo.

Caricatore

L'assortimento viene alimentato da un caricatore, che deve provvedere ad erogare una quantità di mista nell'unità di tempo tale da garantire la produzione del titolo desiderato con precisione e continuità. Questa necessità è motivata dalla continuità della lavorazione, che non lascia alcuna possibilità di intervento in itinere per il controllo o eventualmente la correzione del titolo del materiale. Il caricatore (Fig. 83) attinge materiale dal silos volumetrico, che viene alimentato dai box di stoccaggio, e lo introduce all'avantreno della prima macchina.

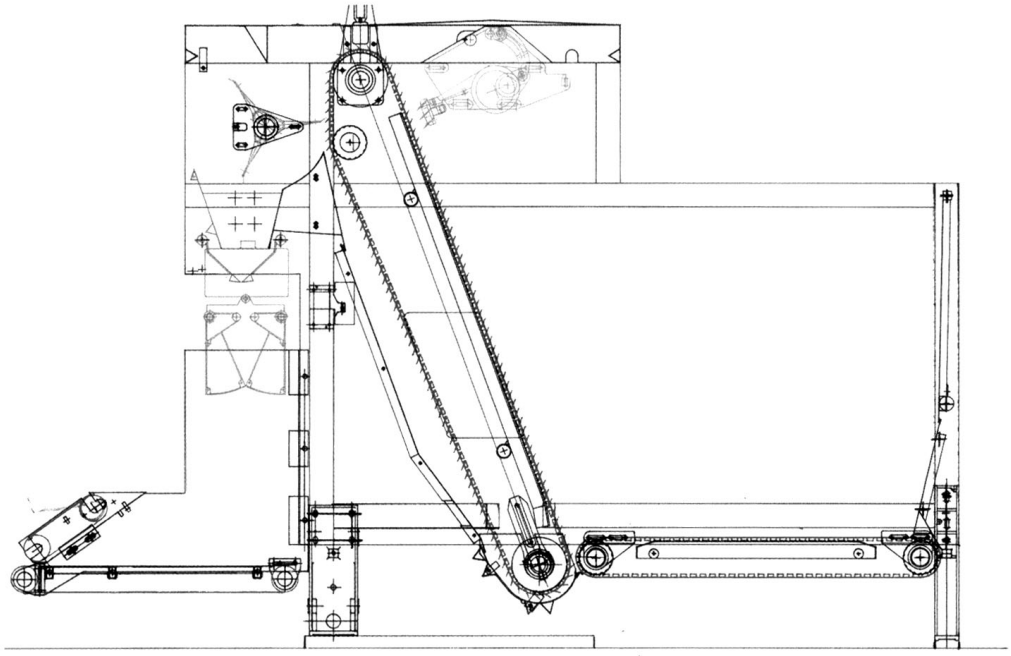


Fig. 83 Schema del caricatore

Il tipo di caricatore più diffuso è quello a bilancia, con il quale si effettuano pesate costanti nel tempo. La mista viene portata dalla parte bassa del cassone di alimentazione verso l'alto da un tappeto munito di punte (fresa). Le fibre rimaste agganciate scollinano sulla sommità del tappeto cadendo nella tramoggia, mentre quelle in eccesso vengono ributtate indietro nel cassone da un rastrello. Le fibre sono fatte cadere sull'impannata, a intervalli regolari, dall'apertura della tramoggia, il cui riempimento avviene a due velocità: una iniziale piuttosto alta, per mantenere buona la produzione, ed una più bassa, per completare accuratamente il carico; un diaframma blocca l'immissione dei fiocchi di fibre ancora in caduta nel momento in cui si raggiunge il peso. Nei modelli più recenti la bilancia, di elevata precisione, è montata su celle di carico e l'operazione di pesatura è computerizzata. Il computer sovrintende alla gestione delle pesate:

- imposta e controlla il peso del materiale alimentato nella bilancia, intervenendo automaticamente per la correzione
- comanda lo scarico del materiale sulla tavola di alimentazione, sincronizzato con la velocità dell'assortimento
- autoregola i cicli della bilancia
- autoregola l'entrata in funzione della seconda velocità della fresa, in funzione della densità del materiale in alimentazione.

Struttura dell'assortimento

L'assortimento di carderia si articola classicamente su tre macchine (che talora si riducono a due, nel caso che la materia prima abbia necessità di subire un intervento più blando) e un numero variabile di tamburi, in stretta correlazione al tipo di lavorazione desiderata.
L'azione di cardatura viene ripetuta più volte su ognuna delle macchine quindi, nel momento in cui raggiungono l'uscita sotto forma di velo, le fibre hanno subito una quantità notevole di passaggi, per cui risultano pulite e abbastanza parallelizzate, anche se la loro lunghezza è sicuramente diminuita. Un compromesso tra la necessità di aprire i fiocchi e l'esigenza di non impoverire e accorciare troppo le fibre suggerisce per ogni tipo di materia prima il numero più opportuno di macchine e di tamburi su cui effettuare la lavorazione.
Nel ciclo cardato l'assortimento è costituito, nella versione base di cui possono presentarsi notevoli varianti, da tre macchine: la prima è chiamata carda a rompere, la seconda carda traversa e la terza carda a dividere o continua. Un trasporto automatico che collega le varie macchine garantisce continuità alla produzione e rende la cardatura un processo unitario, seppur caratterizzato da operazioni ripetute e progressivamente approfondite.
Il trasportatore automatico (Fig. 84) preleva il velo all'uscita di una carda e lo alimenta alla successiva, mediante una tavola sotterranea: durante questa operazione le fibre possono cambiare la loro inclinazione, rispetto alla direzione di avanzamento, fino ad un massimo di 90°.

Fig. 84 Trasportatore automatico del velo a tavole sotterranee

Prima carda

La prima carda, alimentata dal caricatore attraverso l'impannata, è costituita da due tamburi collegati da un cilindro trasportatore.
Il primo tamburo, corredato di gruppo alimentatore e di una serie di coppie di cilindri lavoratori e spogliatori, costituisce l'avantreno, guarnito tutto con punte rigide. La sua azione è quella di aprire ancora il materiale proveniente dalla preparazione, eliminando le impurità e le toppine più grosse, preservando in questo modo anche le guarnizioni elastiche dei cilindri che proseguono la lavorazione da una eccessiva usura o da eventuali danni.
La velocità periferica di questo primo tamburo si aggira sui 300 m/min, cioè circa la metà dei tamburi che seguono, perché all'inizio le fibre hanno bisogno di essere lavorate più dolcemente per evitare rotture o formazioni incontrollate di grovigli.
Mediante l'azione di un cilindro trasportatore, il materiale passa dall'avantreno al secondo tamburo, che è guarnito in elastico insieme alle coppie di lavoratori-spogliatori, volano e pettinatore. Il pettinatore è scaricato dal pettine staccavelo e il velo di fibre viene alimentato alla seconda macchina mediante un nastro trasportatore.

Seconda carda ed epuratore

Il nastro che trasporta il materiale dalla carda a rompere alla carda traversa ha appunto lo scopo di "traversare" il velo, cioè di alimentarlo alla seconda macchina, mediante condensazione su una tela senza fine abbinata ad altre tele, in modo che la direzione in cui sono orientate le fibre faccia un angolo di circa 90° con la direzione di avanzamento. Questo modo di alimentare la traversa consente un più intenso effetto di cardatura e una migliore miscelazione del materiale, importante soprattutto quando si lavorino miste di composizione eterogenea e con molti colori: infatti in questo modo eventuali striature di colore vengono distribuite su tutta l'altezza della macchina e quindi si compensa meglio il difetto. Questa seconda carda è guarnita tutta in elastico e può essere costituita da uno o due tamburi, secondo le esigenze di lavorazione.
All'uscita dalla traversa il velo passa attraverso l'epuratore (Fig. 85), composto da due cilindri in ghisa temperata, rettificati e lucidati a specchio, tenuti in pressione mediante dispositivi di pressione pneumatica, agenti sui perni del cilindro superiore. Il passaggio dall'epuratore consente l'eliminazione per schiacciamento delle impurità, incrementando quell'azione di pulizia del velo così necessaria per avere una lavorazione ottimale.

Fig. 85 Epuratore pneumatico

Carda continua e divisore

Questa carda è ancora tutta guarnita in elastico ed è in genere costituita da un tamburo preceduto da un rubano con una coppia di lavoratori-spogliatori per avere il velo più lavorato possibile.
Compito del divisore (Fig. 86) è suddividere il velo prodotto dalla carda continua in un certo numero di stoppini, variabile a seconda dell'altezza di lavoro e del titolo richiesto, conferire loro una forma rotondeggiante, preludio dell'aspetto cilindrico del filato, mediante i manicotti frottatori e avvolgerli su subbi che alimenteranno poi i filatoi.

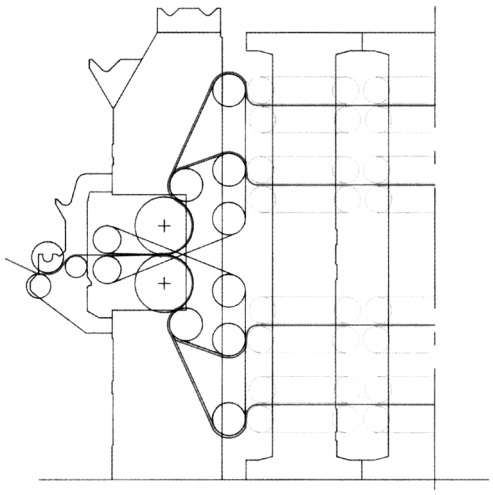


Fig. 86 Divisore

La divisione del velo viene ottenuta mediante una serie di cinghioli di cuoio, detti lanieri, che incrociandosi eseguono un vero e proprio taglio. Questa operazione del divisore è concettualmente equivalente ad uno stiro, infatti il risultato è quello di uno stiro applicato al velo, numericamente uguale al totale delle divisioni operate:

$$S_{\text{divisore}} = \text{N° stoppini}$$

Nel processo di filatura cardata lo stoppino in uscita dal divisore passa immediatamente al filatoio, senza poter usufruire di alcun passaggio di regolarizzazione, come invece avviene ampiamente nel ciclo pettinato, dove la lunghezza delle fibre consente ripetute operazioni di accoppiamento e stiro sugli stiratoi. E' per questo motivo che il filato cardato presenta un'irregolarità strutturale piuttosto alta, che dipende a monte dalle caratteristiche delle fibre e si manifesta a livello dello stoppino, senza che ci siano margini per interventi correttivi nel successivo passaggio al filatoio

Composizione dell'assortimento

Per la pluralità di operazioni svolte e per la loro vitale importanza l'assortimento di carderia è un macchinario imponente e complesso a cui si richiede sostanzialmente la produzione di stoppini estremamente regolari alle più alte velocità compatibili con il processo.
Il criterio che ispira la scelta del numero delle carde si basa soprattutto sul tipo di materiale lavorato, cioè sulla finezza delle fibre e sul grado di apertura della mista: caratteristiche che a loro

volta determinano il titolo raggiungibile. L'assortimento infatti, come tutta la lavorazione di filatura in generale, è specializzato in modo abbastanza rigido per la produzione di titoli fini, medi o grossi, la cui filabilità è influenzata dalla finezza e dalla popolazione delle punte, dal numero dei punti cardanti (più numerosi quanto più fine è il titolo), dal numero degli stoppini al divisore e dalla velocità dei vari cilindri. A seconda dell'intensità di cardatura e di miscelazione necessarie, si sceglierà il numero di macchine e di tamburi più adeguato.
L'automatico a due carde è adatto alla lavorazione di titoli grossi oppure per filati fini di alta qualità da maglieria o tessitura, mentre quello a tre carde viene utilizzato per lavorare maggiormente materiali nuovi o rigenerati.

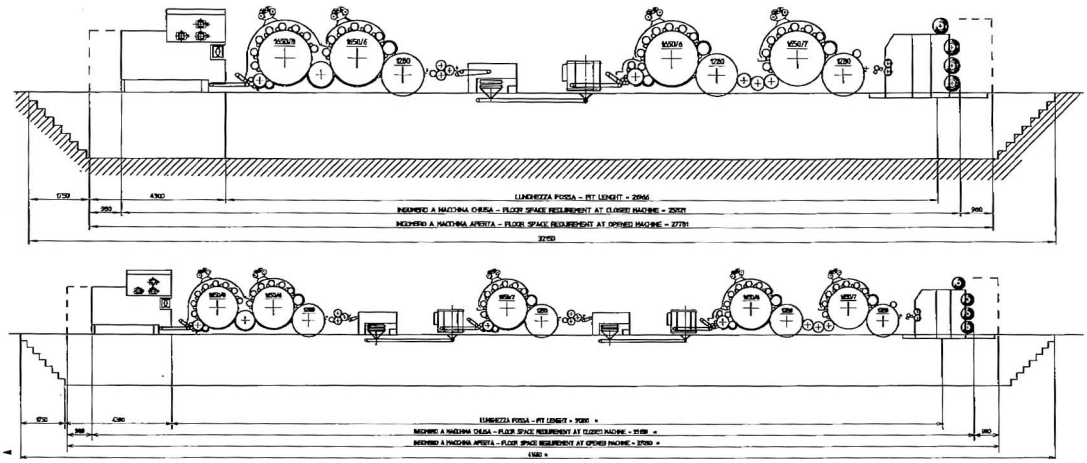


Fig. 87 Assortimenti a due e a tre carde

Antinfortunistica e caratteristiche tecniche

Grandi passi avanti sono stati fatti nel campo della sicurezza sul lavoro (infatti purtroppo la carda è una macchina ad altissimo rischio per la sua stessa struttura): per questo i gruppi cardanti e le fiancate laterali sono ormai protetti e dotati di dispositivi antinfortunistici. Ha contribuito in modo determinante alla lotta per la sicurezza sui posti di lavoro la diffusa installazione di apparecchi di pulitura automatica, che hanno reso esente da interventi manuali un'operazione generalmente assai rischiosa.
Caratteristiche tecniche dell'assortimento di carderia:
- altezza di lavoro: da 2.000 mm a 3.500 mm
- diametro dei tamburi: da 1.500 mm a 1.650 mm
- diametro dei pettinatori:1.280 mm
- numero dei cilindri lavoratori: fino a 6 per tamburo
- numero delle carde: due o tre
- numero delle cannelle: 8/12/16/20, a seconda dell'altezza di lavoro e del titolo
- numero degli stoppini: max. 360
- velocità di produzione: max. 70 m/min, in funzione del titolo e del tipo di fibra
- gamma di titoli del filato: fino a Nm 48

Regolazioni e produzione

Le regolazioni fondamentali che si possono eseguire sull'assortimento riguardano lo stiro e la produzione. La regolazione dello stiro è importante per ottenere il titolo desiderato degli stoppini,

dato che lo stiro che si può dare al filatoio nel cardato ha dei limiti assai ristretti. Lo stiro meccanico è calcolabile mediante il rapporto

$$S = Vp / Va$$

dove Vp rappresenta la velocità del pettinatore e Va quella degli alimentatori dell'ultima macchina.
Per quanto riguarda la produzione, essa si può regolare aumentando o diminuendo la velocità del pettinatore rispetto a quella del gran tamburo, regolando cioè in definitiva la condensazione delle fibre per la formazione del velo. La velocità del pettinatore ha pertanto come limite la regolarità del velo, che deve essere uniforme e non presentare zone di rarefazione o strappi.
La produzione al divisore si esprime con

$$P = Vp \times T \text{ velo}$$

Con

$$T \text{ velo} = N° \text{ stoppini} / Nm \text{ dello stoppino}$$

Levata automatica delle cannelle

Recentemente è stata realizzata la levata automatica delle cannelle al divisore, con macchina in lavoro, che consente lo scarico contemporaneo delle cannelle piene, senza ridurre la velocità dell'assortimento (Fig. 88).
Il ciclo si articola nelle seguenti fasi:
- caricamento automatico delle cannelle vuote
- raggruppamento degli stoppini alle due estremità di ogni cannella
- scarico automatico delle cannelle piene
- spostamento in posizione di lavoro delle cannelle vuote
- raccolta delle cannelle piene su apposito magazzino

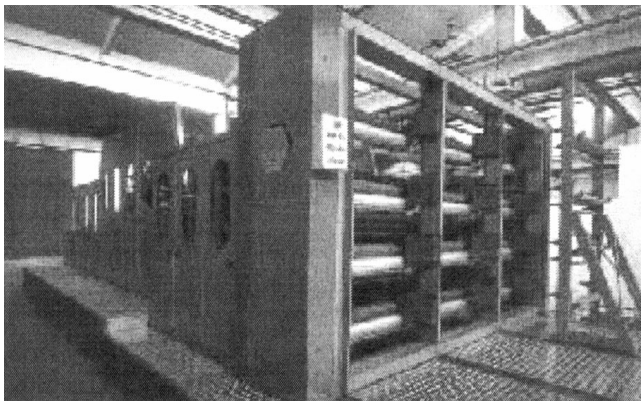


Fig. 88 Levata automatica al divisore

Oltre a migliorare la produttività dell'assortimento di carderia, il dispositivo automatico di levata consente di alimentare sul filatoio cannelle con identica lunghezza di stoppino, riducendo di conseguenza la quantità di cascami di stoppino.

LA FILATURA AD ANELLO

Schema di funzionamento

Il subbio con gli stoppini è appoggiato sulla cilindrata di alimentazione che, essendo scanalata, gli conferisce per frizione il moto di rotazione. Il campo di stiro è costituito da una cilindrata di alimentazione e da una di stiro con cilindri rivestiti di gomma antistatica, che realizzano una pressione regolabile. Il filato scorre attraverso i punti di pinzatura con un movimento di va e vieni per evitare l'usura della superficie dei manicotti.
Al campo di stiro, che si trova su un piano inclinato per permettere alle torsioni di risalire fino al punto di pinzatura della coppia di stiro, segue il riccio guidafilo, con la funzione di mantenere il filato perfettamente in asse con il fuso, agevolandone l'avvolgimento sulla testa di filatura (Fig. 89). Quest'ultima consiste essenzialmente in un prolungamento dell'apice del fuso, di varia forma e dimensione.
Lo scopo risulta in ogni caso l'annullamento totale o parziale del balloon di filatura, con la conseguente riduzione dello stato di tensione sul filato, con migliori risultati di resistenza, elasticità, regolarità e, ovviamente, produzione (dato lo sfruttamento ottimale del limite di velocità del cursore che ne deriva).

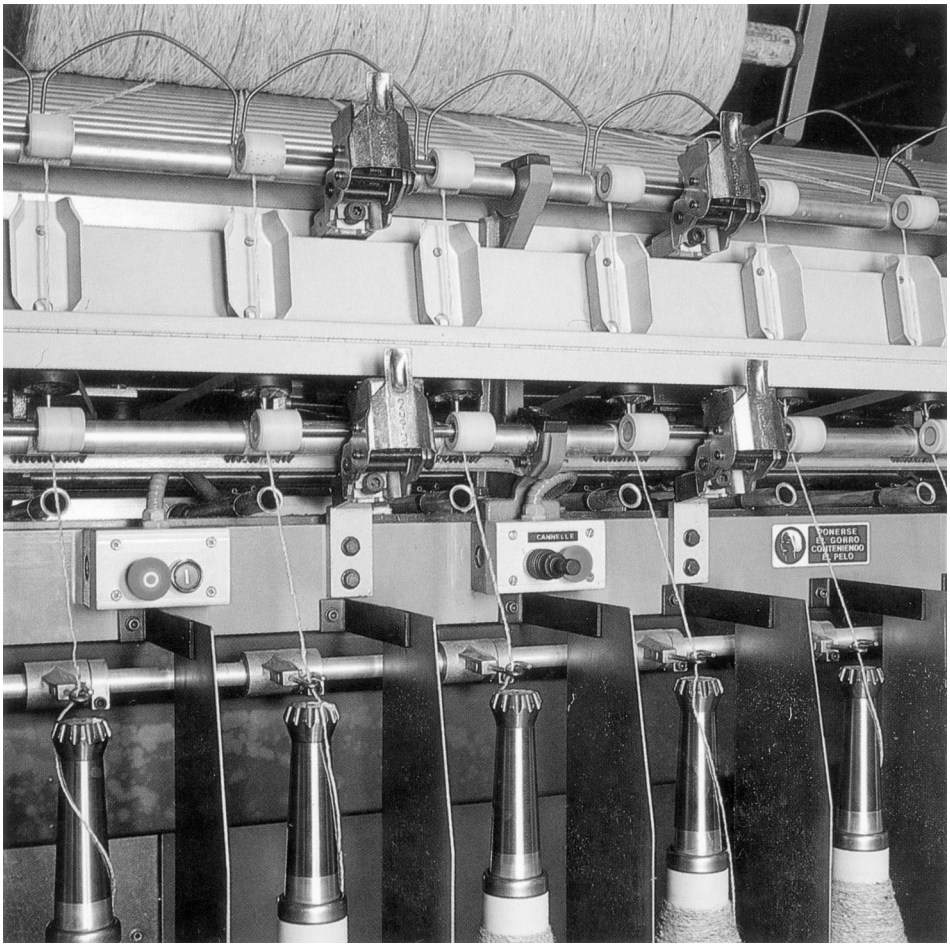


Fig. 89 Campo di stiro e testa di filatura

Il filato prende le torsioni in quanto viene trascinato da un cursore in rotazione su un anello intorno al fuso. Infatti, prima di avvolgersi sulla bobina, che ruota solidalmente al fuso, il filo aggancia il cursore, che quindi partecipa per trascinamento del moto rotatorio del fuso.
Il cursore, che scorre su un anello d'acciaio concentrico al fuso, viene così ad essere dotato di un moto di rivoluzione intorno al fuso, compiendo un numero di giri/min di poco inferiore a quelli del fuso stesso, per consentire l'avvolgimento, impartendo così un giro di torsione al filo, per ogni sua rotazione, nell'unità di tempo.
Le torsioni/metro impartite si potranno allora esprimere con

$$T/m = n_c / V$$

dove con n_c si sono indicati i giri del cursore e con V la velocità di avvolgimento del filo sulla bobina, che è anche uguale alla velocità di uscita dal campo di stiro.
L'avvolgimento del filato, contemporaneo all'inserimento della torsione, provoca il ritardo del cursore rispetto al fuso, per cui vengono avvolte sulla bobina tante spire di filato quanti sono i giri di ritardo.
Si stabilisce quindi la seguente relazione

$$n_f = n_c + n_a$$

essendo n_f i giri del fuso e n_a i giri avvolti.

Lo stiro delle fibre corte

Gli stoppini si presentano poco coesionati e resistenti, per cui lo stiro deve essere necessariamente assai ridotto (si opera in genere con tassi compresi tra il 20% e il 50%) e supportato da idonei dispositivi di controllo delle fibre. La limitata lunghezza della materia prima in genere non consente alle fibre di essere pinzate dalla coppia di cilindri in alimentazione né da quella in uscita, dando luogo quindi ad una elevata percentuale di fibre in stato di fluttuazione. Il materiale molto corto, infatti, sfugge allo schema ideale di comportamento all'interno del campo di stiro (per cui una fibra, pinzata di testa dalla coppia di alimentazione, avanza nel campo controllata dalle fibre contigue finchè non raggiunge il punto di pinzatura della coppia di uscita, subendo un'accelerazione), perché le fibre fluttuanti tendono a cambiare velocità in modo incontrollato e prematuro, trascinate per attrito da quelle già afferrate dai cilindri. E' così che si origina uno stiro difettoso a cui si può cercare di ovviare agendo su due versanti:

1. adozione di tassi di stiro assai contenuti, in relazione alla lunghezza delle fibre
2. realizzazione di un controllo efficace delle fibre con dispositivi idonei

Lo stiro cosiddetto "a falsa torsione" è costituito da un organo rotante, all'interno del quale scorre lo stoppino, inserito all'interno del campo di stiro, in prossimità dei cilindri di uscita. In una situazione statica lo stoppino assumerebbe in questo modo torsioni false, cioè di segno opposto a monte e a valle del dispositivo rotante. Nella dinamica del movimento si evidenzia invece una situazione ben diversa, in quanto la torsione si distribuisce e permane solo nel tratto tra i cilindri di alimentazione e il punto rotante, mentre nel tratto che segue, fino ai cilindri di stiro, la torsione scompare, lasciando lo stoppino più debole e quindi soggetto a rotture: proprio per questo il dispositivo rotante è collocato nella posizione più vicina possibile ai cilindri di stiro.

Lo stiro sotto torsione risulta assai valido per le fibre di una certa lunghezza, mentre per quelle più corte occorre integrare tale procedimento con il sistema di stiro a laminatoio, che consente un accurato controllo delle fibre, impedendone la fluttuazione. I dispositivi di controllo devono essere tali da garantire lo scorrimento anche delle fibre più lunghe, effettuando quindi lo stiro in campi di ampiezza adeguata.
Una valida soluzione è costituita da un rullo di pressione dotato di elevato sviluppo periferico, sul quale le fibre possano assumere una disposizione stabile.
Se si vuole applicare un'alta percentuale di stiro, ottenendo una buona regolarizzazione dello stoppino, si può adottare un campo di stiro con dispositivo di falsa torsione, completato da un secondo campo con laminatoio: l'integrazione tra i due sistemi consente di incrementare lo stiro, stabilizzandone il valore e i risultati (Fig. 90).

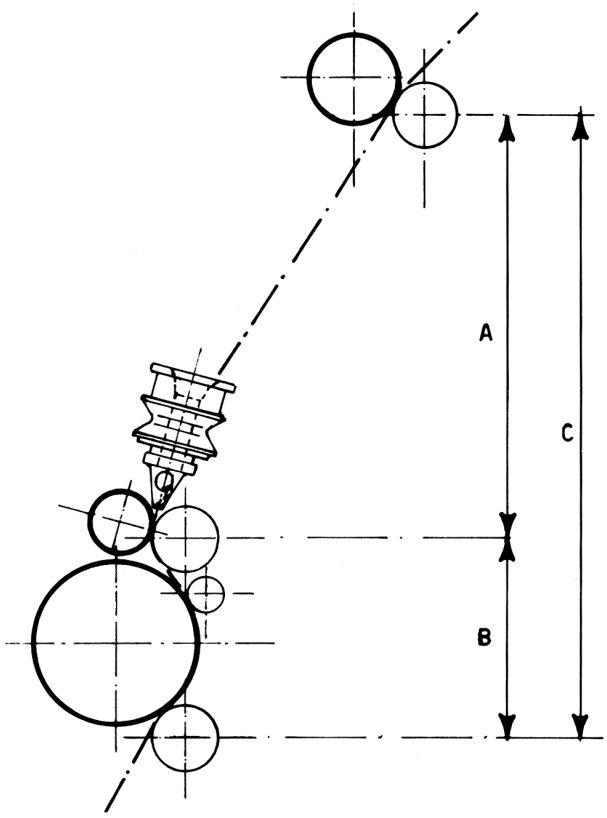


Fig. 90 Campo di stiro con falsa torsione seguito da campo a laminatoio

In riferimento alla figura, lo stiro totale subito dallo stoppino si calcola con

$$S_{totale} = S_C = S_A \times S_B$$

Testa di filatura

La testa di filatura serve a trattenere il filato, che si avvolge su di essa formando qualche spira, per contrastarne la forza centrifuga, che è la principale responsabile della formazione del balloon. Questo problema, sempre presente sul filatoio ad anello in quanto originato dal principio stesso di funzionamento, diventa assai evidente sui rings per cardato e per semipettinato, a causa del titolo grosso del filato e delle dimensioni elevate della bobina e dell'anello. E' noto che i fattori che influenzano negativamente la tensione nel filato sono riconducibili essenzialmente alle dimensioni del ballon, al quadrato della velocità di rotazione e ai vari attriti filo - aria, cursore – aria, cursore – anello.
Le spire di filato avvolte sulla testa di filatura costituiscono una specie di riserva che fornisce materiale quando la tensione si fa più alta (avvolgimento del nocciolo e sui diametri minimi del tronco di cono) e lo riaccumula quando si abbassa. Si può così far fronte alle variazioni periodiche della tensione di avvolgimento, annullando totalmente il balloon (soluzione adottata nell'ambito dei titoli grossi) oppure parzialmente (soluzione preferita per i titoli medio-fini e fini).
La differenza sostanziale tra i due tipi risiede nel percorso del filato che, dopo aver compiuto alcune spire di avvolgimento intorno alla testa di filatura, scorre intorno al tubetto fino ad arrivare

all'altezza di formazione della bobina, nel caso di annullamento totale del balloon, mentre si distacca dal tubetto formando un ballon ridotto, nel caso di annullamento parziale. Si evidenzia così anche la necessità di una buona finitura del tubetto, per evitare il pericolo di agganciamento di fibre e conseguenti rotture del filato. Proprio sulle dimensioni del tubetto si è conseguito un vantaggio da ascrivere all'adozione della testa di filatura, cioè un incremento di altezza con evidenti e positive ripercussioni sulla resa di lavorazione.
Inoltre la testa di filatura consente alle torsioni di distribuirsi con maggiore regolarità, risalendo fino alla coppia di uscita dal campo di stiro: talora infatti l'attrito con il guidafilo provoca l'annullamento localizzato delle torsioni e quindi un sensibile indebolimento del filato con aumento dei rischi di rottura.
Da notare che sulle macchine attuali, a controllo elettronico, si ricorre ad una variazione continua della velocità dei fusi durante la formazione della bobina (nocciolo, corpo e fine bobina), nonché durante la stratificazione avvolgimento/legatura, al fine di mantenere costante la tensione di filatura.

Anello

Gli anelli sono posizionati sulla banchina, dotata di un canale collegato al sistema centralizzato della lubrificazione a dosaggio automatico. Gli anelli hanno solitamente un diametro dai 75 mm ai 95 mm per i titoli fini, dai 110 mm ai 140 mm per i titoli grossi e fino ad un massimo di 300 mm per i titoli molto grossi. Naturalmente i giri del fuso risultano inversamente proporzionali al diametro dell'anello, in base alla relazione

$$V_c = \pi \times \phi_a \times n_c$$

Dove V_c = velocità periferica del cursore
ϕ_a = diametro dell'anello
n_c = numero di giri del cursore

Il cursore ha una velocità limitata teoricamente circa a 40 m/s (ma anche molto più bassa se ai problemi connessi al principio di funzionamento si aggiunge quello della resistenza del filato, altamente variabile a seconda della tipologia di fibre) per cui tutti i filatoi per cardato sono caratterizzati dallo sviluppo di giri mediamente bassi rispetto ai filatoi per pettinato. In particolare nella tabella sottostante si è fatto riferimento non solo alla fascia classica di anelli da un diametro di 75 mm fino a 140 mm, ma anche a quelli riservati a titoli particolarmente grossi, con diametro fino a 300 mm.

SCARTAMENTO	ϕ ANELLO	H TUBETTO	TITOLO	GIRI FUSO	
(mm)	(mm)	(mm)	Nm	(min $^{-1}$)	
106	75 – 80	350 – 400	8 – 30	10.000	FILATI FINI
120	90 – 95	400 – 450	6 – 16	8.500	
145	110	450 – 500	4 –12	7.000	FILATI GROSSI
165	127	500 – 600	2 – 8	6.000	
180	140	600	1 – 5	5.500	
240	200	700 – 800	0,5 – 4	3.800	FILATI EXTRA GROSSI
300	300	700 - 800	0,5 - 3	3.000	

Automazione del filatoio

Gli interventi di automazione realizzati sul filatoio riguardano sia il cambio delle spole che quello delle cannelle.
Dopo la discesa automatica della banchina porta-anelli, il ciclo si articola nelle seguenti fasi:

- rottura dei fili, scalzamento e sollevamento delle spole oltre la testa di filatura
- scarico sul nastro traportatore delle spole piene
- ricarico automatico dei tubetti vuoti sulle aste dei fusi
- taglio degli stoppini in lavoro e scarico delle cannelle vuote su nastro traportatore
- deposizione delle cannelle piene (movimentate con dispositivo aereo a catena) sul tamburo dell'alimentazione
- giunzione automatica degli stoppini.

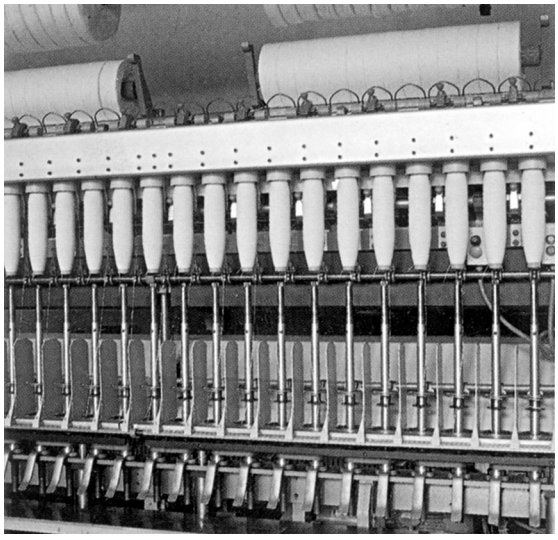


Fig. 91 Inizio fase di scaricamento delle spole

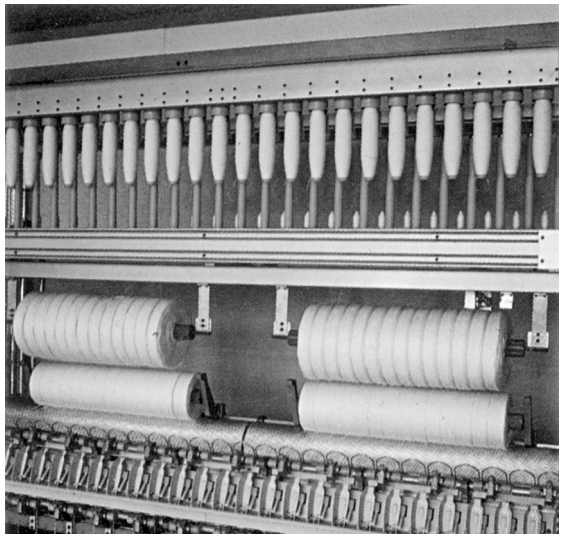


Fig. 92 Spole scalzate e sollevate

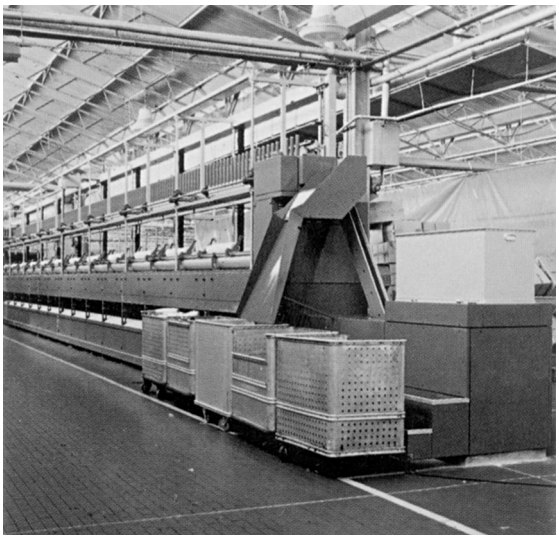


Fig. 93 Scarico delle spole e ricarico dei tubetti

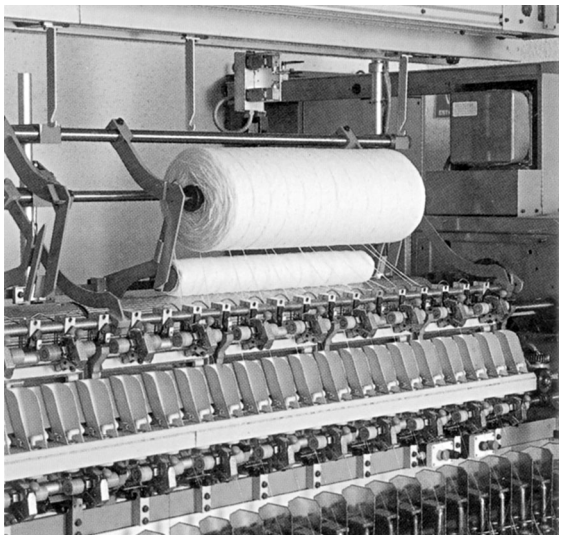


Fig. 94 Cambio cannelle e riattacco degli stoppini

Calcolo della produzione

Si consideri un filatoio ad anello per la produzione di un filato di titolo Nm 10 e coefficiente di torsione 97, con i seguenti dati tecnici:

- numero dei fusi: 300
- rendimento: 97%
- velocità periferica del cursore: 36 m/s
- diametro dell'anello: 90 mm

$n_c = V_c \times 60 / \pi / \phi_a = 7.643$ giri/min
t /m = 97 x √ 10 = 307
$V = n_c$ / t /m = 7.643 / 307 = 24,9 m/min
P effettiva (1 fuso) = V x R / Nm = 24,9 x 0,97 / 10 = 2,4 g/min
P totale = 2,4 x 300 x 0,06 = 43,2 kg/h

IL SELFACTING

Principio di funzionamento

Il selfacting è un filatoio di tipo discontinuo, in quanto provvede ciclicamente a formare una certa lunghezza di filato e successivamente ad avvolgerla sulla bobina.
Le due fasi avvengono in momenti distinti, caratterizzati dal movimento reciproco delle due parti da cui è costituito: un carro mobile, dotato di un moto di uscita e di rientro per ogni ciclo di lavoro, su cui si trova l'alimentazione, costituita dalle cannelle degli stoppini, e uno fisso su cui alloggiano i fusi (Fig. 95).

Fig. 95 Vista del selfacting automatizzato

In ogni ciclo di lavoro si produce una certa lunghezza di filato, la cosiddetta agugliata, pari alla corsa compiuta dal carro mobile.
Il ciclo di lavoro del selfacting si può schematizzare in tre fasi:

1) uscita del carro porta-stoppini con stiro sotto torsione dello stoppino alimentato
2) fermata del carro con inserimento della torsione definitiva, compensazione dell'accorciamento e predisposizione all'avvolgimento
3) rientro del carro con avvolgimento del filato sulla bobina

1° Fase

Durante l'alimentazione i subbi sui quali sono avvolti gli stoppini vengono fatti ruotare da un cilindro scanalato su cui poggiano, in modo da svolgere il materiale, che poi passa attraverso una coppia di cilindri, per realizzare un punto di pinzatura e di alimentazione al filatoio.

In questa fase i fusi cominciano a girare lentamente, mentre il banco di alimentazione inizia a muoversi sulle rotaie, allontanandosi dai fusi con velocità superiore a quella di svolgimento degli stoppini. Si realizza così uno stiro progressivo, mentre i fusi aumentano la velocità di rotazione, impartendo le pretorsioni. I fusi si trovano su un piano un po' più basso rispetto all'alimentazione e inclinati di circa 15 gradi verso di essa, per cui le spire di filato che si attorcigliano sulla punta del fuso tendono a sfilarsi, trasformandosi in spire di torsione sul filato. Ogni giro di torsione è quindi prodotto da una rotazione del fuso e costituisce in pratica un mancato avvolgimento (Fig. 96).

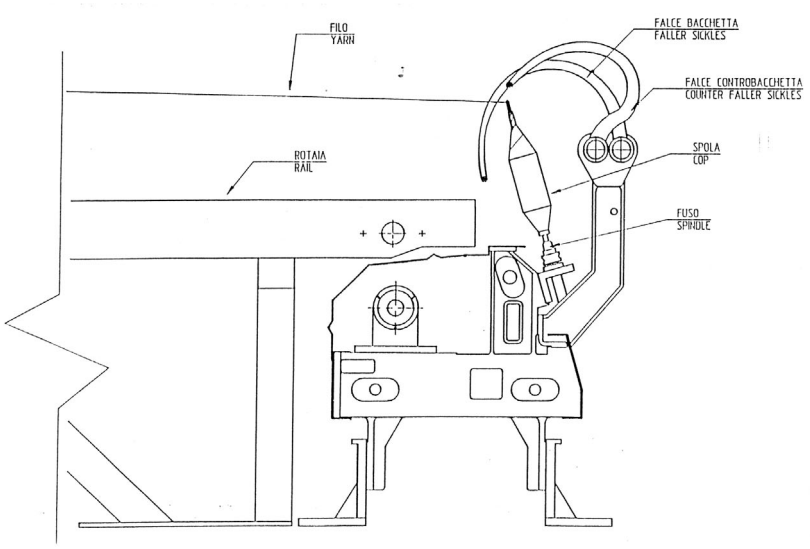


Fig. 96 Fase di torsione

Le pretorsioni, così chiamate perché avvengono durante lo stiro e rappresentano solo una parte di quelle totali e definitive, hanno un'importanza fondamentale perché legano tra loro le fibre, conferendo allo stoppino la resistenza necessaria a sopportare lo stiro senza rotture e migliorandone la regolarità. La tensione indotta nello stoppino dallo stiro cresce proporzionalmente al numero delle pretorsioni impartite, mentre di pari passo si riduce l'allungamento a rottura: si può quindi valutare sperimentalmente il livello delle torsioni/metro che consente di avere il più alto valore di allungamento a rottura compatibilmente con il più alto stiro. Il tasso di stiro naturalmente (di media contenuto tra il 20% e il 50%) è influenzato anche da fattori estremamente variabili come il tipo di materiale in lavorazione, le caratteristiche delle fibre, la percentuale di emulsione presente su di esse.

Inoltre le pretorsioni risultano molto utili per compensare eventuali irregolarità dello stoppino. Infatti le fibre non saranno quasi mai ben allineate e parallelizzate, a motivo della scarsa lunghezza e della notevole eterogeneità, per cui lo stoppino presenterà generalmente una forma irregolare con punti più grossi ed altri più sottili: la pretorsione gioca un ruolo positivo in quanto le spire tendono ad addensarsi dove il diametro è minore, conferendo a questi punti una maggiore resistenza allo stiro, che invece si manifesterà di più negli ingrossamenti, più deboli perché meno torti, che verranno quindi resi omogenei nello spessore al resto dello stoppino. Questo comportamento delle fibre dà luogo ad una distribuzione "intelligente" dello stiro, differenziandone in pratica l'intensità, che si manifesta più o meno, in funzione della necessità.

Analizzando meglio il fenomeno si può ipotizzare che le pretorsioni abbiano lo scopo di rallentare il movimento delle fibre, prolungando la fase iniziale di raddrizzamento e allineamento, in questo agevolate anche probabilmente dalle vibrazioni indotte nello stoppino dalla rotazione dei fusi e dal conseguente scivolamento delle spire dalla punta di essi. La rotazione dei fusi va aumentando, via via che l'alimentazione si allontana, seguendo una curva regolabile in funzione delle esigenze del filato: quando la traslazione è ultimata, lo stoppino si presenta quindi stirato, pretorto e regolarizzato.

2° Fase

A stiro ultimato, rimanendo ancora ferma l'alimentazione, i fusi girano alla massima velocità, impartendo le torsioni che, sommate alle pretorsioni già date, raggiungono il valore definitivo da impartire al filato. Le torsioni si distribuiscono sul tratto di stoppino finora lavorato, con le stesse modalità delle pretorsioni, ma a velocità notevolmente più alta per ridurre il più possibile la durata di questa fase, che incide pesantemente come tempo improduttivo.
Le torsioni provocano però un accorciamento nel filato, la cui compensazione è realizzabile in due modi: facendo rientrare il carro di alimentazione, oppure sovralimentando lo stoppino.
Al termine del conferimento delle torsioni alcune spire di filato rimangono avvolte sulla punta del fuso, impedendo il successivo avvolgimento del filo sulla bobina, per cui possono essere svolte solo facendo girare i fusi brevemente in senso contrario (disgiro o spuntatura). Le spire liberate allentano la tensione nel tratto di filato prodotto, creando la necessità di ripristinarla. Entrano a questo punto in funzione la bacchetta, per guidare l'incannamento, e la contrabacchetta, per mantenere una tensione adeguata durante l'avvolgimento.

3° Fase

Bacchetta e controbacchetta sono due dispositivi, schematizzabili proprio come sottili bacchette metalliche, che fanno parte del carro porta-fusi e corrono lungo tutto il suo fronte: quando il carro comincia a rientrare la bacchetta si abbassa rapidamente fino al diametro massimo della bobina, dando le spire di legatura che servono a dare compattezza alla bobina; risalendo poi fino a tornare sul diametro minimo, dando le spire di avvolgimento, globalmente più lunghe 4 o 5 volte delle precedenti (Fig. 97).

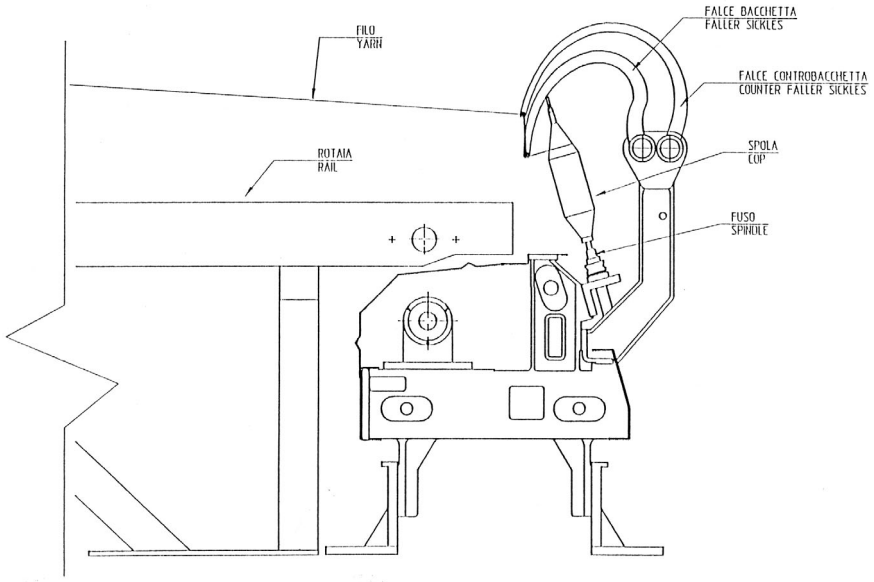


Fig. 97 Fase di avvolgimento

Mentre bacchetta e controbacchetta controllano rispettivamente il moto di distribuzione del filato e la sua tensione durante tutto l'avvolgimento, sarà necessario variare anche la velocità di rotazione dei fusi secondo le leggi che regolano la formazione degli strati tronco-conici della bobina. Una volta rientrato il carro e terminato l'avvolgimento, la funzione delle bacchette è esaurita, per cui esse riprendono la posizione iniziale, permettendo di nuovo alle spire di filato di avvolgersi sulla punta del fuso, all'inizio di un nuovo ciclo di lavoro.
L'incannamento costituisce il periodo produttivo della macchina: in questa fase infatti il filato viene avvolto sulla bobina grazie alla rotazione dei fusi e al contemporaneo rientro del carro.
D'altra parte questo è anche un momento molto delicato, in quanto deve assicurare la formazione di una bobina compatta e ben dimensionata, in grado di svolgersi in modo ottimale nelle lavorazioni successive (roccatura, orditura...).

Automazione

Nel selfacting a controllo elettronico il sistema di azionamento e controllo degli organi preposti all'alimentazione, allo stiro, alla torsione e alla formazione della spola è gestito da un microprocessore, che consente una regolazione ottimale dei parametri di filatura, in relazione alle caratteristiche della materia prima, nonché la formazione della bobina con tensione controllata.
Il filatoio può essere equipaggiato con un sistema di automazione che riguarda sia il cambio delle cannelle che quello delle bobine.
Il ciclo si articola nelle seguenti fasi:

- levata delle bobine e loro trasporto e deposizione in contenitori situati a lato della macchina. Il gruppo di levata delle bobine discende dalla sua normale posizione di stazionamento sopra la macchina e provvede all'estrazione delle bobine dai fusi con semplice strappo dei fili, eseguendo la legatura e il sottoincanno.
- inserimento nei fusi dei tubetti vuoti, prelevati da un contenitore a lato della macchina e preventivamente orientati e posizionati su un supporto a rastrelliera.
- cambio delle cannelle con scarico dei subbi vuoti a lato della macchina. Questa fase è preceduta dalla predisposizione delle cannelle in alimentazione con posizionamento manuale degli stoppini nuovi in dispositivi di presa a pinza (tutto questo avviene durante il normale pattugliamento e pertanto non influenza negativamente il rendimento). Le cannelle esaurite vengono allontanate dal banco di alimentazione e prendono il loro posto quelle piene, precedentemente preparate
- giunzione dello stoppino mediante sovrapposizione di quello vecchio con il nuovo.

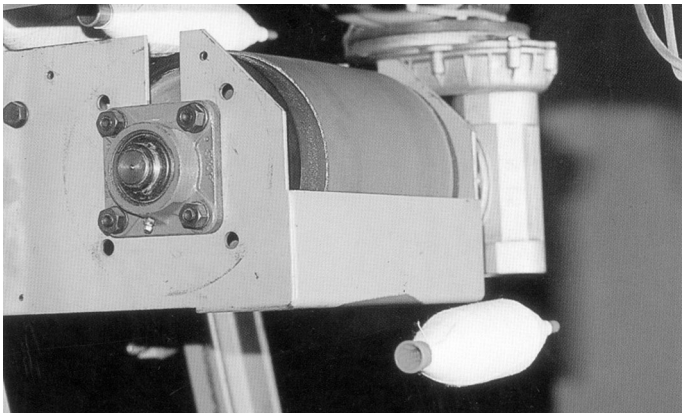


Fig. 98 Scarico delle spole piene

Fig. 99 Contenitore dei tubetti alla rinfusa

Fig. 100 Tubetti riordinati e posizionati sulla rastrelliera

Caratteristiche tecniche

- numero dei fusi: max. 900
- velocità max. dei fusi: 11.000 giri/min
- velocità max. meccanica del banco di alimentazione: fino a 8 cicli/min (in relazione alla corsa)
- scartamento tra i fusi: 62 – 65 mm
- altezza asta dei fusi: 320 mm
- lunghezza corsa: da 3 m a 6 m

Calcolo dello stiro e della produzione

Si consideri un selfacting con i seguenti dati tecnici:

- titolo dello stoppino: Nm 10
- titolo del filato: Nm 14
- numero dei fusi: 700
- corsa: 4,5 m
- numero cicli/min: 4
- rendimento: 97%

$S = Nm_{\text{filato}} / Nm_{\text{stoppino}} = 14/10 = 1,4$
$V = \text{corsa} \times N° \text{ cicli} = 4,5 \times 4 = 18 \text{ m/min}$
$P_{\text{effettiva}} (1 \text{ fuso}) = V \times R / Nm = 18 \times 0,97 / 14 = 1,25 \text{ g/min}$
$P_{\text{totale}} = 1,25 \times 700 \times 0,06 = 52,38 \text{ kg/h}$

FILATI FANTASIA

Generalità

Un filato fantasia è caratterizzato da effetti particolari (nodi, fiamme…) che ne modificano la sezione, rendendola irregolare secondo un disegno prestabilito, in eventuale concomitanza con effetti di colore.
Questi prodotti sono largamente impiegati nel settore dell'aguglieria e della maglieria, che valorizzano pienamente la fantasia dei filati, ma anche in tessitura il loro utilizzo non è marginale, particolarmente nell'abbigliamento femminile.
Le fantasie in un filato si possono ottenere a livello di varie lavorazioni, creando così infinite possibilità di effetti, spesso concomitanti, che affiancano alcuni disegni ormai divenuti "classici".
Il ciclo cardato laniero, per la sua struttura e ancora di più per le caratteristiche delle materie prime impiegate, consente di ottenere particolari effetti di fantasia anche solo nell'ambito del ciclo di filatura.

Fantasie realizzate in filatura

In **preparazione** si possono creare due tipi di fantasia: i filati con i peli morti e i filati pallinati.
Nel primo caso la fantasia è ottenuta aggiungendo nella mista dei peli morti, la cui presenza conferisce al filato aspetto peloso e mano setolosa. La presenza dei peli morti impone in genere tre passaggi di miscelazione ai box, di cui il secondo con una sosta sufficientemente lunga per far "riposare " la mista.
I peli morti sono generalmente fibre di origine animale (pecora, cammello, renna), ma talvolta si possono usare anche fibre sintetiche (Trital, trilobato) che però danno al filato un aspetto più "brinato".
Nel secondo caso la fantasia è ottenuta immettendo nella mista pallini di lana infeltrita. Anche in questo caso il materiale deve essere passato tre volte ai box di miscelazione, per garantire l'uniforme distribuzione dei pallini nella mista. Per evitare che la cardatura apra i pallini, la steccatura iniziale deve essere ampia e andrà gradualmente a diminuire lungo tutto l'assortimento.
La presenza dei pallini provoca un diffuso e irregolare ingrossamento della sezione del filato, distribuito su tutta la sua lunghezza, a causa della cardatura imperfetta e anche il colore risulta melangiato.

In **cardatura** si possono ottenere filati pallinati, malfilè e fiammati.
I pallinati prodotti con l'inserimento dei pallini sul velo della seconda carda, grazie ad un apposito distributore, hanno un aspetto diverso dal tipo descritto precedentemente. In questo caso la cardatura avviene con parametri di steccatura normali, per cui la sezione del filato si presenta più grossa soltanto vicino al pallino, che risalta con il proprio colore, risultando assente l'effetto di melangiatura.
Un filato malfilè è caratterizzato da strozzature e rigonfiamenti distribuiti su di esso in modo irregolare. Questa fantasia è ottenibile utilizzando una mista composta da fibre lunghe (L > 40 mm) per il 60% – 70% e da fibre corte tipo blousse per il restante 30% - 40% che viene sottoposta ad una cardatura imperfetta, con una steccatura ampia ai gruppi lavoratore – spogliatore – gran tamburo e ai pettinatori.
Per ottenere un filato fiammato, la cardatura si svolge regolarmente e l'effetto si inserisce a livello

dell'ultima carda, prima del divisore. Un apposito dispositivo comandato dal computer, che è programmabile in funzione della dimensione e della frequenza della fiammatura, agisce pneumaticamente sul volano, facendolo affondare di più sul tamburo con una conseguente maggiore estrazione di fibre dalle guarnizioni.

Sul **filatoio** si possono produrre i filati accoppiati, ottenuti alimentando due o più stoppini al campo di stiro della macchina: il filato risulta molto voluminoso e con poche torsioni.
Un'altra interessante opportunità è offerta dall'utilizzo del filatoio a frizione, che risulta in grado di affiancare alla sua consolidata produzione di filati per articoli tecnici (industria automobilistica, indumenti di protezione, filtraggio…) e per arredamento (coperte, tappeti...) anche i filati fantasia.

Filatoio a frizione

Il filatoio a frizione (Fig. 101) funziona in base ad un principio di filatura aerodinamico/meccanico. Trattandosi di un filatoio open end, realizza la trasformazione diretta da nastro in filato e produce in uscita rocche assai capienti ad elevata velocità.

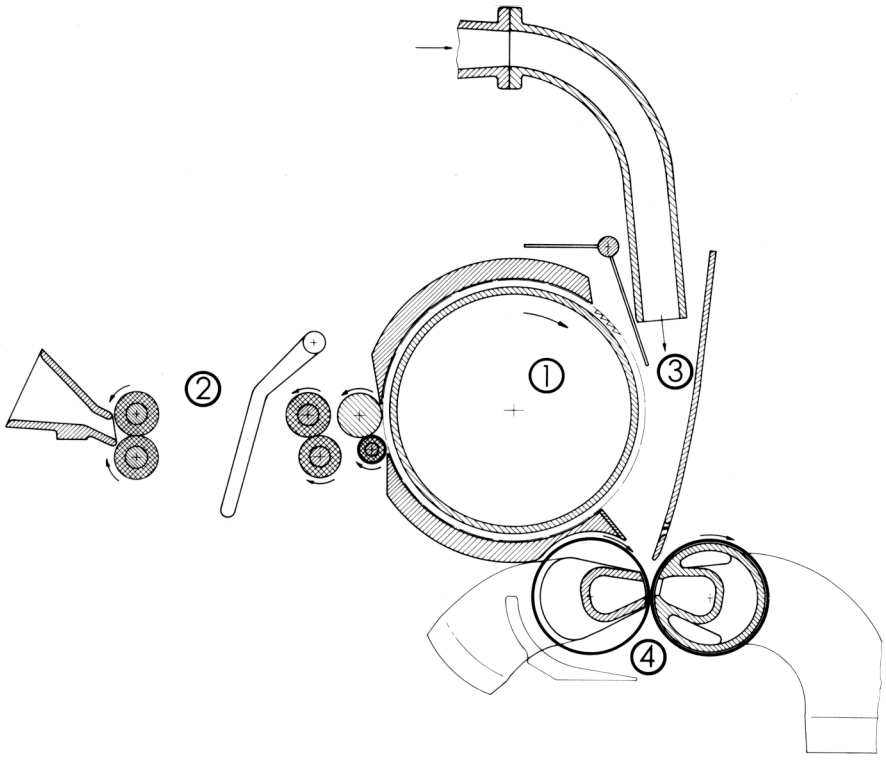


Fig. 101 Schema del filatoio a frizione

Un cilindro cardante in rotazione (1) disgrega il nastro applicando un elevato stiro che si realizza tra l'entrata (2) e la superficie guarnita del cilindro stesso. Grazie ad una forte aspirazione pneumatica (3), che incrementa lo stiro, le fibre vengono staccate dal cilindro e trasferite lungo la generatrice di contatto della coppia dei cilindri di filatura (4). Questi sono forati ed esercitano

un'azione aspirante nei confronti delle fibre, che vengono ritorte su se stesse per effetto dell'attrito e del momento loro applicato dalla rotazione concorde dei due cilindri. Il filato si forma dall'interno verso l'esterno tramite sovrapposizione delle singole fibre, che in definitiva si avvitano le une sulle altre in forte coesione. Il filato esce dalla zona di contatto dei due cilindri, parallelamente al loro asse di rotazione, e viene poi avvolto su rocche cilindriche ad una velocità sull'ordine dei 250 – 300 m/min.
Il metodo di filatura a frizione, pur realizzando la coesione del materiale solo con un numero assai elevato di fibre in sezione (titolo del filato da Nm 3 a Nm 10), risulta molto meno influenzabile dalle caratteristiche delle fibre di tutti gli altri tipi di filatoi. Esso consente di lavorare fibre naturali o man made con finezza da 3 a 15 dtex e lunghezza da 5 a 100 mm: è evidente il vantaggio conseguibile con materiali eterogenei, anche rigenerati, rispetto ai filatoi tradizionali.
La possibilità inoltre di impiegare come anima vari tipi di filamento conferisce adeguata resistenza al filato. Al fine di ottenere particolari effetti di fantasia, risulta interessante la possibilità di alimentare il filatoio con nastri di diverso colore e materiale. Nei limiti della carica massima consentita (30 ktex) si possono disporre in entrata vari nastri (per esempio 5 nastri da 6 ktex), le cui fibre andranno a disporsi in zone coassiali, creando un effetto di stratificazione. Si possono quindi costruire filati con le fibre più corte e più povere all'interno e fibre più lunghe e pregiate alla periferia o qualunque effetto di colore si desideri.
Una sperimentazione in atto sta verificando la possibilità di utilizzare in alimentazione nastri provenienti sia da carde a cappelli che da assortimenti a cilindri (con raccolta del velo in nastro, senza divisore) che dal ciclo pettinato laniero.

Ritorti fantasia

Il filato fantasia classico consiste in un ritorto costituito da almeno tre capi; di questi, uno funge da supporto, prendendo il nome di **anima**, e si torce con un secondo filato, generalmente sovralimentato per creare il disegno desiderato, chiamato **effetto**. Un secondo stadio di torcitura provvede a conferire stabilità al prodotto, unendo il semilavorato della prima operazione con un terzo capo, la **legatura**. Le tre funzioni di anima, effetto e legatura possono essere espletate da più filati, per cui un ritorto fantasia può essere costituito da un elevato numero di capi e, talvolta, in luogo del filato d'effetto è presente uno stoppino.
L'inserimento della torsione nei filati fantasia avviene tradizionalmente con due tipi di macchine:
1. il torcitoio ad anello
2. il torcitoio a fuso cavo

L'operazione di torcitura fantasia può avvenire con due operazioni successive (secondo un procedimento tradizionale, attualmente meno usato), oppure con un processo continuo in due stadi: in quest'ultimo caso bisogna usare una macchina combinata dotata di fuso cavo e sistema ad anello. E' evidente che questa soluzione risulta più produttiva rispetto all'altra, ma il criterio di scelta è sostanzialmente imposto dal tipo di filato fantasia da produrre.

Torcitoio ad anello

Durante il primo passaggio, anima ed effetto sono alimentati da cilindrate separate, in modo da poter realizzare la sovralimentazione di quest'ultimo, mentre la torsione che li lega è impartita dal cursore secondo il principio della filatura ad anello.

Al secondo passaggio la legatura si torce intorno al semilavorato con una torsione più bassa e di segno opposto alla precedente. Questo provoca un parziale allentamento dell'effetto e il prodotto finale risulta caratterizzato da morbidezza e sofficità.

Torcitoio a fuso cavo

In questa macchina il fuso cavo con la confezione del filato di legatura è posto tra due coppie di cilindri, mentre un gancio di filatura, sottostante al fuso e rotante nello stesso senso, impartisce le torsioni al filato di anima e a quello di effetto (Fig. 102).

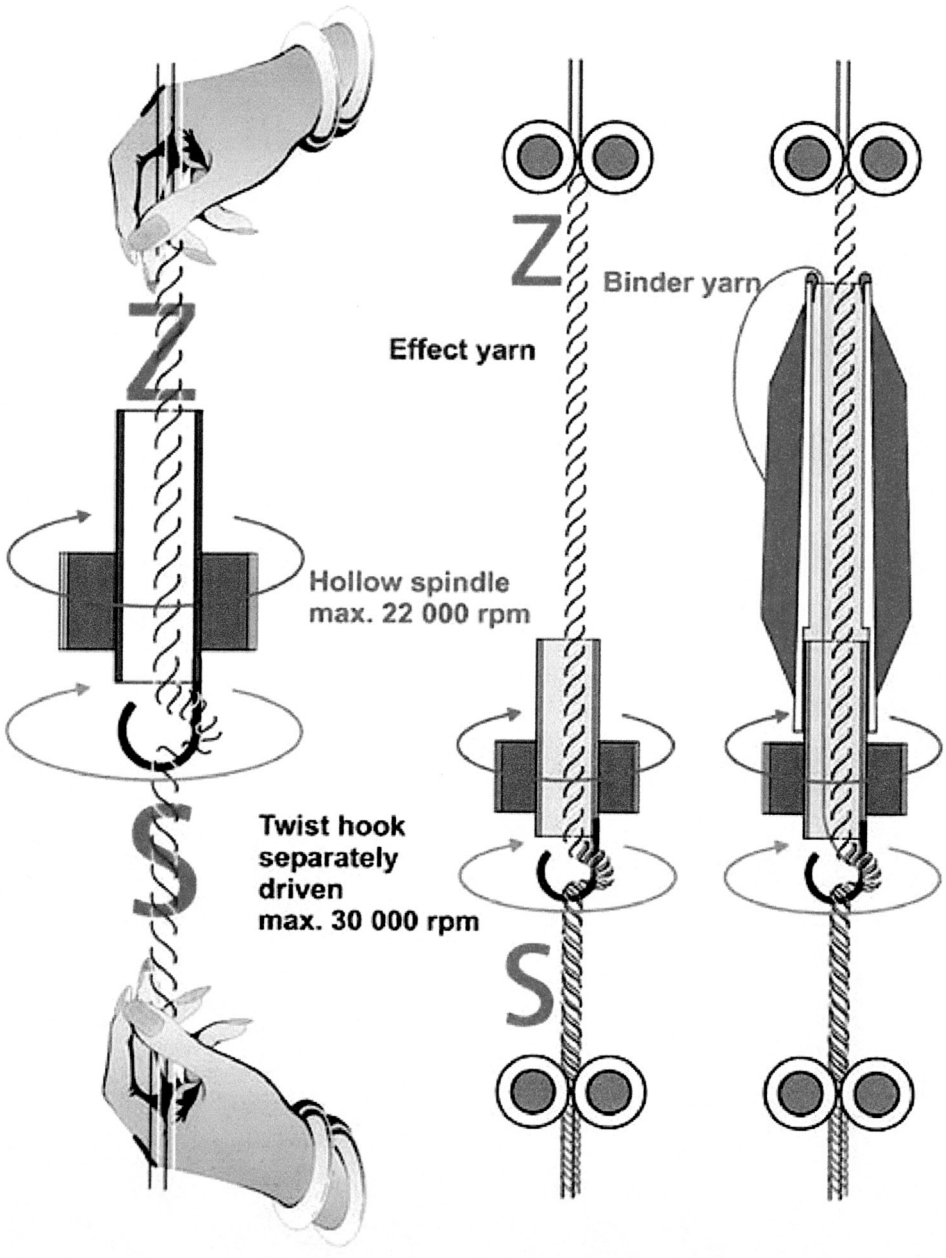


Fig. 102 Principio del torcitoio a fuso cavo

Data la posizione intermedia del fuso, tra la coppia di alimentazione e quella di uscita, le torsioni impartite in questa prima fase sono di segno opposto tra il primo tratto dei due fili e il secondo. Il filato di legatura scorre internamente al fuso cavo, parallelo al semilavorato anima – effetto, fino al gancio di torsione, che ne provoca la torsione intorno agli altri due capi, rendendo stabile il prodotto.
Se il gancio di torsione è comandato insieme al fuso e fa quindi lo stesso numero di giri, risultano uguali le torsioni impartite ad anima ed effetto e quelle finali di legatura. Per evitare che un numero troppo elevato di giri di torsione renda necessario stabilizzare il filato con un'operazione di vaporizzo, è stato realizzato un comando separato per il gancio di torsione, che può così raggiungere una velocità di rotazione più elevata del fuso cavo. La raccolta del filato avviene su rocca.

Filatoio – torcitoio

La ritorcitura di un filato fantasia può essere realizzata anche con una macchina che combina insieme i due processi, ad anello e a fuso cavo.
In questo caso la prima operazione è realizzata mediante fuso cavo, preceduto dal gruppo di alimentazione del filato di effetto e di anima. Sotto il fuso cavo, che supporta la legatura, è posto il fuso ad anello, che provvede direttamente ad avvolgere il filato e le torsioni sono allentate a causa della velocità relativa tra il primo e il secondo stadio di lavorazione. Infatti il fuso ad anello può sviluppare un numero di giri inferiore rispetto al fuso cavo e, se in questo modo si produce un filato più soffice, inevitabilmente la produzione sarà più bassa, considerato anche che la spola dovrà successivamente subire un passaggio di roccatura. Quando l'alimentazione è costituita da filati, la macchina è un vero e proprio torcitoio (Fig. 103).

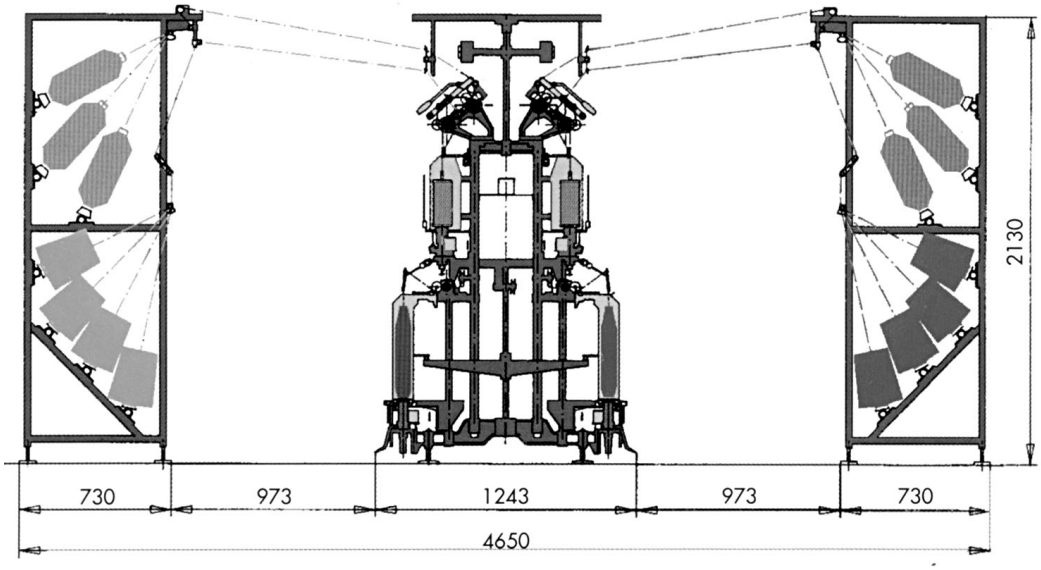


Fig. 103 Torcitoio

Quando l'effetto è costituito da uno stoppino, la macchina di ritorcitura deve anche provvedere allo stiro; per questo prende il nome di filo – torcitoio (Fig. 104).

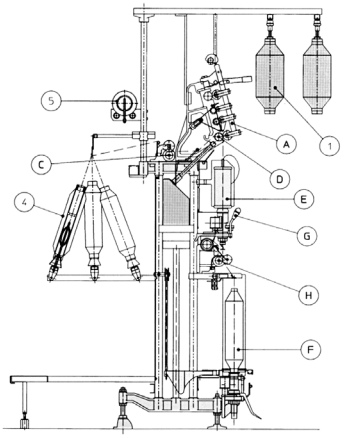


Fig. 104 Filotorcitoio ad una linea di stiro

Il materiale in alimentazione è costituito dallo stoppino (1), su bobine di banco a fusi, che viene stirato dal laminatoio (A). I fili di anima (4) sono alimentati per mezzo della cilindrata (C) e raggiungono l'uscita dal laminatoio di stiro, dove si uniscono con l'effetto nel punto (D). La cilindrata (5) viene utilizzata per l'elastomero, nel caso si vogliano produrre filati fantasia elasticizzati. Il filo di legatura, posizionato sul fuso cavo (E), stabilizza l'effetto e il filato, attraverso la cilindrata di controllo (H), è raccolto sul fuso inferiore (F), dove le torsioni vengono equilibrate con il sistema ad anello. La maniglia (G) consente all'operatore di arrestare il fuso per realizzare interventi di riparazione delle rotture o sostituzione del rocchetto di legatura.
E' possibile anche costruire filati fantasia alimentando più effetti costituiti sia da nastro in vaso che da stoppino su bobina di flyer. In tal caso la macchina è dotata di due linee di stiro (Fig. 105), controllate in modo indipendente, che consentono di realizzare una vasta gamma di effetti di colore e di costruzione.

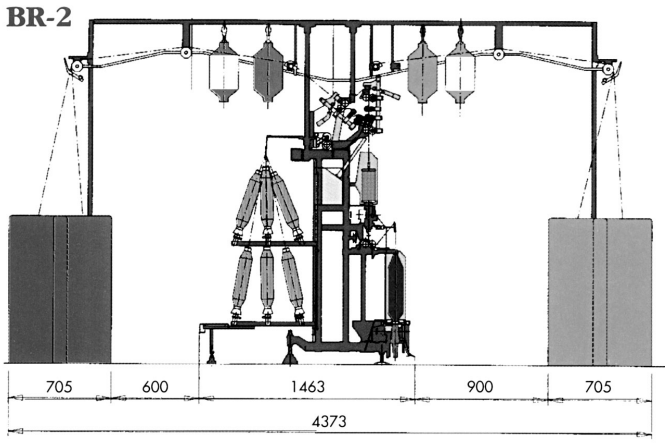


Fig. 105 Filotorcitoio a due linee di stiro

Caratteristiche tecniche generali dei filotorcitoi

titoli prodotti: da Nm 2 a Nm 24
titolo dello stoppino: 0,5 – 5 ktex
diametro dell'anello: 90 mm o 115 mm (in funzione del titolo)
velocità max. per il fuso cavo : 12.000 giri/min
velocità max per il fuso ad anello: 8.000 giri/min.
tipo di effetto: continuo o intermittente

LA FILATURA LANIERA PETTINATA

LA LANA SUCIDA

I velli ricavati dalla tosatura delle pecore vengono arrotolati, fortemente pressati in balle di diversa dimensione e massa (da 70 a 210 kg) ed inviati, dai Paesi d'origine, agli stabilimenti denominati "Pettinatura della lana"; su ogni balla sono indicati il luogo di provenienza e la tipologia della lana, la finezza delle fibre secondo la classificazione tedesca ed altre informazioni.

Sottoporre la lana sucida ad una forte pressione durante la formazione delle balle comporta certamente dei vantaggi per quanto riguarda il trasporto e l'immagazzinamento del materiale ma presenta degli inconvenienti per ciò che concerne l'eccessivo compattamento subito dalle fibre; infatti, per questo motivo, prima di essere messa in lavorazione, la lana sucida deve essere esposta all'azione del calore e dell'umidità che le consentono di riprendere il suo volume naturale. Ciò avviene lasciando stazionare, in un apposito locale, le balle di lana aperte per il tempo che occorre al materiale, molto compatto, di riacquistare il volume iniziale e la naturale sofficità in mancanza delle quali la lavorazione sarebbe impossibile.
Il tempo di esposizione all'aria della lana sucida è di 3-5 giorni se la temperatura del locale nel quale si trovano le balle aperte è di 23 °C circa oppure di 8-10 ore se il materiale è immagazzinato in camere o celle alla temperatura di 60 °C. La lana sucida riprende il volume che aveva prima di essere imballata per mezzo del calore che rammollisce il grasso che ricopre le fibre e dell'umidità dell'aria che consente il loro rigonfiamento e rilassamento.
Da qualche tempo si sta studiando la possibilità di sottoporre le balle di lana sucida all'azione di "forni" a microonde allo scopo di ridurre al minimo il periodo di attesa prima di poter iniziare la lavorazione del materiale.
La lana migliore del vello è quella delle spalle, dei fianchi e della schiena, la lana proveniente dal ventre, dalle gambe e dalla coda è corta, ruvida e molto sporca mentre quella del collo e della testa è composta da fibre corte, feltrate e con peli morti.

Il vello della pecora, durante la vita dell'animale, si carica di polvere, terra e materie vegetali di diverso genere che si aggiungono agli escrementi e alle sostanze secrete dal suo corpo; da ciò consegue che la lana sucida contiene le seguenti "impurità" (i valori sono indicativi):

- cera di lana, insolubile in acqua (dalla quale si ricava la "lanolina"), secreta dalle ghiandole sebacee e costituita da:

acidi grassi liberi	21 %
grasso neutro saponificabile	51 %
parte non saponificabile	27 %
altre sostanze	1 %
densità a 15 °C	0.94
punto di fusione	42 °C

- suint, solubile in acqua fredda, secreto dalle ghiandole sudorifere e costituito per il 60% da sostanze organiche diverse e per il rimanente 40% da sali, in prevalenza di potassio, di acidi

grassi (formico, acetico, stearico, oleico, urico, ecc.) e da sali inorganici (cloruri, fosfati, solfati di calcio, potassio e sodio);
- escrementi, polvere, terra, residui vegetali (paglie, lappole, ecc.).

La quantità delle "impurità" è estremamente variabile e dipende dal Paese di provenienza della lana (Australia, Nuova Zelanda, Sud Africa, Sud America, ecc.); per esempio, per alcune lane merine australiane (con resa del 58%) e incrociate neozelandesi (con resa del 79%) si può rilevare mediamente il seguente contenuto di impurità (in % del peso della lana sucida):

	Merino Australia	Incrociata Nuova Zelanda
cera di lana	16 %	5 %
suint	6 %	8 %
sudiciume (escrementi, terra, polvere) e residui vegetali	20 %	8 %

Naturalmente la quantità e la qualità della polvere e della terra presenti dipendono dalla zona e dalle condizioni nelle quali l'animale è stato allevato; per esempio, sarà composto da polvere estremamente sottile per le lane merine dell'Australia dell'ovest e da terra più pesante e più grossa per le lane provenienti da alcune razze incrociate della Nuova Zelanda.

Anche il pH del suint, che è un parametro estremamente importante per adeguare il lavaggio al tipo di lana sucida, è molto variabile: da 5.5 ÷ 8.4 per la razza merino, da 6.9 ÷ 10.0 per le razze incrociate.
Per consentire una corretta lavorazione ed un normale utilizzo dei manufatti prodotti, le impurità precedenti devono essere allontanate dalla lana; infatti, la cera rende le fibre appiccicose e ostacola la lavorazione così come il suint che è anche maleodorante, la polvere e la terra intasano e rovinano le macchine mentre le sostanze vegetali, in particolar modo le lappole, rendono difficile la lavorazione, in quanto tengono unite le fibre tra loro, e conferiscono un aspetto sgradevole al manufatto.

IL LAVAGGIO DELLA LANA SUCIDA

Composizione di una linea di lavaggio

La lana sucida si presenta in grossi pezzi (in alcuni casi l'intero vello) nei quali le fibre sono aggrovigliate tra di loro e con le sostanze vegetali oppure sono addensate e tenute insieme dall'untume e dal fango rassodato che le ricopre. In queste condizioni non è possibile sottoporre al lavaggio la lana sucida in quanto non si avrebbe la possibilità di esercitare all'interno dei grossi pezzi adeguate azioni pulenti e detergenti che, al contrario, sono certamente possibili quando le fibre sono separate cioè quando il materiale è "aperto".
Inoltre, l'alimentazione della lana sucida aperta e priva di polvere nelle vasche di lavaggio incrementa la regolarità del flusso di fibra e aumenta l'efficienza del lavaggio.
Allo scopo di ridurre le dimensioni dei grossi pezzi di lana sucida, il materiale contenuto nelle balle viene "sgrossato", cioè disgregato in pezzi più piccoli, grossolanamente mescolato e "aperto" e "battuto"; dopo queste operazioni la massa fibrosa risulta più aperta e anche più pulita in quanto le impurità più grosse e pesanti (terra, escrementi, ecc.) presenti all'interno del materiale, venendosi a trovare in superficie, possono essere separate dalle fibre ed eliminate.

Successivamente, la lana sucida viene “lavata”, con acqua e detergenti, per provvedere all’eliminazione della cera di lana e del suint e “asciugata” per far evaporare l’eccesso di acqua assorbita dalle fibre che ne renderebbe impossibile la lavorazione.
L’asciugatura (“essiccatura”) viene effettuata in due fasi per avere l’opportunità, tra una fase e l’altra, di aprire ulteriormente e rimescolare i fiocchi in modo da rendere uniforme il grado di umidità presente nelle fibre.
In conclusione, il lavaggio della lana sucida prevede le seguenti operazioni (Fig. 106):

- sgrossatura (pre-apertura), mediante apriballe, nel caso di materiale imballato, oppure grossolana apertura, mediante caricatore automatico, nel caso di velli già aperti o di fibre sciolte,
- grossolana mescolatura del materiale in apposite “camere di mischia”,
- apertura e battitura, mediante il caricatore automatico, “a1”, e il battitoio, “a2”,
- lavaggio, in apposite vasche di lavaggio, “b1.1 ÷ b1.5”, ognuna seguita da una coppia di cilindri spremitori, “b3”, alimentate dal caricatore automatico, “a3”, e dalla tavola pesatrice, “a4”,

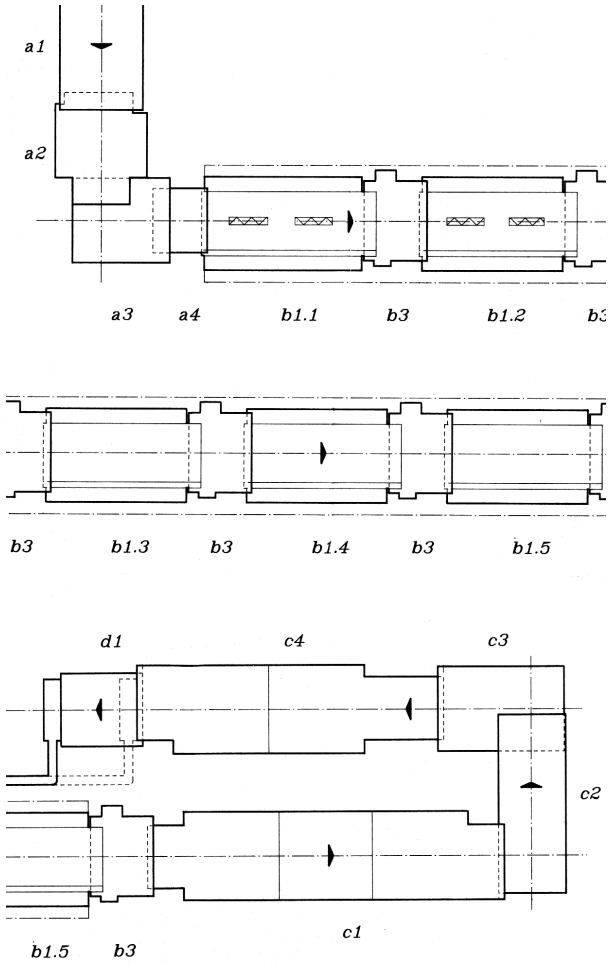


Fig. 106 Esempio di linea completa di lavaggio

- pre-essiccatura, nell’essiccatoio, “c1”,
- apertura e rimescolatura, mediante il caricatore automatico intermedio, “c3”, preceduto da un sistema di trasporto, “c2”,
- essiccatura finale, nell’essiccatoio, “c4”,
- apertura e rimescolatura finale, mediante il battitoio, “d1”.

Sgrossatura (pre-apertura)

L’apriballe (Fig. 107) presenta un tappeto orizzontale a due sezioni, “To”, sul quale vengono disposte le balle di lana sucida che, nel passaggio da una sezione all’altra, si ribaltano e subiscono una prima parziale suddivisione in grossi pezzi.

Il tappeto “To” trasporta molto lentamente il materiale verso un altro tappeto inclinato, “Ti”, munito di punte di grande diametro che sono inclinate nel senso del moto, che si muove più rapidamente.
La lana, sostenuta dalle punte del tappeto inclinato “Ti”, viene portata in alto dove i pezzi più grossi vengono rimandati indietro oppure subiscono la riduzione delle dimensioni per mezzo dell’azione delle punte di un cilindro regolatore o scolmatore, “R”, ruotante in senso antiorario; la posizione di “R” è registrabile automaticamente per la regolazione del grado di apertura e dell’uniformità del flusso di materiale.

Il cilindro pulitore, “S”, ruotante in senso antiorario, con le sue punte rimanda indietro, sul tappeto orizzontale, i pezzi di lana rimasti fra le punte del cilindro regolatore che, pertanto, viene mantenuto sempre pulito ed efficiente.
L’azione combinata di “regolatore” e “pulitore”, oltre a regolare l’afflusso di materiale, sfiocca con intensità regolabile la lana sucida e la prepara ad una efficiente azione di battitura.

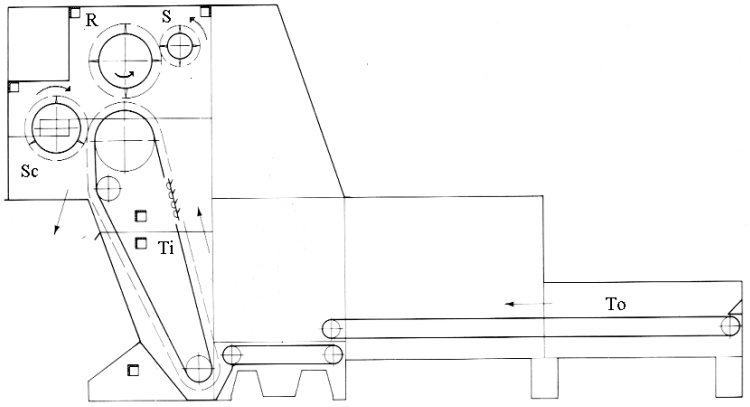


Fig. 107 Apriballe

Dopo aver superato il cilindro regolatore, la lana si sfila dalle punte del tappeto inclinato che ora sono rivolte verso il basso, aiutata dalle punte del cilindro spogliatore, “Sc”, che ruota in senso orario con una velocità decisamente maggiore di “Ti”.
Una piccola quantità di sudiciume si separa dalla lana nei punti di trasferimento del materiale.

Le altezze di lavoro disponibili sono 1000, 1600 e 2000 mm e in quest’ultimo caso la produzione in ingresso è, mediamente, di 1.500 kg/h per le lane fini.
Nel caso in cui il materiale alimentato sia composto da velli già aperti o da fibre sciolte si può usare il caricatore di Fig. 108 che, oltre ad avere tappeti meno robusti, non prevede l’utilizzazione del cilindro pulitore che, in questo caso, non è più necessario in quanto il cilindro regolatore è sostituito da un pettine oscillante, “P”, che evita qualsiasi rischio di arrotolamento delle fibre e che, come il regolatore, ha il compito di rimandare indietro i pezzi di lana che vengono trasportati senza essere a contatto delle punte del tappeto inclinato e di rendere la dimensione dei fiocchi il più possibile uniforme.
Le altezze di lavoro e la produzione sono comparabili a quelle dell’apriballe.

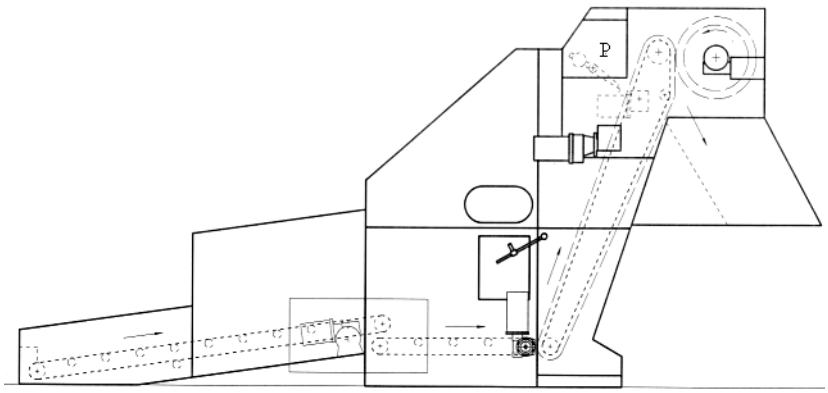


Fig. 108 Caricatore automatico

Mischia

Poichè, di solito, la partita da lavorare è formata da più lotti di provenienza diversa, la parziale apertura del materiale rende possibile la mescolatura della lana sucida di diversa origine e la realizzazione della partita avente la composizione desiderata.
La formazione della partita avviene in apposite “camere di mischia”, aventi una capacità di

almeno 100 balle; esse vengono riempite dall'alto, a strati orizzontali, con la lana proveniente dall'apriballe o dal caricatore automatico e vengono svuotate prelevando il materiale a strati verticali, con carrelli o con frese, allo scopo di assicurare un minimo indispensabile grado di omogeneità alla massa fibrosa mescolata.

Apertura e battitura

Prima di inviare la lana sucida, presente nelle camere di mischia, nelle vasche di lavaggio è conveniente che il materiale subisca:

1. un'apertura (opening), per ridurre ulteriormente la dimensione dei grossi pezzi di lana e per separare ancor di più le fibre fra loro allo scopo di rendere più efficace l'azione di detergenza del lavaggio,
2. una "battitura" (scuotimento), per eliminare le impurità più pesanti (sudiciume) che altrimenti assorbirebbero inutilmente parte del bagno rendendo il lavaggio più costoso.

Per l'apertura del materiale si può utilizzare il caricatore automatico precedente (Fig. 108 e "a1" di Fig. 106) mentre per la battitura si può utilizzare, disposto in serie al caricatore, l'apritoio-battitoio multiplo inclinato (Fig. 109 e "a2" di Fig. 106) che è composto da 3 cilindri, muniti di punte, inclinati di 30° ÷ 50° rispetto al piano orizzontale, o orizzontale a due tamburi.
Nel primo caso i cilindri del battitoio ruotano con una velocità crescente dal primo all'ultimo e tra di essi sono interposti dei coltelli staccatori, "c", registrabili, che delimitano i loro spazi di azione; al di sotto di ogni cilindro è presente una griglia, "G", formata da barrette tonde, che consente la separazione dalla lana delle sostanze che riescono a passare attraverso gli spazi esistenti (1 cm circa) fra di esse.

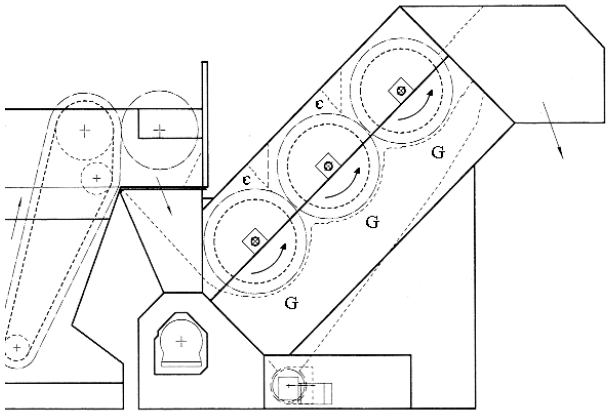


Fig. 109 Apritoio-battitoio multiplo inclinato

In questo apritoio-battitoio la lana viene trasportata, senza alcun organo di tenuta, dall'entrata verso la sommità della macchina solo grazie alla spinta che riceve dalle punte che guarniscono i cilindri di battitura; durante il percorso, il materiale subisce uno sfioccamento progressivo ed una serie di scuotimenti in conseguenza dei continui urti con le barrette delle griglie.
Nell'apritoio-battitoio orizzontale a due tamburi, invece, i cilindri di alimentazione portano le fibre a contatto con un primo tamburo guarnito di denti a forma conica ed arrotondati in punta per evitare di trattenere troppo a lungo i fiocchi.
La lana viene aperta e battuta dai denti di un secondo tamburo identico al precedente.

La lana nuovamente aperta e battuta viene proiettata all'esterno della macchina sia per effetto della forza centrifuga sia per effetto dell'azione ventilante provocata dalla rotazione del secondo tamburo. Al di sotto dei tamburi è presente una griglia che separa la lana dalle impurità che vengono espulse mediante un aspiratore che le convoglia verso dei filtri o in celle di deposito.
Le punte sono molto grosse, hanno forma tronco-conica con il contorno arrotondato; sono montate su barre che vengono avvitate sui cilindri in modo da poter essere asportate per la pulizia. In alcuni modelli le barrette tonde che costituiscono le griglie sono autopulenti, a macchina funzionante, per mezzo di un periodico movimento trasversale, a comando pneumatico, che le porta a lambire alcune centine interne e due serie di guide ricavate sulle fiancate della macchina. L'assenza di organi di tenuta del materiale assicura la massima preservazione delle caratteristiche dimensionali delle fibre. L'eliminazione della polvere avviene mediante aspirazione dalla parte inferiore delle griglie, mentre il sudiciume più pesante viene convogliato verso una coclea, posta alla base della macchina, che ne consente l'evacuazione.
Le altezze di lavoro e la produzione sono comparabili a quelle dell'apriballe.

Controllo del peso

In considerazione del fatto che nelle vasche di lavaggio il rapporto lana sucida/bagno deve rimanere sempre costante, è necessario rendere il peso del materiale uniforme, prima di sottoporlo al lavaggio.

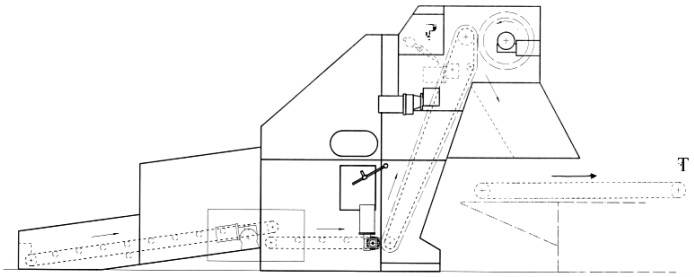


Fig. 110 Caricatore automatico con tappeto pesatore

L'apparecchiatura utilizzata per il controllo del peso è composta da:
- un caricatore automatico simile a quello precedente ("a3" di Fig. 106),
- un tappeto pesatore, "T", (Fig. 110 e "a4" di Fig. 106), che effettua la misurazione del peso della lana ad intervalli molto brevi.

La costanza del peso del materiale si ottiene in quanto, in corrispondenza di una qualsiasi variazione del peso, dal dispositivo di pesatura parte automaticamente un comando di variazione della velocità dei tappeti del caricatore che consente di riportare il peso del materiale al valore impostato.

Grado di apertura

Quando si apre e si pulisce la lana sucida è necessario stabilire il giusto compromesso tra la rimozione del sudiciume da un lato e la perdita di fibre che si verifica durante il lavaggio dall'altro.
Per esempio, un'apertura inadeguata che non ha consentito la rimozione, dall'interno dei fiocchi, dei detriti di fibre, dei frammenti di fibre degradate e delle parti di fibre fragili determinerà la formazione di polvere nel reparto di carderia quando queste sostanze saranno certamente separate dalle fibre nelle carde. Il grado di apertura adeguato è quello che rende la lana idonea alla cardatura cioè quello per il quale durante l'apertura si rompono solo le fibre che, in ogni caso, si romperebbero durante la cardatura.

Lavaggio

Durante il lavaggio (scouring), per consentire un'appropriata eliminazione dello "sporco", riveste particolare importanza avere un adeguato grado di agitazione del bagno anche se ciò rende possibile sia la formazione di grovigli fibrosi sia la feltratura.
Per quanto appena detto, l'obiettivo principale del lavaggio è di rimuovere la cera, il suint e il sudiciume presenti nella lana sucida operando in modo da non provocare la feltratura del materiale che comporterebbe la rottura delle fibre, con conseguente riduzione della loro lunghezza e aumento di cascame, durante le operazioni di cardatura, stiro e pettinatura.
Per ottimizzare la notevole quantità di acqua necessaria per il lavaggio della lana sucida si ricorre al principio che il bagno può esercitare la sua funzione detergente fin tanto che il grado di "sporco" in esso contenuto è minore del grado di "sporco" del materiale che deve essere lavato. Pertanto, il lavaggio della lana sucida viene effettuato in 4 ÷ 5 vasche, disposte in serie (b1.1 ÷ b1.5 di Fig. 104), fra le quali viene realizzata una appropriata circolazione del bagno; in questo modo il consumo di acqua può variare, in funzione della resa lavato/sucido, da 6 ÷ 8 litri di acqua/kg di lana sucida per rese superiori al 70% a 12 ÷ 15 litri/kg per rese inferiori al 50%.

Lavaggio con tensioattivi e alcali

Il lavaggio con il sapone è stato per molti anni il solo metodo utilizzato per lavare la lana sucida e, malgrado la proposizione di altri sistemi di lavaggio, è ancora oggi il più utilizzato; le variazioni, nel tempo apportate, sono state relative alla scelta del tipo di detergente da impiegare.
I detergenti che attualmente vengono adoperati sono tensioattivi sintetici che, come il sapone, hanno la funzione di agire da emulsionanti delle piccole particelle disperse in acqua e delle sostanze in essa insolubili.
Il tensioattivo abbassa la tensione superficiale tra le particelle e l'acqua e, secondo un meccanismo che verrà analizzato in seguito, favorisce e stabilizza la loro emulsione in modo che possano rimanere in sospensione nel bagno e non ridepositarsi sul materiale che si sta lavando. Insieme al detergente viene anche impiegato un reagente alcalino che, di solito, è il carbonato di sodio (soda Solvay) che è un sale che non ha alcuna proprietà detergente ma che viene aggiunto in quanto reagisce con gli acidi grassi liberi contenuti nella cera di lana e forma sapone.
Bisogna ricordare, infine, che una parte del suint è composto da sali di potassio di acidi grassi, cioè da sapone e che, durante il lavaggio, il grasso neutro contenuto nella cera di lana viene soprattutto emulsionato, come avviene per la parte non saponificabile, e solo molto limitatamente saponificato sebbene si trovi in un ambiente alcalino, perché una vera e propria reazione di saponificazione per avvenire ha bisogno di una temperatura più elevata di quella impiegata nel lavaggio della lana sucida (60 °C circa) e di sostanze alcaline più basiche del carbonato di sodio.

Nella Tabella 1 sono riportate le concentrazioni delle diverse sostanze presenti nelle vasche di lavaggio nel caso di una lana merina (valori indicativi).
Si deve tener presente che è impossibile fornire dati univoci sulla quantità di tensioattivo e soda da impiegare perché le caratteristiche delle diverse lane sono troppo variabili; si può affermare che ogni tipo di lana, a seconda della sua origine e della finezza delle fibre, richieda condizioni particolari. Teoricamente la lana andrebbe lavata in un bagno neutro con detergenti neutri e senza aggiunta di alcali.

TABELLA 1

vasca n°	T (°C)	pH del bagno	tensioattivo (% del sucido)	soda Solvay (% del sucido)	permanenza della lana nella vasca (s)
1	< 36	7.5	-	-	150
2	< 60	9	.96 ÷ 1.12	1.04 ÷ 1.20	135
3	< 60	8 ÷ 9	.24 ÷ .28	.26 ÷ .30	90
4	< 55	8	-	-	70
5	< 45	7.0	-	-	70

Azione detergente

L'azione detergente di un tensioattivo è corrrelata ai suoi poteri imbibente, emulsionante e disperdente; è un'azione fisica che ha lo scopo di separare e allontanare le particelle di "sporco" insolubile dalla superficie delle fibre e che viene favorita, in modo notevole, dall'azione meccanica (agitazione).

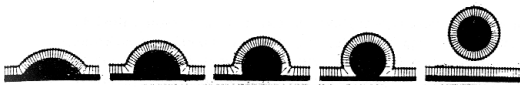


Fig. 111 Meccanismo della detergenza

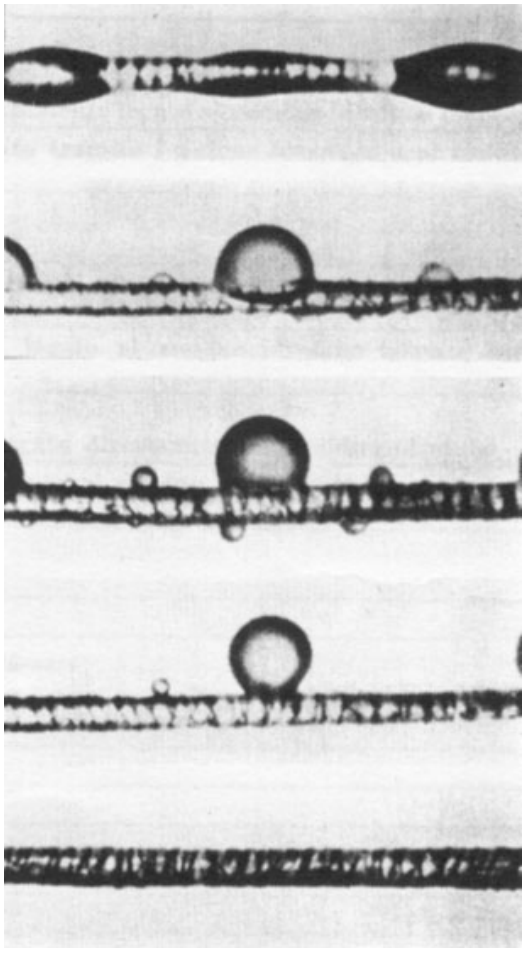


Fig. 112 Azione detergente su una fibra

Lo "sporco" insolubile è costituito da cera di lana, da particelle solide e, di solito, da un impasto di entrambe nel quale la cera funziona da legante.
Per eliminare la cera, la temperatura alla quale si opera deve essere tale che essa si trovi allo stato liquido o quasi liquido, comunque adatto per l'asportazione.
In corrispondenza della superficie di contatto tra la cera e la soluzione di tensioattivo, le code lipofile delle molecole di tensioattivo si sciolgono nella cera e le estremità idrofile si protendono fuori di essa, in direzione dell'acqua determinando una diminuzione della tensione interfacciale fra la cera ed il liquido; il conseguente assorbimento della soluzione di tensioattivo da parte delle fibre (potere imbibente) riduce l'adesione della cera alla loro superficie. Per mezzo dell'azione meccanica, la cera tende a staccarsi dalla fibra sottoforma di goccioline circondate da molecole di tensioattivo (potere emulsionante) mentre sulla superficie delle fibre resta un sottile strato continuo di molecole di tensioattivo (Figg. 111 e 112).
Le gocce di cera che si trasferiscono nel bagno vengono in parte inglobate nella schiuma e in parte emulsionate e stabilizzate all'interno delle micelle che evitano la loro ri-deposizione sulla superficie fibrosa lavata.
Nel caso dei tensioattivi anionici, le particelle di cera vengono stabilizzate nella soluzione acquosa in quanto la carica negativa presente sulla loro superficie ne impedisce sia l'agglomerazione (Fig. 113) sia la ri-deposizione.

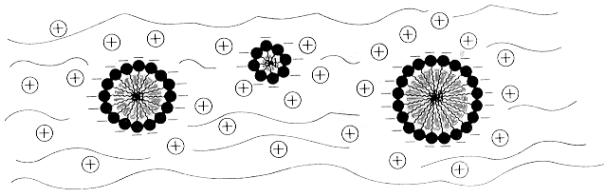


Fig. 113 Emulsione della cera di lana

Le particelle solide vengono anch'esse avvolte dalle molecole di tensioattivo ed il conseguente annullamento delle forze di adesione, tra di esse e la superficie delle fibre, consente il loro distacco per mezzo dell'azione meccanica o della gravità; anche in questo caso, sulla superficie delle fibre si forma un sottile strato continuo di molecole di tensioattivo.

A seconda della loro natura, le particelle attraggono la parte idrofila o quella idrofoba del tensioattivo; nel primo caso un doppio strato di molecole orientate di tensioattivo e nel secondo un solo strato ne garantiscono la sospensione nel bagno (potere disperdente).

Nel caso più comune di "sporco" costituito da un impasto di cera con particelle solide, i due fenomeni prima analizzati si sovrappongono. In ogni caso, al termine dell'azione detergente, sulla superficie delle fibre resta un sottile strato di tensioattivo che deve essere rimosso mediante un risciacquo con il quale si provvede anche all'eliminazione della schiuma.

Le vasche di lavaggio

Il lavaggio della lana sucida viene effettuata in vasche che presentano le seguenti caratteristiche:

- la parte inferiore delle prime due vasche (b1.1 e b1.2 di Fig. 106) ha la forma di due tronchi di piramide, a base rettangolare, capovolti e affiancati (Fig. 114); sui fondi della vasca sono presenti due coclee che convogliano i fanghi verso il centro della vasca nei pozzetti di scarico sul fondo dei quali una valvola provvede all'evacuazione in continuo dei fanghi e delle sostanze solide senza scaricare, contemporaneamente, troppa acqua. La velocità di rotazione della coclea è variabile per poter essere adattata al tipo di lana e alla quantità di "sporco";

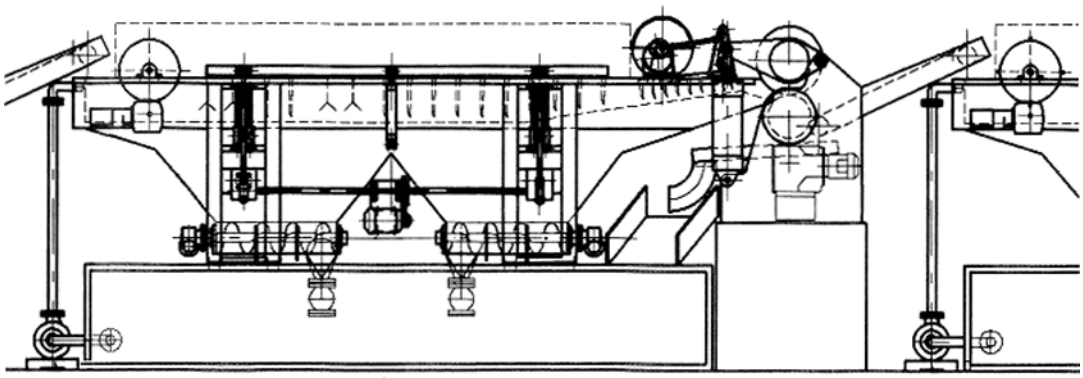


Fig. 114 Sezione longitudinale della seconda vasca della colonna lavaggio

- la parte inferiore delle altre tre vasche (b1.3, b1.4 e b1.5 di Fig. 106) ha la forma di due piramidi, a base rettangolare, capovolte e affiancate (Fig. 115); in corrispondenza di ognuno dei fondi della vasca, è applicata una valvola di scarico del tipo ad apertura totale con comando automatico e temporizzato (per esempio, 5 s ogni 4 min);

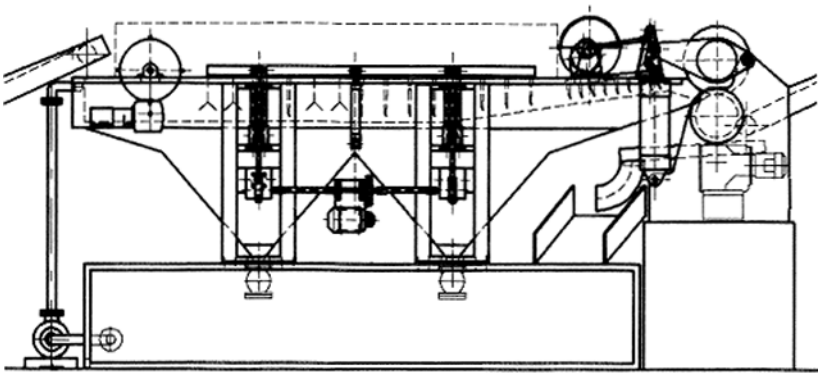


Fig. 115 Sezione longitudinale della terza vasca della colonna di lavaggio

- nella parte iniziale di ogni vasca è presente un tamburo immergitore (primo cilindro a sinistra delle Figg. 114 e 115) che ha lo scopo di immergere completamente la lana nel bagno di lavaggio impedendole di galleggiare su di esso;
- nella parte superiore di ogni vasca è presente un erpice mobile, costituito da denti e lame immergitrici, dotato di un movimento rettilineo alternato, con andata sotto e ritorno sopra il livello dell'acqua, che consente l'avanzamento del materiale (Figg. 114 e 115);
- nella parte finale di ogni vasca è presente un piccolo erpice a movimento rapido, con andata sotto e ritorno sopra il livello dell'acqua, che consente di alimentare in modo uniforme la pressa spremitrice (coppia di cilindri a destra della Figg. 114 e 115);
- all'interno delle vasche, a metà della loro altezza, è posta una griglia forata che funge da doppio fondo (linea tratteggiata delle Figg. 114 e 115), avente lo scopo di separare la parte superiore del bagno, dove viene trasportata e lavata la lana, dalla parte inferiore dove si deposita la fanghiglia, per evitare che le particelle di "sporco" possano essere rimesse in circolo dall'agitazione dell'acqua provocata dall'erpice mobile;
- al termine di ogni vasca è presente una pressa spremitrice costituita da due cilindri, uno inferiore cromato ed uno superiore rivestito con corda quadra di nylon o gomma di adatta durezza, che esercitano sulla lana una forza di pressione dell'ordine di 15.000 daN ("b3" nella Fig. 106). La compressione della massa fibrosa, nel passaggio da una vasca all'altra, è necessaria per favorire l'evacuazione dello "sporco", per impedire l'inquinamento del bagno successivo e per facilitare l'imbibimento delle fibre quando vi si immergono;
- lateralmente ad ogni vasca è posta una vaschetta di decantazione nella quale viene convogliato il liquido proveniente dal dispositivo di troppo pieno della vasca e il bagno di spremitura della pressa (Fig. 116); anche in ogni vaschetta è presente un dispositivo di troppo pieno. Una pompa per il riciclo del bagno decantato e sommariamente filtrato, collega la vaschetta con la parte iniziale della corrispondente vasca di lavaggio e con un'altra vasca (come si vedrà in seguito).

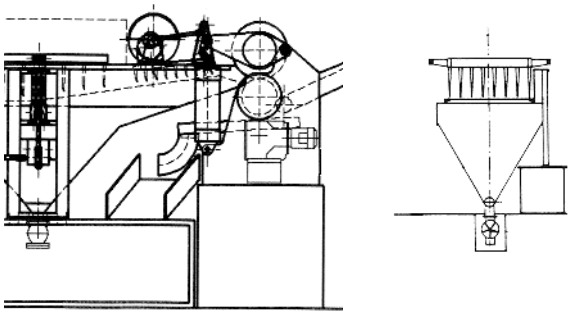


Fig. 116 Vista laterale parziale e frontale di una vaschetta di decantazione di una vasca di lavaggio

Il processo di lavaggio

Nel passato la lana sucida veniva lavata a mano, in prossimità di corsi d'acqua (torrenti o fiumi), insaponandola e immergendola in acqua dentro un contenitore nel quale veniva agitata, per mezzo di bastoni, in modo che si potesse formare la schiuma e l'emulsione delle sostanze insolubili, senza effettuare movimenti troppo energici che avrebbero potuto provocare la feltratura. Ad intervalli più o meno regolari, la lana veniva tolta dal contenitore e spremuta a mano per allontanare più rapidamente l'acqua sporca e la schiuma.
I meccanismi presenti nelle attuali vasche di lavaggio imitano i movimenti che venivano effettuati durante il lavaggio manuale; infatti, il movimento degli erpici sostituisce quello del bastone e le presse effettuano la compressione che sostituisce la spremitura a mano.
Attualmente, una colonna di lavaggio (leviathan) è costituita da 5 (alcune volte 6) vasche (Fig. 104); la 1a vasca, "b1.1", ha la funzione "sterrante", la 2a e 3a, "b1.2 e b1.3", hanno il compito di effettuare il lavaggio vero e proprio e nella 4a e 5a vasca, "b1.4 e b1.5", si compie il risciacquo della lana ormai pulita.

Nel primo bagno di lavaggio le fibre di lana si separano dalle sostanze terrose e dagli escrementi; affinché ciò avvenga non è necessario riscaldare l'acqua che, comunque, è mantenuta intorno ai 35 °C per evitare di far subire alla lana uno sbalzo troppo elevato di temperatura, quando passa nella seconda vasca, che potrebbe provocare la formazione di grovigli fibrosi oppure la feltratura.
La presenza di questo bagno, prima del lavaggio vero e proprio, comporta l'utilizzazione di una vasca in più ma riduce la quantità di tensioattivo ed alcali da usare nelle vasche successive.
Nel secondo e terzo bagno avviene il lavaggio della lana, secondo le modalità prima indicate, alla presenza del tensioattivo e della soda Solvay.
La temperatura di questi bagni deve essere tale da rendere liquida, o quasi, la cera di lana per fare in modo che sia possibile la sua emulsione; una temperatura intorno ai 60 °C favorisce la formazione, abbastanza veloce, delle piccole sferette di cera fusa attorno alle quali aderiscono le molecole di tensioattivo.
E' da tener presente che una temperatura bassa non consente il completo lavaggio mentre una temperatura troppo elevata provoca la feltratura della lana e/o la formazione di grovigli fibrosi difficilmente districabili.
La quantità della soda deve essere attentamente controllata per evitare deterioramento della lana; nel secondo bagno la concentrazione può anche superare di poco l'1% in considerazione del fatto che le fibre sono ancora protette dallo strato di cera.
La giusta quantità di tensioattivo da utilizzare è quella che determina il necessario grado di imbibimento e la stabilità dell'emulsione e della dispersione delle particelle.
E' consigliabile anche osservare la formazione della schiuma che può indicare visivamente se il tensioattivo e la soda esplicano convenientemente la loro funzione.
Nei bagni di lavaggio, abbastanza velocemente (nell'ordine dei 10 s), lo "sporco" presente sulle fibre assorbe l'acqua e si gonfia fino a diventare tre o quattro volte più grande del diametro delle fibre (Fig. 117). Esso potrebbe disperdersi ed emulsionare spontaneamente con un processo lento, inaffidabile e raramente completo; invece, è facilmente rimovibile mediante un'appropriata agitazione del bagno e un'adeguata velocità dei cilindri delle presse.
Un'elevata efficienza della rimozione dello "sporco" si ha con un'agitazione che determina una velocità relativa, tra il bagno e la lana, compresa tra 10 e 16 cm/s mentre una velocità periferica dei cilindri spremitori compresa tra 4 e 12 cm/s genera, nella zona di pinzatura, un flusso d'acqua che favorisce, anch'esso, la rimozione dello "sporco" dalle fibre.

Dal secondo bagno di lavaggio si recupera la parte grassa mediante riscaldamento del bagno a circa 90 °C, per rompere l'emulsione tra grasso e detergente, e successiva centrifugazione. Il grasso purificato (lanolina) trova impiego in cosmesi come emolliente e nel campo farmaceutico.

Nel quarto e quinto bagno la temperatura diminuisce, rispettivamente a 55 °C e 45 °C, per non far correre alle fibre, completamente pulite e quindi prive di protezione, il rischio di feltrare, cosa che potrebbe accadere se la temperatura fosse più alta. Bisogna tener presente, però, che quanto più alta è la temperatura dell'acqua all'uscita dell'ultima vasca tanto più rapida ed economica sarà la successiva operazione di asciugatura.

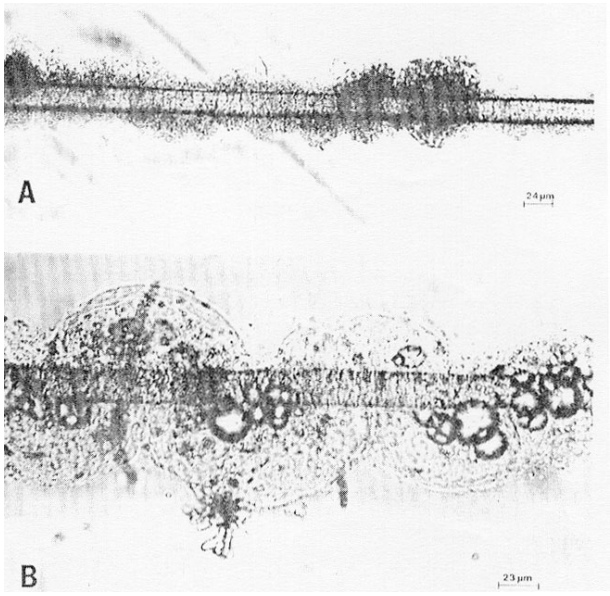


Fig. 117 Imbibizione e rigonfiamento dello "sporco"

Nella Fig. 118 è mostrato un esempio dello scambio dell'acqua fra le vasche di lavaggio, sintetizzabile nel modo seguente:

- la 1a vasca riceve l'acqua, opportunamente raffreddata, dalla 4a e 5a vasca e la scarica all'esterno dal dispositivo di troppo pieno della vaschetta di decantazione; da quest'ultima l'acqua viene anche in parte riciclata nella vasca,
- la 2a vasca riceve l'acqua dalla 3a vasca e la scarica e la ricicla con le stesse modalità della vasca precedente; da questa vasca, inoltre, l'acqua viene inviata, previo riscaldamento, ad una centrifuga dalla quale vi ritorna priva del grasso insolubile (lanolina) separato per centrifugazione,

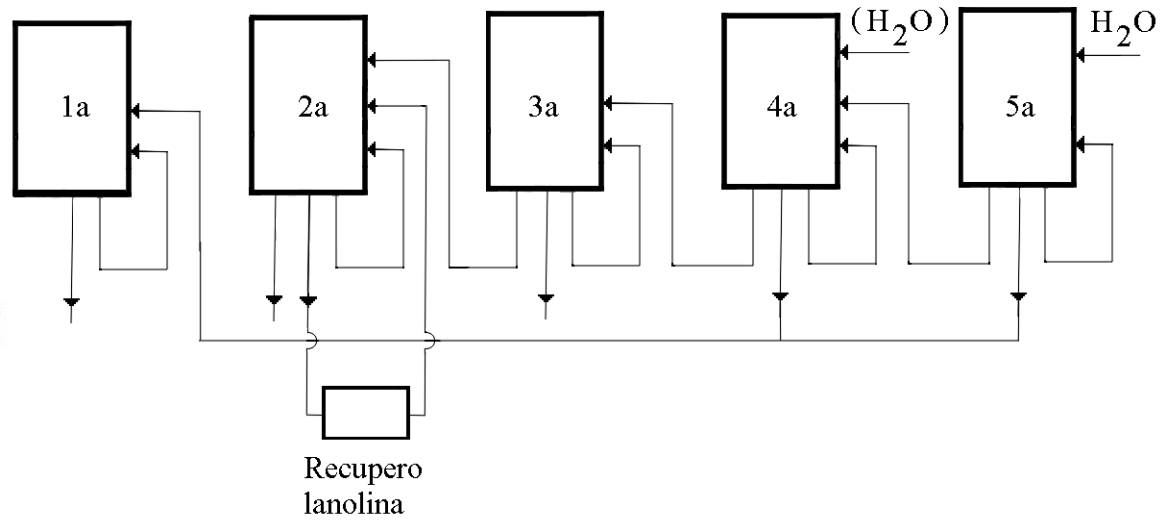


Fig. 118 Esempio di circolazione dell'acqua fra le vasche di lavaggio

- la 3a vasca riceva l'acqua dalla 4a vasca, la scarica mediante la valvola di scarico e la ricicla con le stesse modalità precedenti; inoltre, come prima detto, con l'acqua prelevata dalla vaschetta di decantazione di questa vasca si alimenta la 2a vasca,

- la 4a vasca riceve l'acqua dalla 5a vasca oppure acqua pulita (oppure in tutte e due i modi), la scarica e la ricicla con le stesse modalità della vasca precedente; inoltre, come prima detto, con l'acqua prelevata dalla vaschetta di decantazione si alimenta la 1a vasca,
- la 5a vasca viene alimentata con acqua pulita che scarica e ricicla con le stesse modalità della vasca precedente; con l'acqua di questa vasca, inoltre, come nel caso precedente, si alimenta la 1a vasca.

Dopo il lavaggio, la lana non deve contenere più dell'1% di grasso.

Esistono colonne di lavaggio nelle quali lateralmente ad ogni vasca sono poste due vasche laterali di decantazione (Fig. 119) aventi, ognuna, la stessa capacità della vasca di lavaggio; una pompa per il riciclo del bagno, decantato e sommariamente filtrato, collega alternativamente queste vasche con la parte iniziale della corrispondente vasca di lavaggio.
Durante il ciclo produttivo una vasca è in fase di preparazione, quindi è esclusa, e l'altra riceve dalla pressa il bagno di spremitura che reimmette, dopo una filtrazione sommaria, nella vasca di lavaggio; quando il contenuto di "sporco" raggiunge il livello massimo accettabile, questa vasca viene esclusa e si inserisce la seconda.
Durante il tempo in cui il bagno viene riciclato attraverso la seconda vasca, la prima viene scaricata, lavata e riempita con acqua pulita; in questo modo si ottiene il risultato di poter lavorare con continuità anche durante la fase di cambio del bagno.

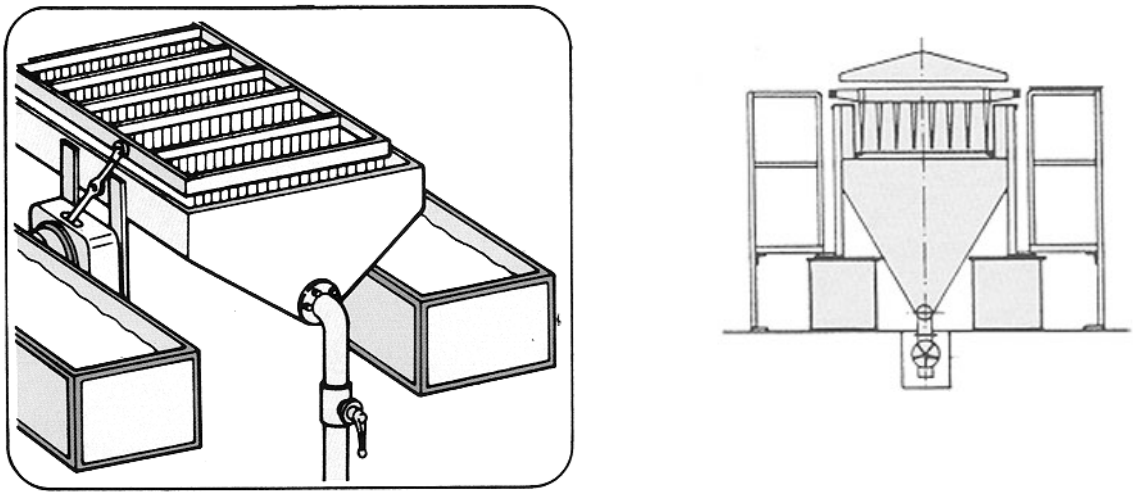


Fig. 119 Vasche di lavaggio con due vasche laterali

Essiccatura

Scopi dell'essiccatura

All'uscita della colonna di lavaggio, la lana risulta completamente bagnata (umidità contenuta 55% ÷ 60% circa) e deve essere asciugata (drying) per:
- permettere ai fiocchi di assumere il loro naturale aspetto gonfio, con fibre non troppo aderenti o ingarbugliate e in grado di subire, senza rompersi, la cardatura,
- facilitare l'espulsione delle materie vegetali, durante la cardatura, in quanto un eccesso di umidità le renderebbe morbide e con comportamento simile a quello delle fibre,
- permettere una regolare oliatura consentendo all'olio di "ensimage" di stendersi su tutte le fibre.

La quantità residua di acqua presente nel materiale uscente dall'essiccatoio, di solito, è compresa tra il 12 ÷ 15 % del peso della lana. Quanto maggiore è il contenuto di materie vegetali tanto minore deve essere la quantità di acqua presente; per le lane pulite, fini ed extra fini, la quantità di acqua può raggiungere il suo valore massimo allo scopo di assicurare maggiore flessibilità alle fibre durante la cardatura.

Essiccatoio a nastro

Le macchine di asciugatura più utilizzate sono gli essiccatoi a nastro nei quali l'evaporazione dell'acqua avviene in quanto una corrente forzata, per aspirazione e compressione, di aria calda viene fatta passare, perpendicolarmente, attraverso uno strato fibroso disposto su un nastro trasportatore orizzontale in movimento.
La quantità di acqua che si può far evaporare in questi essiccatoio è di circa 10 ÷ 15 kg/mq/h con un consumo di energia pari a 250 kJ/kg.
L'essiccatoio a nastro (Fig. 120) è costituito da una camera in materiale metallico, isolata termicamente, all'interno della quale un nastro trasportatore, dotato di movimento continuo, provvede al trasporto del materiale; il nastro trasportatore è costituito da pannelli di lamiera muniti di fori per il passaggio dell'aria calda.

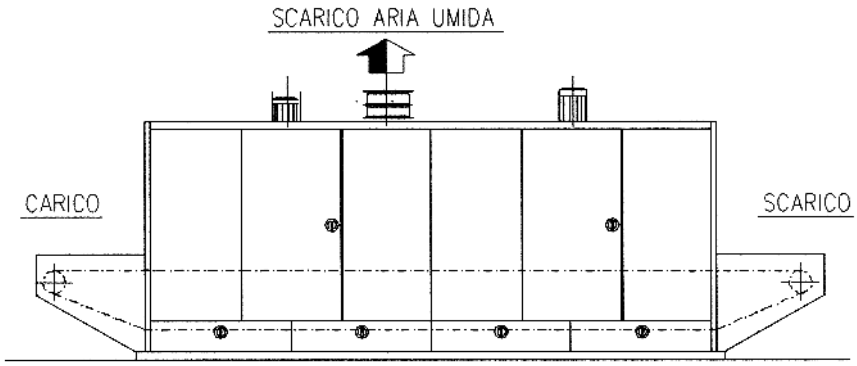


Fig. 120 Vista laterale dell'essiccatoio a nastro (a due moduli)

L'aria che alimenta l'essiccatoio viene prelevata dall'esterno attraverso le bocche di ingresso e di uscita del materiale (Fig. 121).

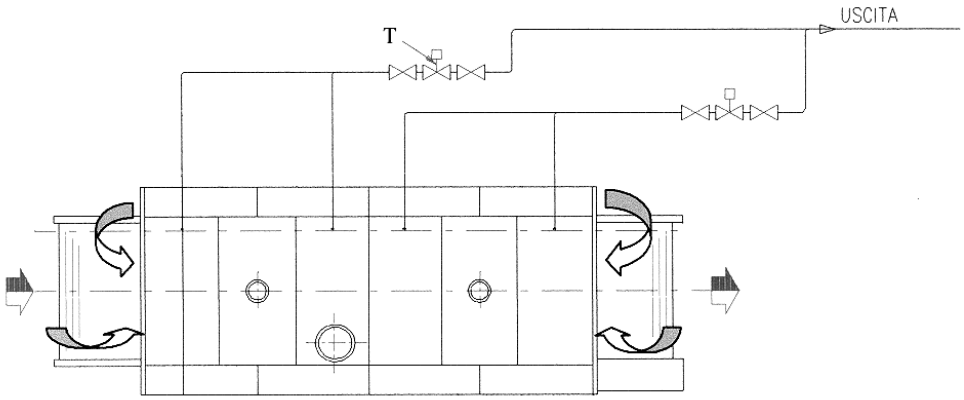


Fig. 121 Pianta dell'essiccatoio a nastro: le frecce indicano le zone di entrata dell'aria, "T" indica il dispositivo di regolazione della temperatura

All’interno della camera, disposti lateralmente, sono presenti due pareti metalliche che formano i condotti per il ricircolo dell’aria e due filtri dell’aria (Fig. 122, “1”); il ventilatore è posizionato sul tetto della macchina e le batterie termiche sono sistemate ai due lati della camera aerotermica in modo da assicurare il bilanciamento del circuito dell’aria (Fig. 122, “2”).

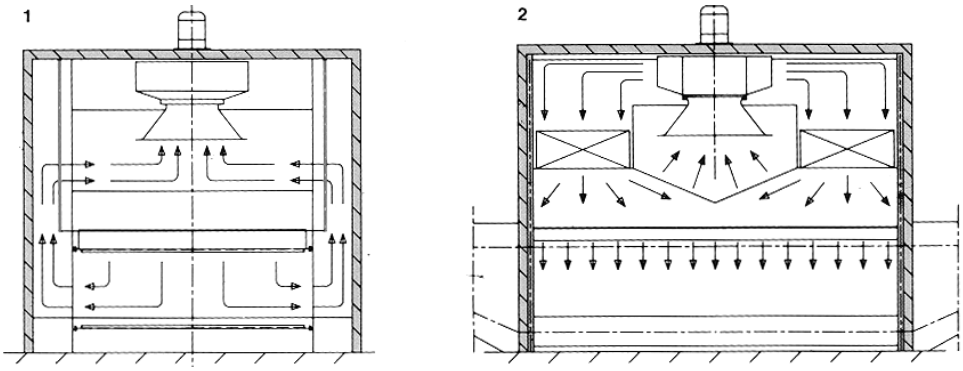


Fig. 122 Camera aerotermica: sezione trasversale (1), sezione longitudinale (2)

L’aria di ricircolo viene filtrata, aspirata dal ventilatore, riscaldata con le batterie di riscaldamento e distribuita in modo uniforme sul materiale da asciugare; la direzione del flusso dell’aria, dall’alto verso il basso, evita la formazione di vie preferenziali.
Operando in questo modo, l’aria calda viene soffiata uniformemente su tutta la superficie del nastro trasportatore, ripresa simmetricamente nella parte inferiore e rimessa in circolo attraverso i due canali laterali; la depressione che si crea in corrispondenza della superficie del nastro trasportatore assicura la stabilità delle fibre sul nastro stesso nonostante l’intensa ventilazione.
La velocità dell’aria viene regolata in modo tale da permettere un passaggio agevole attraverso i fiocchi aperti disposti sul nastro trasportatore.

Per evitare la saturazione dell’aria presente nella camera una frazione di essa viene fatta uscire, attraverso il tubo di scarico, dalla camera mentre l’aria aspirata dal ventilatore viene inviata sulle batterie per il riscaldamento alla temperatura impostata dal termoregolatore.

E’ possibile proporzionare le dimensioni dell’essiccatoio alla capacità produttiva desiderata in considerazione del fatto che la costruzione della macchina è modulare: ogni modulo è lungo 3250 mm mentre le larghezze del nastro trasportatore possono essere di 1300, 1600, 2000, 2500 e 3000 mm.

Alimentazione dell’essiccatoio

Per realizzare una corretta asciugatura ed avere una uniforme umidità residua dopo l’essiccatura, è necessario prendere in considerazione tre fattori inerenti la massa fibrosa che alimenta l’essiccatoio:

a) la quantità di acqua contenuta,
b) l’uniformità dell’alimentazione,
c) la costanza dell’alimentazione.

a) Quantità di acqua contenuta
La maggior parte dell'acqua presente nella lana uscente dall'ultima vasca della colonna di lavaggio deve essere rimossa dalla pressa e solo la parte rimanente deve essere eliminata nell'essiccatoio perché è più economico rimuovere l'acqua per mezzo dell'azione meccanica che mediante l'evaporazione.
L'aumento della forza di pressione dei cilindri spremitori delle presse riduce la quantità di acqua da evaporare ma i benefici diventano marginali oltre i valori in precedenza indicati.

Si è constatato praticamente che sulla possibilità di eliminare una maggiore quantità di acqua in fase di spremitura influisce la temperatura dell'acqua: tanto più calda è l'acqua tanto maggiore è la quantità di acqua eliminata dalla pressa (probabilmente ciò è dovuto alla riduzione della viscosità dell'acqua all'aumentare della temperatura).

Per consentire alla pressa di operare nelle migliori condizioni, riveste particolare importanza l'uniformità dello strato di materiale in lavorazione; infatti, risulta che il materiale presente ai bordi delle zone vuote risulta più umido di quello presente nelle zone uniformi.

b) Uniformità dell'alimentazione
Oltre all'uniformità dell'alimentazione della pressa è anche importante l'uniformità dello strato di lana che entra nell'essiccatoio che deve coprire il nastro trasportatore allo stesso modo in tutti i punti; infatti, all'interno dell'essiccatoio, l'aria passerà preferenzialmente attraverso le zone dove il materiale manca o lo strato è meno spesso con conseguente diminuzione dell'efficienza e dell'omogeneità dell'essiccatura.

c) Costanza dell'alimentazione
Il materiale che alimenta, nell'unità di tempo, l'essiccatoio deve avere un peso costante altrimenti l'essiccatura risulta disomogenea (Fig. 123) e la lana all'uscita dell'essiccatoio non presenta un contenuto uniforme di umidità.

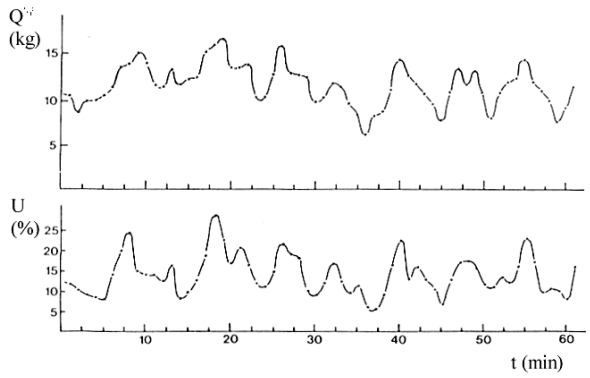


Fig. 123 Effetto della variazione dell'alimentazione sull'umidità residua

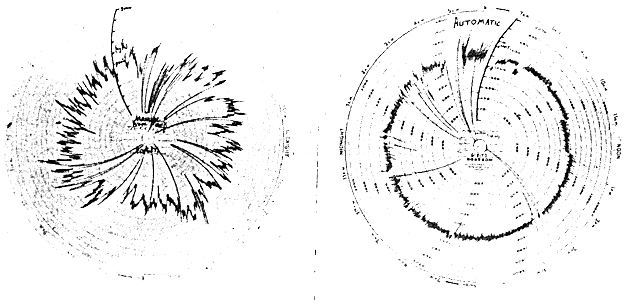


Fig. 124 Effetto del controllo dell'alimentazione sull'umidità residua; sinistra: senza controllo, destra: con controllo

L'introduzione del "tappeto pesatore" che controlla la quantità di lana sucida che alimenta la colonna di lavaggio ha fatto sì che la variabilità della quantità di umidità contenuta nella massa fibrosa uscente dall'essiccatoio si sia ridotta enormemente (per esempio, si è passati da un CV% di 10 ÷ 23 % ad uno di 2 ÷ 5 %; Fig. 124).

Dispositivi di controllo

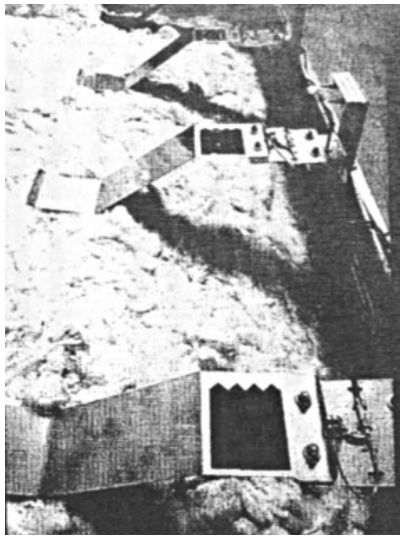


Fig. 125 Misuratore di umidità

Per poter controllare la quantità di umidità (che deve essere uniforme e predeterminata) presente nella lana essiccata si possono usare tastatori metallici, posti all'uscita dell'essiccatoio, che consentono di effettuare misurazioni di capacità o di resistenza elettrica che variano al variare della quantità di acqua presente nelle fibre; si deve, però, tenere presente che, di solito, queste misure sono influenzate dal grado di pulizia della lana e dall'eventuale presenza, su di essa, di alcuni sali solubili.
Il dispositivo di Fig. 125 (Moisture meter) può calcolare e fare la media del contenuto di umidità presente nel materiale attraverso quattro elettrodi ognuno dei quali effettua 600 misure al secondo che consentono di determinare la resistenza elettrica del materiale al passaggio della corrente attraverso di esso. La misura viene effettuata con una precisione di +/- 1% anche in corrispondenza di bassi valori di umidità (prossimi allo zero).
Al dispositivo precedente si può aggiungere un Controller (Fig. 126) che genera un segnale che può essere usato per controllare uno dei parametri che, come detto in precedenza, condizionano il processo: l'energia da fornire all'essiccatoio (attraverso le valvole del vapore o il gas) oppure la quantità di materiale alimentato (attraverso la velocità di alimentazione).

Il processo di essiccatura

Per consentire un'eliminazione omogenea dell'acqua dalla massa fibrosa, il materiale viene sottoposto (Fig. 106) ad una prima asciugatura (pre-essiccatura) in un essiccatoio, "c1", viene depositato, parzialmente essiccato, su un nastro trasportatore, "c2", e sottoposto all'azione di un caricatore automatico, "c3", che rimescola lo strato di fibre alimentato, infine, subisce un'ulteriore asciugatura (essiccatura finale) in un secondo essiccatoio, "c4", ed un'apertura finale in un apritoio-battitoio, "d1".

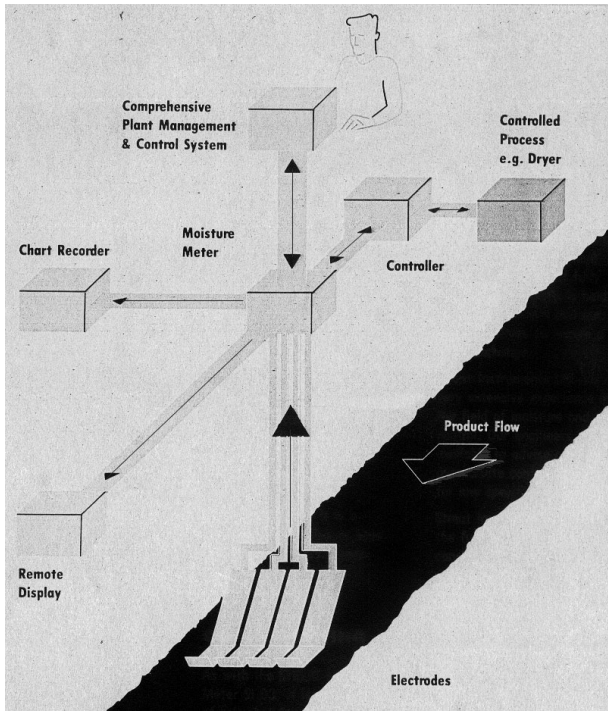


Fig. 126 Esempio di controllo del processo di essiccatura

A) Pre-essiccatura
Nel caso di un essiccatoio a tre moduli, a titolo indicativo, le temperature nelle tre zone potrebbero essere:
- nella prima, circa 80 °C,
- nella seconda, circa 120 °C,
- nella terza, circa 70 °C,

ed il tempo di permanenza della lana all'interno dell'essiccatoio potrebbe essere di circa 90 s.

B) Apertura e Mescolatura
Il materiale uscente dal pre-essiccatoio viene trasportato tramite nastro trasportatore o dispositivo pneumatico, al caricatore che effettua un blando rimescolamento delle fibre più o meno umide.
Il caricatore automatico che collega il pre-essiccatoio all'essiccatoio finale è dello stesso tipo di quelli analizzati in precedenza (Fig. 127), cioè è caratterizzato dall'avere un pettine oscillante, per regolare l'uniformità di alimentazione, e un cilindro scaricatore di grande diametro, per evitare qualsiasi avvolgimento di fibre.

C) Essiccatura finale
L'essiccatoio finale è identico al precedente ma è composto da due moduli nei quali, a titolo indicativo, le temperature potrebbero essere:
- nel primo, circa 45 °C,
- nel secondo, circa 65 °C.

Il tempo di permanenza della lana all'interno dell'essiccatoio potrebbe essere di circa 80 s mentre la velocità dell'aria è regolata nello stesso modo precedente.

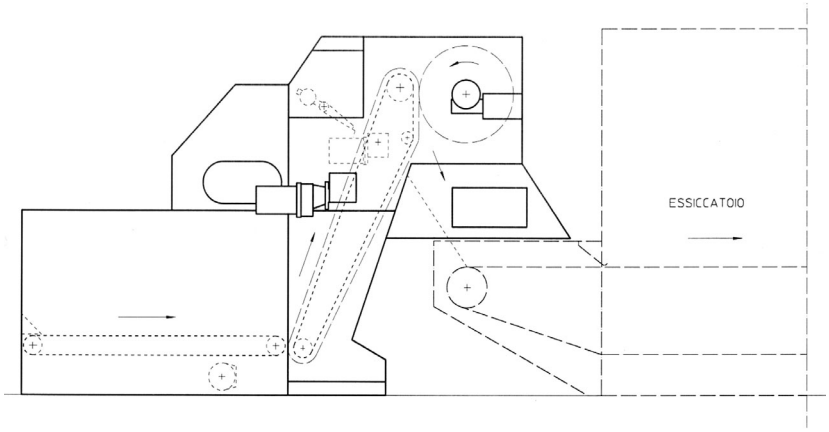


Fig. 127 Caricatore automatico che collega (due essiccatoi)

All'uscita di questo essiccatoio deve essere necessariamente effettuato il controllo della quantità di umidità presente nella lana con le modalità indicate in precedenza.

D) Apertura finale
Prima di inviare la lana, lavata ed essiccata, alla cardatura è conveniente aprire, battere, spolverare e mescolare il materiale mediante un apritoio-battitoio (Fig. 128) munito di 3 o 6 tamburi lavoratori, in funzione del quantitativo di impurità presenti, che compiono 300 giri/min.

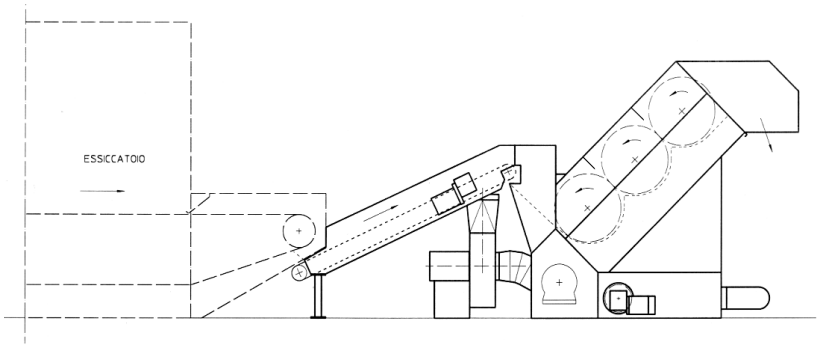


Fig. 128 Apritoio-battitoio multiplo inclinato

I tamburi sono muniti di punte coniche molto grosse, aventi l'estremità leggermente arrotondata, che sono montate fisse su di essi in quanto la loro pulizia è superflua; tra i cilindri sono presenti coltelli staccatori che sono registrabili.

La separazione delle impurità avviene attraverso griglie, disposte sotto i tamburi, costituite da barrette di forma particolare, per es. triangolare, facilmente registrabili dall'esterno mediante una rotazione intorno al loro asse longitudinale che consente di variare lo spazio esistente tra di esse (Fig. 129); la pulizia delle griglie può essere effettuata mediante getti di aria compressa.

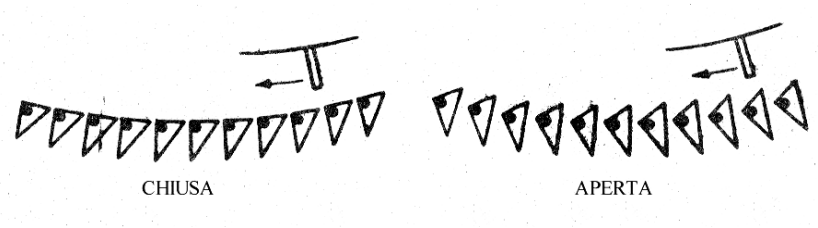


Fig. 129 Griglia

L'estrazione delle impurità cadute sotto le griglie viene effettuata mediante una coclea mentre un apposito ventilatore provvede ad aspirare la polvere dal fondo delle griglie.

Oliatura

All'uscita dell'apritoio-battitoio, le fibre hanno la possibilità di serrarsi fra loro e a tutte le asperità, a causa delle scaglie che sono state liberate dall'untume che le avvolgeva, e possono attrarsi o respingersi a seconda delle cariche elettrostatiche che si generano sulla loro superficie a causa di un qualunque sfregamento fra di loro o con altri corpi.
A causa di questi inconvenienti e, quindi, per rendere possibile l'esecuzione delle lavorazioni successive, all'uscita dell'apritoio-battitoio, la lana viene sottoposta all'oliatura che ha lo scopo di lubrificare le fibre e che consiste nello spruzzare sullo strato fibroso un'emulsione oleosa (ensimage) che deve essere solubile in acqua fredda.
Il dispositivo di oliatura è costituito da una serie di ugelli, disposti uno accanto all'altro su tutta l'altezza di lavoro, ognuno dei quali spruzza l'emulsione sulla lana essiccata con un getto che è proporzionale allo spessore dello strato di materiale che viene rilevato da un tastatore.
L'olio di ensimaggio può essere costituito da una miscela di derivati di acidi grassi naturali e di prodotti poliossietilenati (di carattere anionico e compatibile con prodotti anionici e non ionici) che, oltre ad avere un elevato potere di lubrificazione fibra/fibra e fibra/metallo, è facilmente eliminabile semplicemente con l'acqua fredda.
L'olio di ensimaggio può essere utilizzato da solo oppure insieme ad un altro liquido avente proprietà antistatiche; in tal caso l'emulsione può avere la seguente composizione:

- 20 ÷ 25 % di ensimage,
- 10 ÷ 15 % di antistatico,
- 70 ÷ 60 % di acqua,

e deve essere spruzzata sulla lana in ragione del 2 ÷ 3 % del peso del materiale da oliare.

CARDATURA

Generalità

La cardatura (carding) è l'operazione mediante la quale i fiocchi di lana lavati, essiccati ed oleati, nei quali le fibre sono posizionate in modo disordinato e casuale, vengono trasformati in "nastro cardato" nel quale le fibre sono disposte distese, scaglionate e orientate secondo l'asse longitudinale del nastro, nella misura maggiore possibile.

La cardatura della lana viene realizzata con la "carda", che opera sulle fibre mediante una serie di cilindri che hanno la superficie ricoperta (guarnita) di punte che ne costituiscono la "guarnizione".
L'interazione del materiale con le guarnizioni di due cilindri prospicienti che ruotano in sensi e con velocità differenti, avviene principalmente in base alle due modalità seguenti:

1. i fiocchi si dividono in modo che una parte delle fibre resta sulle punte di un cilindro e l'altra parte sulle punte dell'altro cilindro. L'allungamento subito dai fiocchi provoca una riduzione della loro sezione e determina le condizioni per le quali una certa quantità di fibre viene distribuita su una superficie più estesa di quella iniziale; se l'operazione viene ripetuta numerose volte, le fibre si separano l'una dall'altra;
2. le fibre si trasferiscono, dalle punte del cilindro sul quale si trovano, sulle punte dell'altro cilindro.

Alla formazione del nastro cardato si giunge, in primo luogo, districando (aprendo) la massa fibrosa in modo che ogni fibra sia completamente separata dalle altre e, in secondo luogo, riunendo (condensando) le fibre in modo che si possa formare un velo continuo che, successivamente, viene trasformato in nastro. Durante queste operazioni si effettua, inoltre, una selezione ed una pulizia del materiale consistenti nell'eliminazione delle fibre molto corte e delle impurità dalla massa fibrosa che subisce anche una parziale mescolatura.

E' da rilevare esplicitamente che le azioni sopra descritte devono essere effettuate in modo da mantenere inalterata la lunghezza delle fibre.

Interazioni fra guarnizioni e fibre

Per poter comprendere il comportamento delle fibre sottoposte all'azione delle guarnizioni di due cilindri disposti uno accanto all'altro, che si muovono con velocità e versi diversi, bisogna analizzare le differenti modalità di interazione delle punte con le fibre.
Le interazioni che interessano la cardatura che precede la pettinatura della lana sono principalmente la "cardatura" e la "spogliatura" e, in alcuni casi particolari, il "sollevamento".
Per semplificare la comprensione delle suddette interazioni, è conveniente fare le seguenti considerazioni sulla forma geometrica e sul movimento delle punte:

- le punte possono essere semplicemente inclinate (a), piegate "a ginocchio" con un uncino (b) oppure a forma di "dente" (c) e per ogni punta si possono individuare una zona "convessa" ed una zona "concava" (Fig. 130);
- una punta è "inclinata nel senso del moto" quando, secondo il verso della rotazione, la zona convessa precede la zona concava (Fig. 131);
- una punta è "inclinata nel senso opposto al moto" quando, secondo il verso della rotazione, la zona convessa segue la zona concava (Fig. 131);

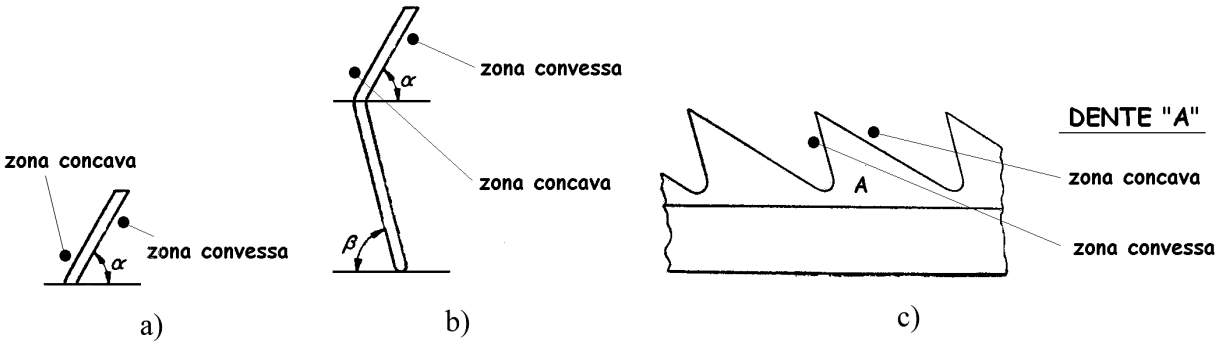


Fig. 130 Diverse tipologie di punte delle guarnizioni dei cilindri
a) inclinata b) a ginocchio (elastica) c) a dente di sega (rigida)

- due punte, “AC” e “BD”, che afferrano saldamente con le loro estremità, C e D, un fiocco di fibre (Fig. 134), determinano la nascita di una sollecitazione che agisce lungo la direzione CD; per mezzo delle punte viene esercitata sulle fibre una forza che può avere come risultato la loro distensione; inoltre queste fibre esercitano sulle punte una forza “Af”, in ogni istante uguale e contraria alla precedente, che le sottopone ad una sollecitazione di flessione.

Fig. 133 Indicazione dell’inclinazione delle punte

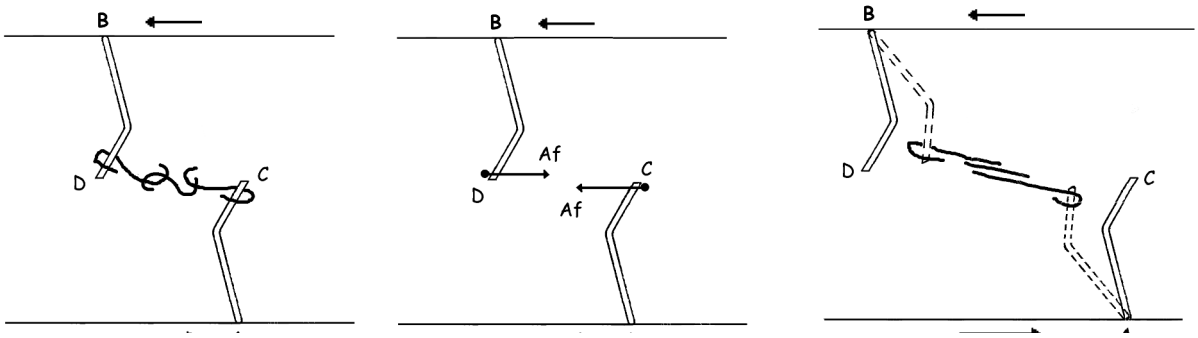


Fig. 132 Interazione fra le punte e le fibre

L’“unità di cardatura”

Definizione

Il più piccolo insieme di cilindri che realizzano tutte le azioni precedentemente analizzate viene, nel seguito, denominato “unità di cardatura”.

L’unità di cardatura (con 4 punti cardanti) ha la seguente composizione (Fig. 133a):

- “T” : tamburo, guarnito con punte inclinate secondo il senso di rotazione. E’ l’organo cardante,
- “L1”, “L2”,“L3” e “L4”: lavoratori, guarniti con punte inclinate in senso inverso a quello di rotazione. Sono organi di trattenuta del materiale per consentire la cardatura,

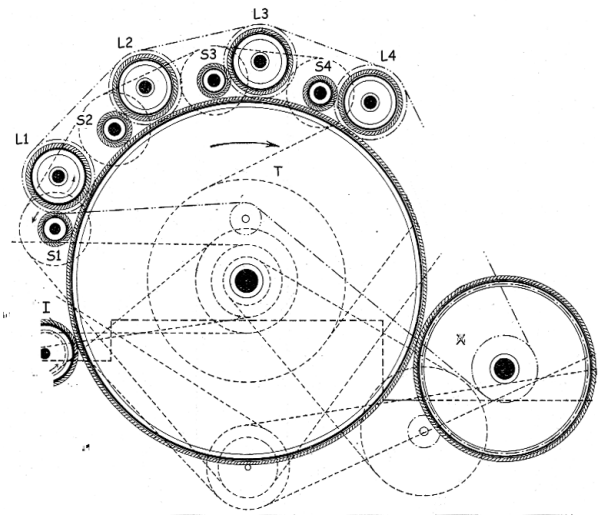


Fig. 133a Unità di cardatura

- “S1”, “S2”, “S3” e “S4”: spogliatori, guarniti con punte inclinate secondo il senso di rotazione. Sono organi trasportatori del materiale, dai lavoratori al tamburo. Provocano anche la parziale mescolatura del materiale.
- “I” : intermediario, guarnito con punte inclinate secondo il senso di rotazione. E’ l’organo che consente il trasferimento delle fibre sul tamburo.
- “X” : pettinatore, guarnito con punte che possono essere o meno inclinate nel senso di rotazione. Si muove lentamente e, oltre a determinare una ulteriore cardatura, afferra il materiale che si condensa (“raggruppa”) sulla sua guarnizione trasferendovisi dal tamburo.

Nella carda possono esserci più unità di cardatura e dato che fra gli scopi della cardatura c’è anche quello di formare il nastro cardato, l’ultima unità di cardatura, essendo preposta alla formazione del velo (che condensato diventa nastro), è dotata di (Fig. 133b):

- “P” : pettinatore, guarnito con punte inclinate in senso inverso a quello di rotazione. E’ l’organo che consente la formazione di un velo di fibre (oltre ad essere anche organo cardante),
- “p” : pettine oscillante, che provvede a staccare il velo di fibre dal pettinatore “P”.

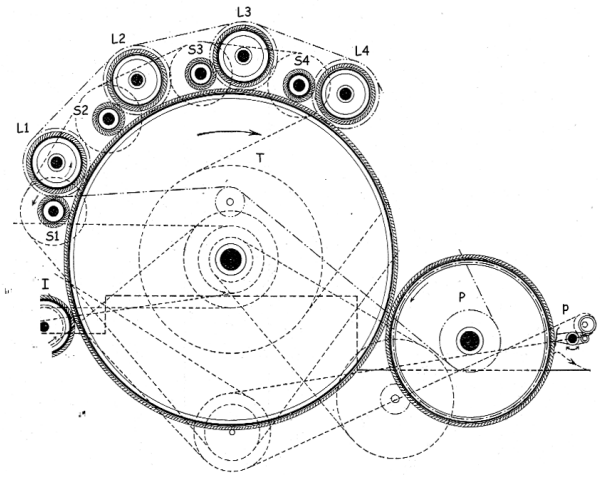


Fig. 133b Ultima unità di cardatura

In casi particolari (Fig. 133c), l’ultima unità di cardatura può presentare, tra l’ultimo punto cardante e il pettinatore, un:

- “V” : volante, guarnito con punte lunghe e flessibili, inclinate in senso inverso a quello di rotazione. E’ l’organo che provvede a sollevare le fibre fino alla sommità delle punte del tamburo “T”.

Funzionamento dell’ultima unità di cardatura

L’interazione del materiale con le punte (Fig. 134):

- del tamburo “T” e dei lavoratori “L1, …., L4” consente la “cardatura”, cioè l’apertura dei fiocchi fino alla singola fibra e, nella misura maggiore possibile, la distensione delle fibre e la loro parallelizzazione,
- di un lavoratore e del rispettivo spogliatore consente il trasferimento delle fibre dal lavoratore allo spogliatore,

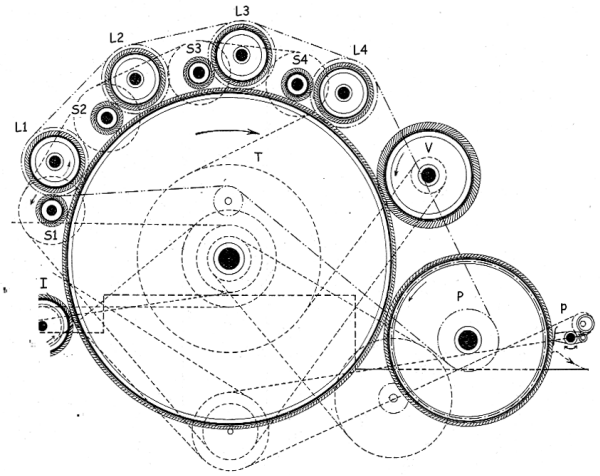


Fig. 133c Ultima unità di cardatura con volante

- degli spogliatori “S1, ……, S4” e del tamburo “T” consente il trasferimento delle fibre dagli spogliatori al tamburo,
- del tamburo “T” e del pettinatore “P” consente la pettinatura e la “condensazione” delle fibre cioè, la sovrapposizione e lo scaglionamento delle fibre che determinano la formazione, sulla guarnizione del pettinatore, di un velo avente la consistenza necessaria per poter essere prelevato e trasformato in nastro; il distacco del velo dal pettinatore “P” avviene mediante l’azione del pettine staccavelo “p”.

Nel caso in cui fosse richiesta la presenza del volante, l’interazione del materiale con le punte del tamburo “T” e del volante “V” consente l’affioramento delle fibre sulle punte del tamburo; questo movimento, però, è sempre accompagnato da un arruffamento ed uno scompigliamento delle fibre che, in parte, perdono la disposizione ordinata che avevano assunto.

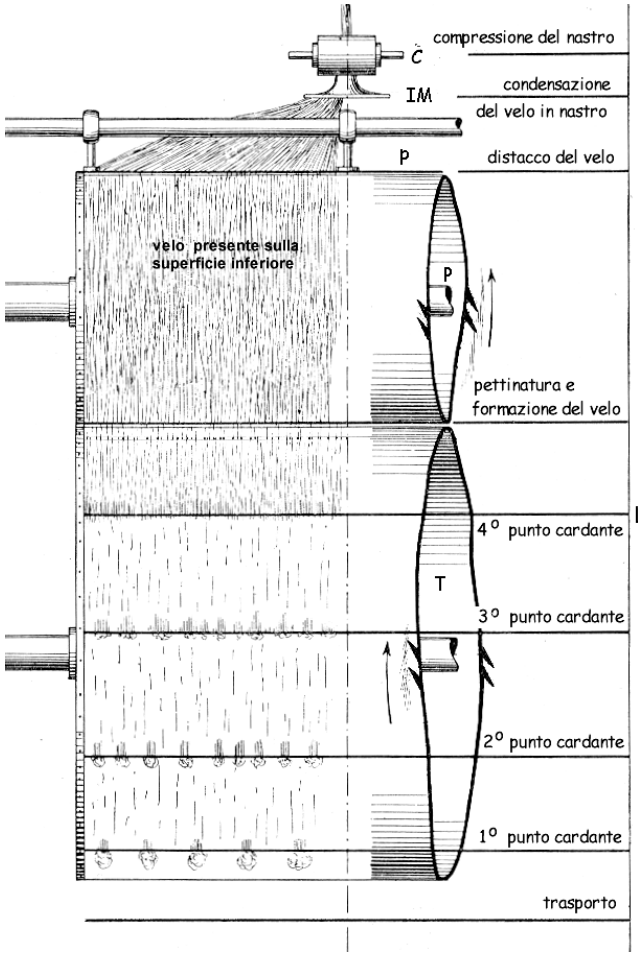


Fig. 134 Funzionamento dell’ultima unità di cardatura

Per semplificare la spiegazione delle interazioni che hanno luogo tra le fibre e le punte delle guarnizioni dei diversi cilindri, è conveniente far riferimento alle sezioni trasversali dei cilindri e rappresentare solo una punta per ogni guarnizione.

A) Azione tamburo-lavoratori

Il tamburo ed il lavoratore ruotano in senso opposto; nella zona di interazione con il materiale, le punte si muovono nello stesso senso ma quelle rigide del tamburo sono più veloci delle punte rigide (in qualche caso elastiche) del lavoratore, VT > VL.

Di conseguenza, le punte “1” e “2” (Fig. 135) del tamburo e del lavoratore si muovono nello stesso senso con velocità tali che V1 > V2 per cui la punta “1” si muove con una velocità pari a (V1 - V2) > 0 rispetto alla punta “2”. Ciò comporta che le punte “1” e “2” dopo essersi incontrate nella posizione I-II continuano a spostarsi verso destra ma, dopo un certo tempo, la punta “1” precede la punta “2”.

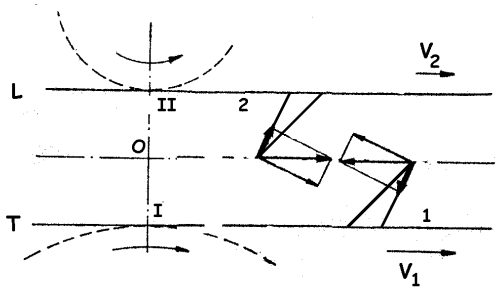


Fig. 135 Azione di cardatura

Le punte del tamburo sono inclinate nel senso del moto al contrario delle punte del lavoratore che sono inclinate nel senso opposto.

Le estremità delle punte delle due guarnizioni si trovano molto vicine fra loro in modo che le punte del lavoratore hanno la possibilità di trattenere la parte di materiale che sporge dalla

guarnizione del tamburo; in definitiva, ogni fiocco che viene trasportato in avanti dalle punte del tamburo, è agganciato e trattenuto dalle punte del lavoratore.
Il fiocco viene sottoposto ad una sollecitazione che vince l'attrito esistente tra le fibre e determina il loro mutuo scorrimento che provoca l'apertura del fiocco che, pertanto, viene sgrovigliato e diviso in fiocchi più piccoli alcuni dei quali passano sulle punte del lavoratore mentre altri seguono il movimento del tamburo.
Durante l'apertura del fiocco, le fibre subiscono una distensione e vengono parzialmente parallelizzate.
La ripetizione di queste azioni determina la formazione di fiocchi sempre più piccoli fino a giungere alla separazione delle fibre l'una dall'altra (Fig. 134). Quella appena descritta è l'azione di "cardatura".
Dopo un certo tempo, le guarnizioni del tamburo e del lavoratore si riempiono di fibre e devono essere pulite.

B) Azione lavoratori-spogliatori
I fiocchi che, in seguito all'interazione tra le punte del lavoratore e del tamburo, si trovano sulle punte del lavoratore vengono sottoposti all'azione delle punte rigide dello spogliatore.

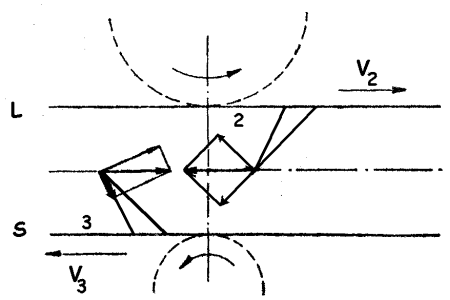


Fig. 136 Trasferimento di fibre

Il lavoratore e lo spogliatore ruotano nello stesso senso cosicchè, nella zona di interazione con il materiale, le loro punte si muovono in senso opposto; la velocità delle punte dello spogliatore è decisamente maggiore della velocità delle punte del lavoratore, VS > VL.
Di conseguenza, la punta "2" del lavoratore e la punta "3" dello spogliatore (Fig. 136) si muovono secondo versi opposti e la velocità della punta "3" è sensibilmente maggiore della velocità della punta "2", V3 > V2. La velocità della punta "3" rispetto alla punta "2" è, pertanto, uguale alla somma delle due velocità: (V2 + V3).
Le punte del lavoratore sono inclinate in senso inverso al suo movimento mentre le punte dello spogliatore sono inclinate nello stesso senso del suo movimento.
A causa della maggiore velocità delle punte dello spogliatore e della loro posizione convergente con le punte del lavoratore, la guarnizione dello spogliatore preleva le fibre dalla guarnizione del lavoratore; in questo modo si realizza lo "spoglio" della guarnizione del lavoratore tramite le punte dello spogliatore.
Dato che le punte del lavoratore e dello spogliatore non hanno un movimento rettilineo ma si muovono di moto circolare, le fibre lunghe sono sottoposte ad una cardatura supplementare in quanto sono afferrate dalle punte dello spogliatore mentre sono ancora trattenute da quelle del lavoratore; pertanto, il trasferimento delle fibre sulle punte dello spogliatore è accompagnato da una loro lieve distensione e parziale parallelizzazione.

C) Azione spogliatori-tamburo
I fiocchi prelevati dallo spogliatore sono trasportati verso il tamburo.
Il tamburo e lo spogliatore ruotano in senso inverso cosicché, nella zona di interazione con il materiale, le loro punte si muovono nello stesso verso, inoltre, la velocità delle punte del tamburo è maggiore della velocità delle punte dello spogliatore, VT > VS.
Di conseguenza, la punta "1" del tamburo e la punta "3" dello spogliatore si muovono nello stesso

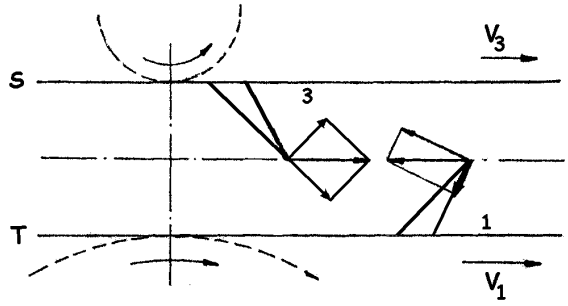


Fig. 137 Trasferimento di fibre

verso (Fig. 137) e la velocità della punta “1” è maggiore della velocità della punta “3”, V1 > V3. La velocità della punta "1" rispetto alla punta "3" è, pertanto, uguale a: (V1–V3) > 0.
Le punte del tamburo e dello spogliatore sono inclinate nel senso dei rispettivi moti; pertanto, le punte del tamburo afferrano e prelevano le fibre che si sfilano dalle punte dello spogliatore. Anche durante questo trasferimento, le fibre vengono lievemente distese e parzialmente parallelizzate.
Le fibre che lo spogliatore preleva dal lavoratore e trasferisce sul tamburo non ritornano nello stesso punto del tamburo, da dove sono state prese, poiché nel frattempo il tamburo ha percorso uno spazio sensibilmente maggiore di quello compiuto dal lavoratore e dallo spogliatore. Questo è il motivo per il quale, durante la cardatura, oltre all’apertura dei fiocchi, viene effettuata anche una parziale mescolatura delle fibre.

Dopo aver subito la prima azione tamburo-lavoratore-spogliatore, le fibre vengono sottoposte all'azione delle punte delle guarnizioni delle altre coppie lavoratori-spogliatori le cui punte sono sempre più vicine a quelle del tamburo; il sempre più intenso processo di cardatura e il trasferimento delle fibre avvengono con le stesse modalità prima analizzate relativamente alla prima coppia lavoratore-spogliatore.
Il numero delle coppie lavoratore-spogliatore varia da quattro a sei.

D) Azione tamburo-pettinatore
Il pettinatore ruota in senso inverso al tamburo, pertanto, nella zona di interazione con il materiale le sue punte rigide e quelle del tamburo si muovono nello stesso senso; la velocità delle punte del tamburo è sensibilmente maggiore di quella delle punte del pettinatore, VT > VP.
Di conseguenza, la punta “1” del tamburo e la punta “5” del pettinatore hanno velocità tali che V1 > V5 (Fig. 138) e, pertanto, la velocità della punta “1” rispetto a quella della punta “5” è: (V1 – V5) > 0.

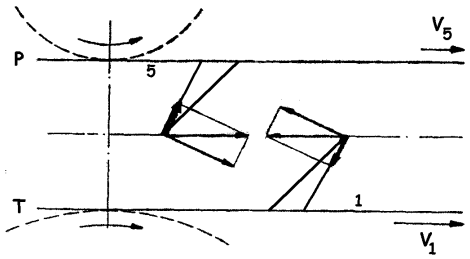


Fig. 136 Azione di cardatura

La punta “1” del tamburo è inclinata nel senso del moto al contrario della punta “5” del pettinatore che è inclinata in senso opposto; ne deriva che la posizione delle fibre sulla guarnizione del tamburo, i versi degli spostamenti e le velocità del tamburo e del pettinatore sono tali che le punte del pettinatore agganciano e trascinano le fibre che sono afferrate dalle punte del tamburo determinando un’azione cardante simile a quella esistente tra il tamburo ed il lavoratore.

Le fibre non afferrate dalle punte del pettinatore penetrano all’interno della guarnizione del tamburo e, dopo un certo tempo, la riempiono; per tale motivo, periodicamente, questa guarnizione deve essere pulita.
Al di sotto del pettinatore, così come al di sotto del tamburo, si deposita il cascame che è composto da fibre corte ed impurità.

E) Azione pettinatore-pettine staccavelo

Le fibre vengono asportate dalle punte del pettinatore, sotto forma di velo, tramite un pettine oscillante (Fig. 139).

Le punte del pettinatore si muovono lentamente mentre il pettine staccavelo esegue un velocissimo movimento oscillatorio sfiorando le punte del pettinatore; il velo viene, naturalmente, prelevato quando il pettine si abbassa.

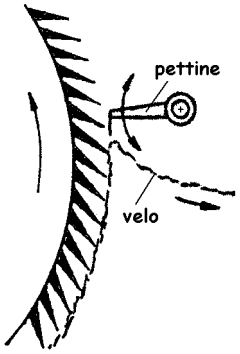


Fig. 139 Pettine staccavelo

F) Caso particolare: presenza del volante

Nel caso in cui sia prevista la presenza del volante, è necessario analizzare anche l'azione tamburo-volante.

Durante la cardatura, una porzione di ogni fibra che si trova sul tamburo penetra all'interno della sua guarnizione; per consentire il trasferimento di queste fibre sulla guarnizione del pettinatore, esse vengono sollevate fino alle estremità delle punte del tamburo mediante l'azione del volante le cui punte elastiche penetrano all'interno della guarnizione del tamburo.

Il senso di rotazione del volante è contrario a quello del tamburo cosicché nella zona di interazione con il materiale le due guarnizioni si muovono nello stesso verso (Fig. 140); la velocità del volante è maggiore di quella del tamburo, VV > VT.

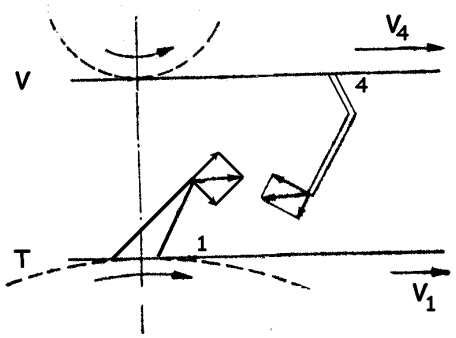


Fig. 140 Sollevamento delle fibre

Di conseguenza, la punta "1" del tamburo e la punta "4" del volante si muovono nello stesso verso; la velocità della punta "4" è maggiore della velocità della punta "1", V4 > V1. La velocità della punta "4" rispetto alla punta "1" è uguale a (V4 – V1) > 0.

Le punte del volante sono inclinate in senso opposto al loro movimento in modo che possano sollevare le fibre, fino alle estremità delle punte del tamburo, senza trattenerle; infatti, le fibre afferrate dalle punte del volante non possono trasferirsi sulla sua guarnizione che non le può trattenere e, quindi, restano sulla sommità delle punte del tamburo sulle quali vengono mantenute dall'attrito con le fibre che sono ancora parzialmente conficcate nella guarnizione.

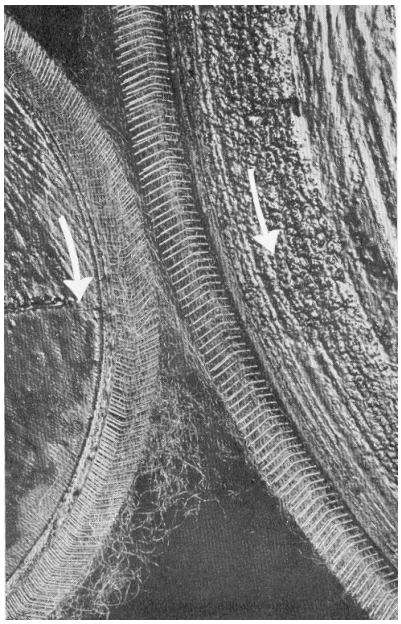


Fig. 141 Formazione del velo di fibre

A causa della velocità delle punte del volante (anche fino al 30% maggiore di quella delle punte del tamburo) si originano vortici d'aria che producono una certa dispersione di fibre; per evitare il loro sparpagliamento si dispone, al di sotto (in alcuni casi anche al di sopra) del volante, un cilindro raccoglitore le cui punte afferrano le fibre e le trasferiscono nuovamente sulla guarnizione del tamburo.

Dopo l'azione del volante, le fibre che affiorano sulle punte del tamburo sono sottoposte all'azione delle punte del pettinatore (Fig. 141). Si realizza un caso particolare di azione cardante in quanto le fibre sono disposte alla sommità della guarnizione del tamburo che le trasporta e, quindi, non sono completamente afferrate dalle sue punte sulle quali si mantengono solo in virtù del debole attrito esistente fra di esse; in queste condizioni,

vengono sottoposte all'azione di distensione solo le fibre più lunghe che sono agganciate alle punte del tamburo mentre le altre si trasferiscono direttamente sulla guarnizione del pettinatore che le trattiene vincendo le deboli forze di attrito che si oppongono al trasferimento.
Nella Fig. 139 è rappresentato (a destra) il tamburo, più veloce, con le punte inclinate nel senso del moto, che trasporta le fibre disposte alle estremità delle sue punte, non afferrandole completamente; queste fibre si trasferiscono sulla guarnizione (a sinistra) del pettinatore, più lento, con le punte inclinate in senso opposto al moto, dando luogo alla formazione di un velo di fibre.

La carda doppia

Generalità

La lana lavata, asciugata, battuta e oleata, mediante un sistema pneumatico, viene inviata in apposite camere del reparto di carderia dove sosta il tempo necessario per consentire la diffusione fra le fibre dell'olio di "ensimaggio" e per rispettare le esigenze di produzione.
L'efficienza dell'operazione di cardatura dipende strettamente dal modo con il quale è stato effettuato il lavaggio; infatti:
- un elevato tasso di umidità nel materiale può provocare avvolgimenti di fibre sulle guarnizioni dei cilindri ("fasciature") con possibili formazioni di grovigli fibrosi non più districabili ("bottoni"),
- un eccesso di grasso residuo sporca le guarnizioni e determina il loro cattivo funzionamento,
- un'eccessiva sgrassatura determina una maggiore tendenza delle fibre ad elettrizzarsi in modo non completamente neutralizzabile dalle sostanze antistatiche che vengono aggiunte all'olio di "ensimage".

Composizione

La carda che può essere usata per cardare la lana fine o di media finezza (fino a 22 micron), con un contenuto di sostanze vegetali anche superiore al 12 %, è la "carda doppia" così chiamata in quanto presenta 2 unità di cardatura; completano la macchina gli organi di alimentazione ed apertura iniziale del materiale, un'altra unità di cardatura, detta "avantreno", che precede le altre due e un certo numero di cilindri "slappolatori" (Fig. 142).
I 6 punti cardanti supplementari, presenti sul tamburo avantreno, servono per sbrogliare sommariamente i fiocchi in modo da rendere più efficace la successiva azione di cardatura e rallentare il deterioramento delle guarnizioni delle altre unità di cardatura.
I cilindri slappolatori hanno il compito specifico di separare dalle fibre di lana le sostanze vegetali (le "lappole") che sono sempre presenti in quanto provengono dal cardo selvatico.

La carda deve svolgere, in successione e simultaneamente, le seguenti operazioni:
- ridurre la dimensione dei fiocchi alimentati,
- isolare e distendere, nella direzione dell'avanzamento del materiale, le fibre di ciascun fiocco,
- separare le fibre dalle sostanze vegetali ad esse aderenti,
- scaglionare e sovrapporre le fibre in modo da formare un velo di spessore costante,
- trasformare il velo in nastro cardato.

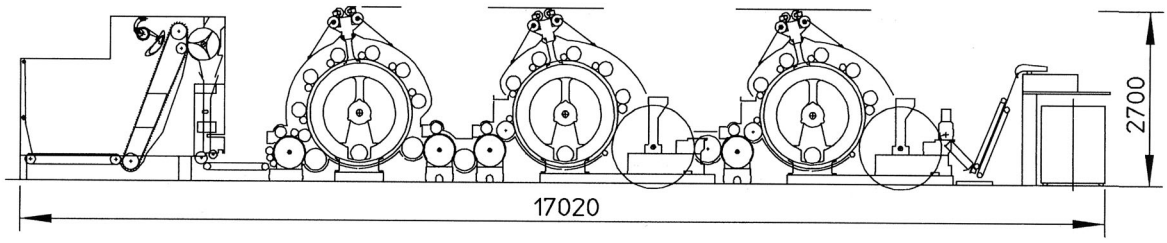


Fig. 142 Carda doppia con "avantreno" e "slappolatori"

Funzionamento

In seguito, per analizzare in modo dettagliato il funzionamento della carda, verranno attribuiti dei valori numerici alle velocità periferiche dei vari cilindri di cui essa è composta; tali valori si riferiscono ad un caso specifico, pertanto, sono indicativi e devono essere interpretati solo come dati di riferimento.

A) Formazione della coltre di alimentazione

La coltre viene preparata per mezzo di un "caricatore automatico" che provvede a disporre, sulla tela senza fine di alimentazione, una quantità costante di materiale per unità di lunghezza indispensabile per una distribuzione omogenea delle fibre sugli organi cardanti.

In Fig. 143 è rappresentato un "caricatore gravimetrico" (a bilancia) adatto alla lavorazione delle fibre lunghe in quanto lo scarico del materiale viene realizzato mediante rastrelli che evitano la formazione di qualsiasi tipo di avvolgimento di fibre.

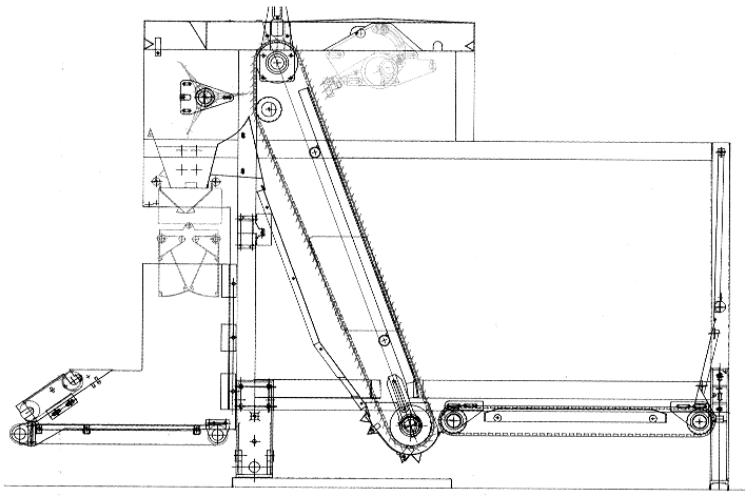


Fig. 143 Caricatore gravimetrico

Il mucchietto di materiale di peso costante, scaricato dalla bilancia e depositato sulla tela senza fine di alimentazione, viene disteso su quest'ultima per mezzo di una "tavola costipatrice" (in alcuni casi si può usare anche un cilindro) che consente la formazione di una coltre di spessore costante.

B) Alimentazione della coltre

La tela senza fine di alimentazione, "F", spinge in modo continuo la coltre verso i cilindri alimentatori "A" che, muovendosi con la sua stessa velocità (VF = 1.2 m/min), la presentano al cilindro apritore "R" (Fig. 144).

I cilindri alimentatori “A”, guarniti con punte di acciaio fissate su anelli di bronzo oppure rivestiti con guarnizioni a denti di sega inclinati in senso inverso alla rotazione, sono organi di presa che assicurano una alimentazione graduale e controllata della carda e di trattenuta che permettono la sua divisione in fiocchi più piccoli, da parte del cilindro di apertura “R”, senza che si verifichino rotture di fibre.

C) Apertura dei fiocchi

L’inclinazione delle punte dei cilindri “A” consente di trattenere la coltre mentre le punte rigide del cilindro di apertura “R”, inclinate secondo il senso di rotazione e dotate di una velocità decisamente superiore a quella delle punte di “A” (VR = 11.8 m/min), penetrano nella coltre e staccano i fiocchi; in seguito alla trazione esercitata, le estremità anteriori libere delle fibre, che costituiscono la testa dei fiocchi, si distendono e si parallelizzano (Fig. 144).

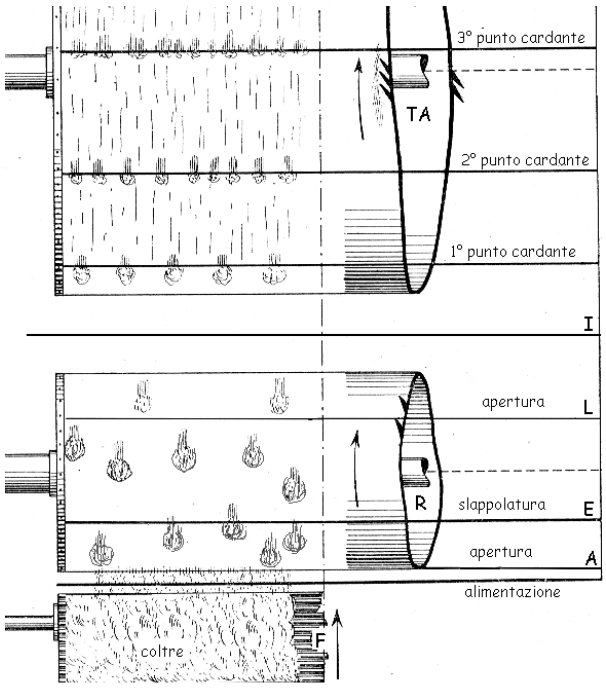


Fig. 144 Alimentazione ed apertura della coltre

Appena si libera dalla presa delle punte di “A”, il fiocco che si è formato viene trascinato in avanti dal cilindro di apertura “R”; la “testa” del fiocco è costituita da fibre che hanno un’estremità conficcata nelle punte di “R” mentre la parte restante (“corpo” o “coda” del fiocco) è composta di fibre, più o meno aggrovigliate, che galleggiano (fluttuano) sulle punte di “R”.

La Fig. 145 mostra la soluzione adottata, nella carda doppia in precedenza rappresentata, per alimentare e dividere la coltre. Come si può notare, tra i cilindri alimentatori e l’apritore si viene a formare uno spazio a forma di “triangolo” nel quale, non subendo alcun controllo, le fibre possono essere afferrate dalle punte dell’apritore anche in modo irregolare, a “ciuffi” o “pacchetti”.

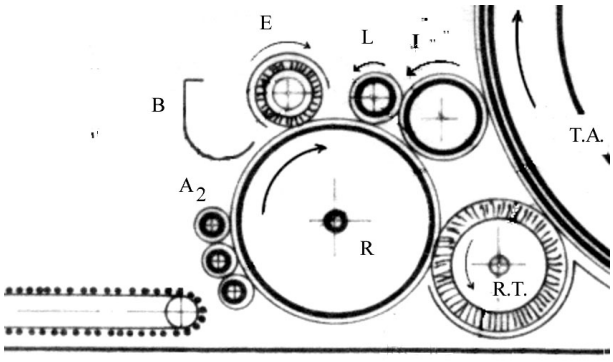


Fig. 145 Alimentazione ed apertura della coltre (vista laterale)

Per rimediare a questo inconveniente, i fiocchi subiscono l’azione di apertura di un piccolo cilindro lavoratore “L”, guarnito di punte rigide inclinate in senso inverso al suo movimento che, avendo una velocità VL = 2.7 m/min, apre gli eventuali ciuffi o pacchetti di fibre che si sono formati e riduce le loro dimensioni. Il cilindro pulitore “A2” è una spazzola cilindrica (la guarnizione è denominata “tampico”) che ruota in senso antiorario ed ha il compito di riportare su “R” il materiale che, eventualmente, è rimasto sulle punte del cilindro di alimentazione superiore dopo che è stato da esse trattenuto durante l’apertura.

Le fibre disposte su “L” ed “R” si trasferiscono sul cilindro intermediario “I”, guarnito di punte rigide inclinate nel senso della rotazione e avente una velocità, VI = 27 m/min, che provvede a trasferirle sul tamburo avantreno “T.A.”.
Il raccoglitore-trasportatore “R.T.” è una spazzola cilindrica, ruotante con una velocità VRT = 33 m/min, che ha il compito di rimettere in circolo le fibre che il cilindro intermediario “I” lascia cadere e che, in sua assenza, sarebbero perse.

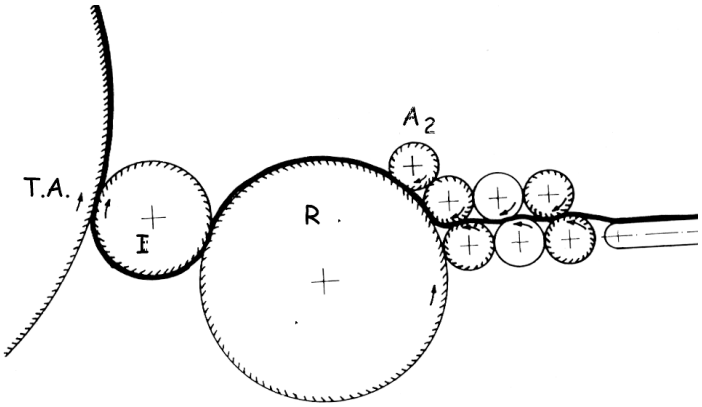


Fig. 146 Alimentazione ed apertura della coltre (altra soluzione)

La Fig. 146 mostra una soluzione adottata in passato per alimentare ed aprire la coltre; in essa il cilindro di apertura, “R”, è scaricato da un cilindro intermediario, “I”, con le stesse modalità precedenti. Le tre coppie di cilindri di alimentazione (quella intermedia non è munita di punte ma presenta scanalature longitudinali) assicurano una grande regolarità di alimentazione del materiale poiché non consentono ad “R” di prelevare le fibre in modo irregolare, ovvero a “ciuffi” o “pacchetti”; infatti, la seconda coppia di cilindri, avendo una velocità circa 10 volte superiore a quella della coppia precedente, determina una notevole distensione della massa fibrosa che inizia ad essere subito aperta. La terza coppia di cilindri, uguale alla prima, avendo una velocità di circa un terzo inferiore a quella della seconda, condensa la coltre rendendola più uniforme e riduce la possibilità che il cilindro di apertura possa prelevare le fibre in modo irregolare.

Qualunque sia la soluzione adottata la divisione della coltre in fiocchi si realizza in modo discontinuo e casuale; essa dipende dal rapporto VR/VA e dallo spessore della coltre su “F”.

D) Slappolatura
Nel dispositivo di apertura può essere effettuata anche una parziale slappolatura (eliminazione delle sostanze vegetali presenti tra le fibre) e l’espulsione di altri corpi estranei contenuti nella massa fibrosa che potrebbero danneggiare le guarnizioni dei cilindri; l’operazione può essere effettuata per mezzo di un cilindro slappolatore ad alette “E” e dell’annesso recipiente di raccolta “B” (Fig. 145).

Lo slappolatore “E” è un cilindro guarnito con lame longitudinali (o alette radiali) che ruota, in senso opposto al cilindro di apertura, “R”, con una velocità tale che si ha il passaggio di un’aletta in corrispondenza di uno spostamento di circa 2 mm della superficie dell’apritore (1500 ÷ 2000 giri/min).

Quando un fiocco, contenente impurità vegetali o altri corpi che affiorano sulla sua superficie, passa in corrispondenza delle lame longitudinali del cilindro slappolatore (punto di slappolatura) viene da esse colpito più volte e le impurità possono essere proiettate nel recipiente di raccolta “B” e trasportate, all’esterno della carda, per mezzo di palette mosse da una cinghia che corre lungo il cilindro (trasversalmente alla macchina) mentre le fibre non subiscono la stessa sorte e sono trascinate dal cilindro di apertura in quanto sono agganciate alle sue punte.

L'eliminazione delle sostanze vegetali da parte del cilindro slappolatore disposto sul cilindro di apertura (e dei pettinatori delle unità di cardatura) non è sufficiente, pertanto, sono presenti nella carda altri cilindri che hanno solo il compito di eliminare le lappole.

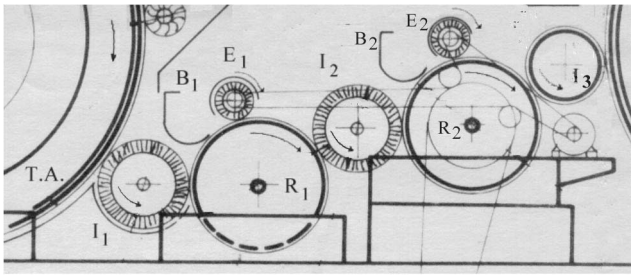


Fig. 147 Doppia slappolatura con guarnizioni Morel

La soluzione più diffusa è costituita dall'impiego dei cilindri con guarnizioni "Morel" che consentono un'energica eliminazione delle sostanze vegetali quando agiscono sui fiocchi sufficientemente aperti nei quali le fibre non sono troppo aggrovigliate. Pertanto, volendo utilizzare le guarnizioni "Morel", l'eliminazione delle lappole deve avvenire dopo che i fiocchi hanno subito l'azione di apertura effettuata dai punti cardanti di un tamburo avantreno e/o di un'unità di cardatura.

Una prima slappolatura (Fig. 147) viene effettuata mediante il cilindro "Morel", "R1", (VR1 = 165 m/min) e il cilindro ad alette radiali, "E1" disposti tra l'avantreno e il primo tamburo della carda doppia.

Le punte di "R1", hanno forma trapezoidale e sono disposte in modo che fra due file adiacenti di punte si vengono a creare dei corridoi di ampiezza 0.8 ÷ 1.0 mm; ciò fa in modo che mentre la maggior parte delle fibre si può infilare in questi spazi, le sostanze vegetali che hanno una grandezza superiore alla loro ampiezza non possono penetrarvi e galleggiano al di sopra di essi e delle punte.

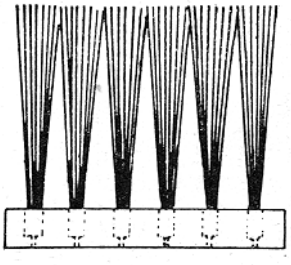


Fig. 148 Guarnizione della spazzola cilindrica

La spazzola cilindrica, "I1" (un particolare in Fig. 147), ruotante con una velocità VI1 = 99 m/min, trasferisce le fibre dal cilindro, "T.A." (VTA = 49 m/min) ad "R1" mentre il cilindro ad alette, "E1", colpisce le lappole e le invia nel recipiente di raccolta, "B1".

Da "R1", le fibre vengono trasferite sulle punte di un secondo cilindro Morel, "R2", (VR2 = 329 m/min), con annesso cilindro slappolatore "E2", per mezzo di un'altra spazzola cilindrica, "I2", (VI2 = 272 m/min) ed infine, sono trasportate sulle punte del primo tamburo, per mezzo di un cilindro trasportatore, "I3", (VI3 = 456 m/min) munito di punte a ginocchio (elastiche) inclinate nel senso di rotazione.

Un'ultima slappolatura può essere effettuata, con le stesse modalità precedenti, tra il primo ed il secondo tamburo (Fig. 149), mediante il cilindro Morel "R3", (VR3 = 240 m/min) , il cilindro slappolatore "E3" con il suo recipiente di raccolta, "B3", la spazzola cilindrica "I4", (VI4 = 158 m/min) e il cilindro trasportatore "I5" (VI5 = 312 m/min), guarnito con punte a ginocchio (elastiche) inclinate nel senso del moto.

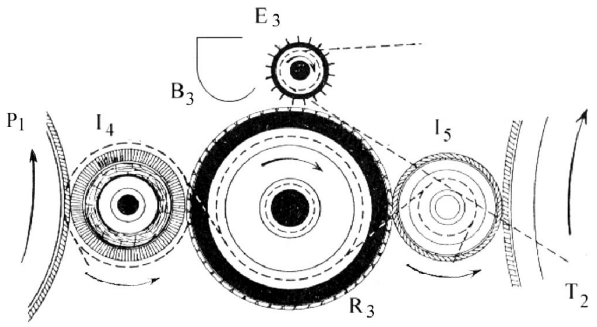


Fig. 149 Slappolatura con guarnizioni Morel

E) Cardatura

Come già detto, l'interazione del materiale con le punte del tamburo, dei lavoratori e degli spogliatori presenti in una unità di cardatura determina la separazione e la distensione delle fibre. Questa operazione inizia in corrispondenza dei punti cardanti del tamburo avantreno e termina

nell'ultimo punto cardante del secondo tamburo (Fig. 150 a, b, c), sviluppandosi con le medesime modalità analizzate nello studio dell'unità di cardatura.
La funzione principale della carda è di sottoporre la lana presente sul tamburo all'azione cardante di un certo numero di cilindri lavoratori; le altre azioni della macchina sono secondarie e riguardano principalmente il carico e lo scarico del materiale dal tamburo.

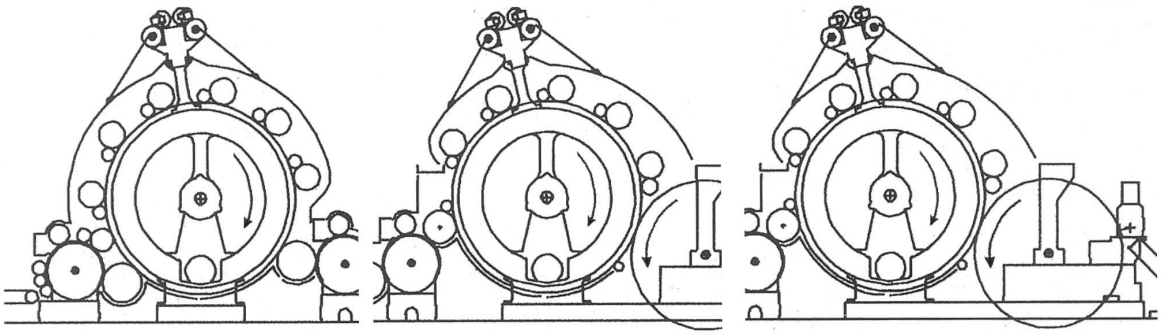


Fig. 150a Avantreno *Fig. 150b Primo tamburo* *Fig. 150c Secondo tamburo*

La cardatura può essere analizzata nel modo seguente:

1 - quando si avvicinano allo spogliatore, le fibre trasportate dal tamburo sono in parte al di sopra ed in parte infilate nelle punte del tamburo che è guarnito con punte inclinate nel senso del moto,

2 - quando passano sotto lo spogliatore, guarnito con punte inclinate nel senso del moto, queste fibre vengono ancor più spinte all'interno della guarnizione del tamburo che si muove più velocemente ma dopo averlo oltrepassato, sporgono nuovamente oltre le sue punte insieme alle fibre che vi si sono appena trasferite dallo spogliatore,

3 - nello spazio che precede la zona di contatto tra tamburo e lavoratore non succede nulla poichè le fibre si trovano soltanto sulla guarnizione del tamburo in quanto, se lo spogliatore ha svolto correttamente la sua azione, in questo spazio il lavoratore è privo di fibre,

4 - appena entrano nella zona di contatto tra tamburo e lavoratore, le fibre sono spinte contro le punte del lavoratore, inclinate in senso opposto al moto, che si muove più lentamente e vengono da esse afferrate allo stesso modo con il quale sono trattenute dalle punte del tamburo. Bisogna tener presente che se le punte del lavoratore:
   - sono affilate riescono a penetrare nel fiocco e ad afferrare le fibre evitando che si arrotolino sulla guarnizione del tamburo,
   - sono troppo distanti vengono afferrate solo le estremità dei fiocchi e l'azione di cardatura non viene esplicata su tutte le fibre,

5 - nel momento in cui il fiocco è afferrato dalle punte del lavoratore ha inizio l'effettiva azione di cardatura; la parte di fiocco afferrata dalle punte del tamburo si sposta in avanti e le fibre vengono sottoposte ad un'azione di trazione. Quando le fibre diventano tese tendono sia a penetrare all'interno delle punte del tamburo sia a scivolare lungo le punte del lavoratore, fino ad incontrare un ostacolo che può essere anche costituito da una fibra che si è avvolta intorno alla punta. All'aumentare della tensione, le fibre scorrono intorno alle punte fino a che non si sono completamente distese; il fiocco viene diviso in due parti le cui dimensioni dipendono dalla sua struttura e dalla sua forma iniziali. Le fibre che non possono scorrere si rompono ed è per questo motivo che è molto importante proteggere le punte dalla ruggine che provoca un notevole aumento del loro attrito con le fibre,

6 - immediatamente prima della separazione, le estremità delle fibre della parte di fiocco che è afferrata dalla guarnizione del tamburo vengono tirate con forza e molto rapidamente attraverso le punte del lavoratore; invece, le fibre afferrate dalle punte del lavoratore, a causa della sua minore velocità, sono costrette a subire la lunga azione delle punte del tamburo.

Da quanto detto deriva che la lana afferrata dal lavoratore viene cardata in modo molto più completo di quella trattenuta dal tamburo.

A causa della distensione effettuata dal tamburo, le fibre sporgono notevolmente dalle punte del lavoratore e si trasferiscono sulla guarnizione dello spogliatore distendendosi ulteriormente ancor prima di raggiungere la zona di contatto dei due cilindri.

Per comprendere la funzione dello spogliatore è sufficiente analizzare il funzionamento della carda senza la sua presenza; in questo caso si verifica che le fibre, trasportate dal lavoratore, vengono afferrate dal tamburo prima della loro zona di contatto, con il risultato che la cardatura inizierebbe prima del dovuto con conseguente aggrovigliamento delle fibre. Da quanto detto risulta, allora, che la funzione dello spogliatore è di riportare le fibre sul tamburo in modo che possano, successivamente, subire l'azione del lavoratore senza aggrovigliarsi.

E1) Analisi delle azioni tra tamburo-lavoratore-spogliatore
Le guarnizioni del tamburo, lavoratori e spogliatori delle tre unità di cardatura (avantreno, primo e secondo) possono essere:
- tutte rigide,
- gli spogliatori dell'avantreno possono essere spazzole cilindriche,
- i lavoratori del secondo tamburo possono essere guarniti con punte a ginocchio (elastiche).
- ecc.

Per ogni soluzione adottata e qualunque sia l'unità di cardatura analizzata, il fiocco, afferrato dalle punte del tamburo "T", viene portato nel primo "punto di cardatura", in corrispondenza del primo cilindro lavoratore "L1" (Fig. 151).

I punti di cardatura sono i punti di tangenza delle traiettorie delle estremità delle punte dei lavoratori e del tamburo; la distanza fra le punte è regolabile e varia, spostandosi nel senso di marcia, da qualche millimetro nell'avantreno a qualche decimo di millimetro nel secondo tamburo, allo scopo di ottenere una cardatura progressiva e regolare.

La testa del fiocco è conficcata nelle punte di "T" e, pertanto, oltrepassa la linea dei punti di cardatura senza subire l'azione delle punte del lavoratore mentre il corpo dei fiocchi, che sporge dalle punte del tamburo, viene trattenuto dalle punte di "L1". Di conseguenza, il corpo del fiocco viene afferrato dalle punte delle due guarnizioni e la maggiore velocità del tamburo "T", rispetto al lavoratore "L1", lo fa penetrare sempre più nelle punte del tamburo; la trazione che viene esercitata sul fiocco sbroglia e distende le fibre, nel senso della rotazione di "T", parallelizzandole. Si realizza, in questo modo, la cardatura.

Dalla posizione "c" alla posizione "c' " delle punte del lavoratore, le fibre del corpo del fiocco vengono districate e quelle che hanno un'estremità infilata nelle punte del tamburo vengono svolte e distese (nella Fig. 150 le punte del lavoratore, che sono "a dente di sega", sono state disegnate "a ginocchio" per meglio evidenziare la posizione dei punti "c").

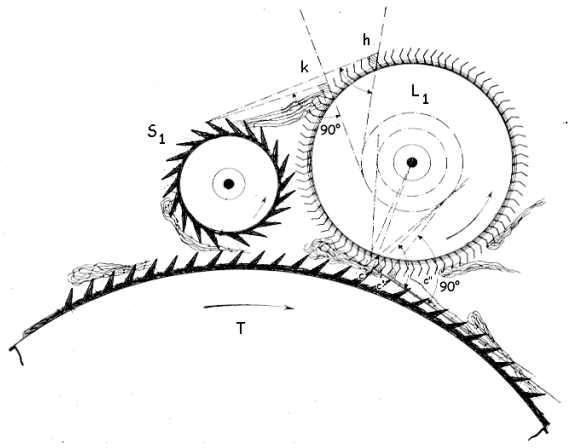


Fig. 151 Tamburo-Lavoratore-Spogliatore del 2° tamburo

L'angolo acuto di "trattenuta", in corrispondenza di "c", indica la possibilità della punta del lavoratore di trattenere le fibre; l'azione termina in corrispondenza della posizione "c' ", dove l'angolo diventa di 90°. Oltre questa posizione (per esempio, in c"), la punta non è più in grado di trattenere alcuna fibra.
Le fibre troppo aggrovigliate che ancora non hanno un'estremità infilata nella guarnizione del tamburo o vi sono conficcate in modo insufficiente, vengono afferrate dalle punte di "L1" e riportate allo stesso punto di cardatura dallo spogliatore "S1".

Data la maggiore velocità di "S1" rispetto a "L1", lo spogliatore effettua una trazione sulle fibre che, pertanto, si distendono e parzialmente si parallelizzano.
La trazione supplementare si realizza quando le fibre si trovano tra i punti "h" e "k" del lavoratore (rispettivamente individuati dalla tangente alle traiettorie delle punte dei due cilindri e dall'angolo di trattenuta uguale a 90°), che variano in funzione dei diametri di "L1" e "S1"; oltre la posizione "k", la punta non è più in grado di trattenere le fibre perché l'angolo di trattenuta è maggiore di 90° e la loro distensione termina.
Negli altri punti di cardatura, i lavoratori agiscono nello stesso modo e tanto più energicamente quanto più è ridotta la distanza fra le loro punte e quelle del tamburo.

Nell'ultimo punto cardante del 1° e del 2° tamburo, il lavoratore è privo del relativo spogliatore; per evitare una cattiva cardatura è necessario che il lavoratore sia avvolto da una cuffia che gli impedisca di afferrare le fibre prima che giungano nella zona di interazione delle sue punte con quelle del tamburo. Inoltre, dato che questo lavoratore è posizionato poco distante dal piano verticale tangente alla superficie del tamburo, è necessario che sia seguito da un cilindro avente la funzione di riportare sul tamburo le fibre che certamente sfuggirebbero alla presa delle sue punte; in conclusione le fibre permangono nello spazio compreso fra questo cilindro, il lavoratore e il tamburo.

Durante l'azione cardante, la grande velocità e la numerosa popolazione delle punte del tamburo producono uno sfregamento ed una raschiatura delle fibre che determinano il distacco delle impurità loro aderenti effettuando la pulizia del materiale.

La forza centrifuga e la ventilazione generata dalla rotazione del tamburo proiettano, al di sotto della carda, una parte delle impurità libere; come si vedrà in seguito, la maggiore eliminazione di queste impurità si realizza in corrispondenza del cilindro pettinatore.

La parziale mescolatura delle fibre viene effettuata nei punti cardanti dove si realizza l'unione continua di fiocchi alimentati in momenti diversi; la mescolatura è tanto maggiore quanto più numerosi sono i punti di cardatura e i fiocchi in lavorazione.

Le velocità dei tamburi (di solito 1000 m/min, al massimo), lavoratori e spogliatori delle diverse unità di cardatura possono essere le seguenti:

- avantreno: VTA = 49 m/min VL = 6 m/min VS = 14 m/min
- 1° tamburo: VT1 = 750 m/min VL = 25.6 m/min VS = 143 m/min
- 2° tamburo: VT2 = 750 m/min VL = 25.6 m/min VS = 149 m/min

E2) Analisi delle azioni tamburo-pettinatore

Le fibre distese e parallelizzate che abbandonano l'ultimo punto di cardatura sono più o meno conficcate nelle punte del tamburo; il senso di rotazione e l'inclinazione delle punte del primo tamburo, "T1", e del suo pettinatore, "P1" (Fig. 152), sono tali da effettuare una vera e propria cardatura del materiale.

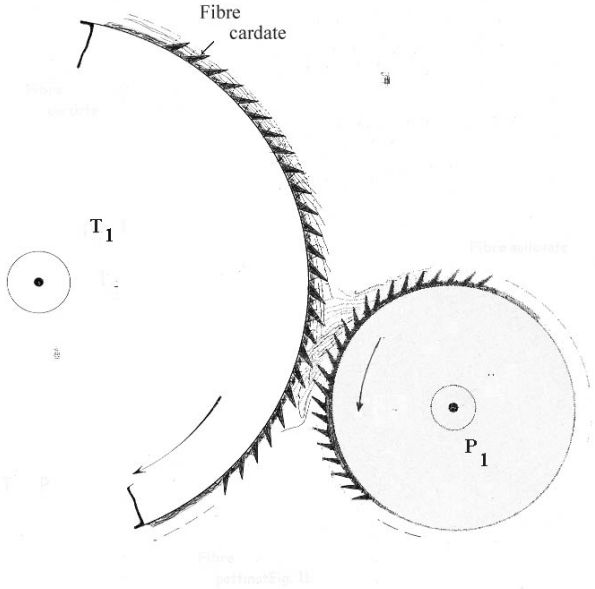


Fig. 152 1° tamburo-pettinatore

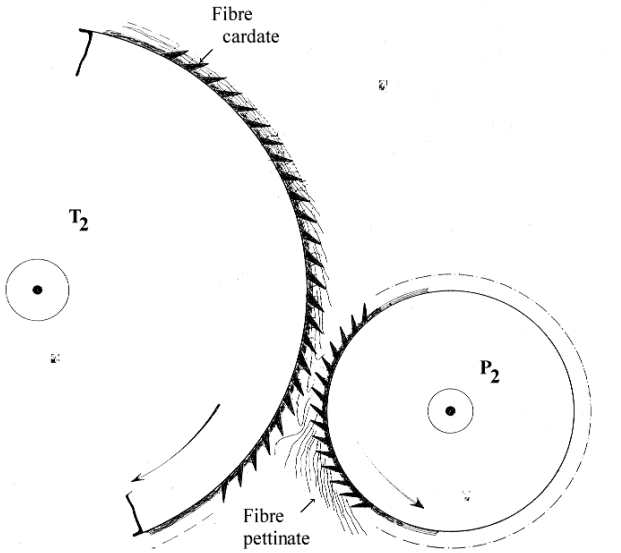


Fig. 153 2° tamburo-pettinatore

In corrispondenza del secondo tamburo, le fibre cardate portate da "T2", incontrano le punte del pettinatore "P2", si capovolgono e passano sulle sue punte dove, a causa della differenza delle velocità, si raggruppano e formano un velo (Fig. 153). Essendo la rotazione dei cilindri continua, lo scaglionamento e la sovrapposizione delle fibre su "P2", cioè la formazione del velo, si realizza regolarmente e continuamente.

Affinchè l'estrazione, da parte del pettinatore, delle fibre che si trovano sul tamburo avvenga regolarmente occorre che le precedenti azioni cardanti abbiano completamente disteso le fibre e abbiano provveduto a disporle nella posizione "f" tra le punte del tamburo (Fig. 154); è necessario, cioè, che una fibra sia interamente disposta nello spazio compreso tra due file di punte adiacenti in modo che l'estrazione dalla guarnizione possa avvenire senza strappi e rotture.

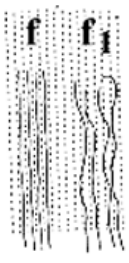


Fig. 154 Fibre sul tamburo

Infatti, a causa dell'elevata velocità relativa fra "T" e "P" e delle notevoli dimensioni di quest'ultimo, appena la testa di una fibra viene trattenuta dalle punte di "P", la fibra si capovolge (Fig. 155) e se si trova a cavallo di più file di punte di "T", come nella posizione "f1" (Fig. 154) cioè se è ancora ad esse agganciata e non è in grado di svolgersi rapidamente senza ostacoli, viene sottoposta ad una forte trazione che ne può provocare la rottura.

Se non si rompono al "punto pettinatore" (corrispondente al punto di tangenza

delle traiettorie delle estremità delle punte del tamburo e del pettinatore) perché sfuggono alle punte di "P", queste fibre ripassano, piegate, in corrispondenza dei punti cardanti dove si avvolgono su se stesse oppure si rompono per lo stesso motivo precedente.
Durante l'interazione con le punte del pettinatore, le punte del tamburo esercitano sulle estremità posteriori delle fibre, un'energica azione di pettinatura che determina l'eliminazione delle impurità libere o ad esse aderenti e che sono sfuggite alla precedente azione di cardatura; l'evacuazione avviene spontaneamente e le impurità cadono sotto la carda.

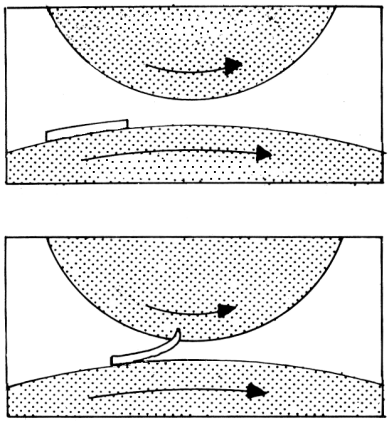


Fig. 155 Fasi di capovolgimento di una fibra

Le velocità dei pettinatori (di solito 80 m/min, al massimo) delle due unità di cardatura possono essere le seguenti:
- 1° tamburo: VP1 = 69 m/min
- 2° tamburo: VP2 = 50 m/min

E3) Caso particolare: effetto della presenza del volante
L'azione del volante serve a portare le fibre distese e parallelizzate che abbandonano l'ultimo punto di cardatura e che sono più o meno conficcate nelle punte del tamburo, alle estremità di queste punte per facilitare la loro successiva estrazione da parte delle punte del pettinatore.
Le punte del volante penetrano negli spazi esistenti fra le file di punte del tamburo e fanno sollevare le fibre, sotto forma di piccoli "nastri", fino alle estremità delle sue punte.
L'aggancio delle fibre da parte del pettinatore è favorito dalla corrente d'aria provocata dal tamburo che, nel tratto compreso tra volante e pettinatore, fa galleggiare e protendere le estremità anteriori delle fibre al di fuori della sua guarnizione.
Tenendo presente che le fibre sono state portate alla sommità della guarnizione di "T", dal volante "V", il pettinatore "P" effettua un'energica azione di pettinatura delle estremità posteriori delle fibre (Fig. 156).
L'interazione tra le fibre e le punte del tamburo e del volante avviene nel modo seguente:
- nello spazio che precede la zona di contatto tra volante e tamburo non avviene alcuna azione perché le fibre sono conficcate nelle punte del tamburo,
- nella zona di contatto, cioè nello spazio nel quale avviene la compenetrazione delle punte, le fibre vengono semplicemente spinte in avanti dato che la velocità del volante è maggiore di quella del tamburo; il movimento non è ostacolato fino all'istante in cui la fibra urta contro la punta del tamburo che gli sta davanti e ciò deve avvenire quando le punte del volante sono in procinto di sfilarsi dalle punte del tamburo e dalle fibre che altrimenti sarebbero schiacciate contro le punte del tamburo e proiettate fuori dalla sua guarnizione.

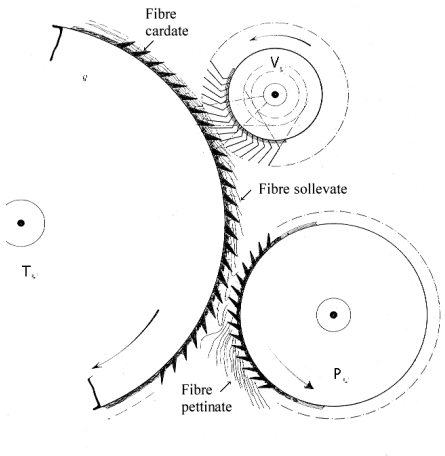


Fig. 156 Effetto della presenza del volante

Lo sfilamento delle punte del volante dalle fibre avviene tanto più facilmente quanto più la loro superficie è liscia e priva di asperità.
L'effetto complessivo dell'azione del volante, pertanto, è di spingere le fibre sul dorso delle punte del tamburo sollevandole fino alle loro estremità.

Fra le velocità del volante e del tamburo deve esserci un rapporto appropriato e preciso, in quanto se la velocità del volante è:
- di poco maggiore di quella del tamburo, la sua azione può non essere sufficiente a portare le fibre sul dorso delle punte che gli stanno davanti e, quindi, a non sollevarle adeguatamente,
- troppo elevata rispetto a quella del tamburo, le fibre possono essere trascinate dalle punte del volante e abbandonare il tamburo.

E4) Considerazioni finali
L'efficacia dell'azione del pettinatore dipende principalmente dalla correttezza dell'azione del volante oltre che dall'affilatura e dall'inclinazione delle sue punte.

Nel suo movimento circolare, l'ultimo pettinatore presenta il velo di fibre che si è formato sulla sua guarnizione all'azione del pettine staccavelo che effettua un rapido movimento oscillatorio, pari a 2000 ÷ 2500 oscillazioni al min (di solito 3200 colpi/min, al massimo) di ampiezza pari ad alcuni centimetri. I denti del pettine sfiorano le punte del pettinatore e staccano il velo che si è formato sulla loro sommità. Nel movimento di discesa, il pettine staccavelo con la sua fine dentatura trascina le fibre verso il basso e lontano dalle punte del pettinatore e ciò è possibile in quanto l'attrito esistente con le fibre che si inseriscono tra i suoi denti è sufficiente ad estirpare la parte di esse ancora infilata nella guarnizione del pettinatore.
Nel movimento di salita, le fibre vengono abbandonate grazie alla gravità e all'adesione con le fibre che costituiscono il velo in formazione; nel frattempo, il pettinatore si è mosso cosicchè, nella successiva oscillazione verso il basso, il pettine agisce su una zona successiva della sua superficie.

Una coppia di cilindri di richiamo, aventi una velocità uguale a quella dell'ultimo pettinatore (o di poco superiore), costringe il velo a passare attraverso un imbuto condensatore e ad assumere la forma di nastro.

Le altezze di lavoro più frequenti delle carde doppie sono 2500, 3000 e 3500 mm; la produzione varia in funzione della finezza delle fibre che compongono il nastro e dell'altezza di lavoro ed è compresa tra 100 ÷ 1000 kg/h.

Carda con doppio pettinatore

Per poter aumentare, a parità di altezza di lavoro, la capacità produttiva delle carde, in misura compresa tra 50 ÷ 100 %, sono state adottate le seguenti soluzioni:
- scarico e composizione del velo dal tamburo con due pettinatori dello stesso diametro, con dispositivo di raccolta e di infilaggio automatico dei due veli, prodotti dai due pettinatori, nello stiratoio dopo-carda (Fig. 156),
- aumento della velocità di lavoro di tutti i cilindri, in particolar modo di quella del tamburo, al fine di ridurre al minimo la permanenza delle fibre all'interno della carda e di diminuire la massa di fibre in riciclo sul tamburo.

Le altre caratteristiche tecniche di queste carde sono le seguenti:
- altezze di lavoro, 2500 e 3500 mm,
- velocità del tamburo, fino a 1500 m/min,
- velocità dei pettinatori, fino a 100 m/min,
- pettine staccavelo, 3200 battute al min,
- cilindri slappolatori, 2000 giri/min,
- titolo del nastro prodotto (g/m),

	2500 mm	3500 mm
senza stiratoio	20 ÷ 45	28 ÷ 65
con stiratoio	18 ÷ 30	22 ÷ 42

- produzione (kg/h),

	2500 mm	3500 mm
18 micron	230	320
22 micron	320	450.

Le condizioni termoigrometriche del reparto di carderia devono essere le seguenti:

Umidità	65 ÷ 75 %
Temperatura	22 ÷ 26 °C.

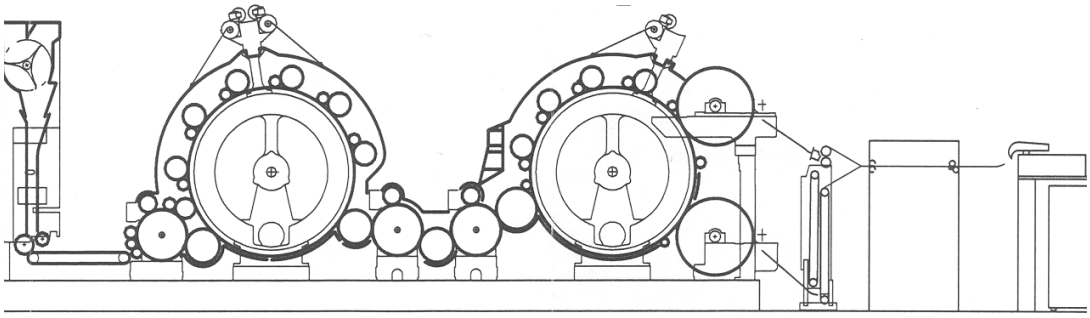


Fig. 157 Carda con doppio pettinatore

Stiratoio riunitore dopo-carda

Generalità

Di solito, i nastri in uscita dalla carda, provenienti da più carde (4 ÷ 6) che lavorano in parallelo (Fig. 158), vengono accoppiati e stirati in uno stiratoio riunitore, detto anche dopo-carda. In questo caso, il velo di fibre uscente da ogni carda, dopo essere stato condensato nell'imbuto posto prima dei cilindri di richiamo, viene deviato di 90° mediante

Fig. 158 Carde doppie in parallelo con stiratoio dopo-carda

apposite guide, convogliato su un nastro trasportatore disposto in posizione perpendicolare alla direzione di scarico delle carde, sul quale si sovrappone ai nastri provenienti dalle altre carde ed, infine, inviato nello stiratoio.

L'utilizzo dello stiratoio riunitore presenta il vantaggio di contribuire a ridurre il numero di "uncini" che si possono formare alle estremità delle fibre durante la cardatura; infatti, a seguito dell'interazione tra il tamburo e il pettinatore della carda, molte fibre che compongono il nastro cardato hanno la parte terminale, o "coda" (secondo la direzione di avanzamento del nastro), piegata a forma di "uncino", formatosi nel momento in cui le fibre trasportate dal tamburo vengono afferrate e si avvolgono intorno alle punte della guarnizione del pettinatore e vi si trasferiscono.
Al precedente vantaggio si contrappone lo svantaggio di dover adeguare la velocità di produzione delle carde a quella più lenta in quanto è indispensabile che tutti i nastri che alimentano lo stiratoio abbiano la stessa velocità.

Per mantenere costante il titolo del nastro uscente dallo stiratoio, all'uscita delle carde, in corrispondenza della zona nella quale si forma il nastro di carda, è presente un sensore che segnala allo stiratoio la presenza del corrispondente nastro; in mancanza di uno di essi, per rottura del nastro o fermata della carda, lo stiratoio non si ferma ma, automaticamente, provvede a cambiare lo stiro per mantenere inalterato il titolo del nastro prodotto.
Alla perdita di produzione derivante dalla fermata di tutte le carde, nel caso di blocco, per guasto o manutenzione, dello stiratoio si può rimediare utilizzando due stiratoi con le seguenti modalità (Fig. 159):

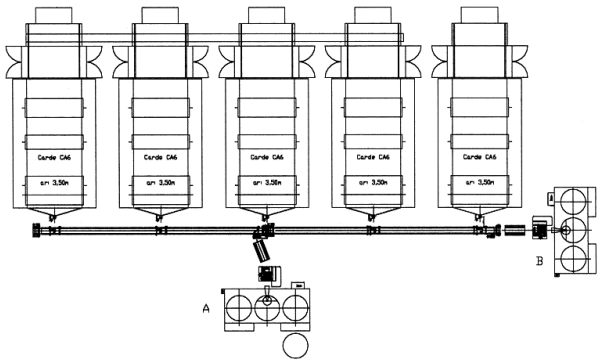


Fig. 159 Doppio stiratoio dopo-carda

- i nastri cardati, per es. provenienti da 5 carde, vengono inviati a gruppi di 2 e 3 nei due stiratoi "A" e "B" rispettivamente,
- nel caso di fermata dello stiratoio "A", i 2 nastri che lo alimentano vengono inviati nello stiratoio "B" che, automaticamente, provvede a modificare il valore del suo stiro,
- nel caso di fermata dello stiratoio "B", il nastro trasportatore, sul quale sono disposti i 3 nastri che lo alimentano, inverte il senso del suo movimento e invia i nastri nello stiratoio "A" che, automaticamente, provvede a modificare il valore del suo stiro.

Composizione

Uno stiratoio riunitore (Fig. 160) è composto dai seguenti organi:

1. un nastro trasportatore con un dispositivo di piegatura per ogni carda (Fig. 161),
2. un nastro trasportatore doppio, inclinato, per portare i nastri cardati all'altezza della testa di stiro,

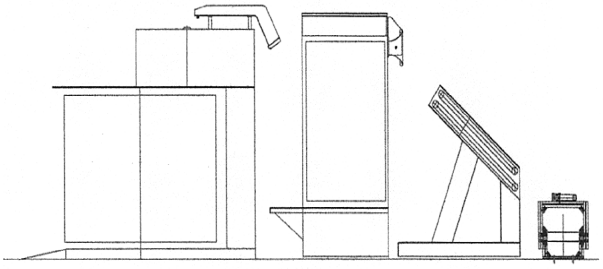


Fig. 160 Stiratoio riunitore dopo-carda

3. un imbuto condensatore che delimita i bordi del nastro e determina la larghezza del materiale che entra nello stiratoio (Fig. 162),
4. un gruppo di stiro,
5. un dispositivo automatico di raccolta in vaso del nastro prodotto.

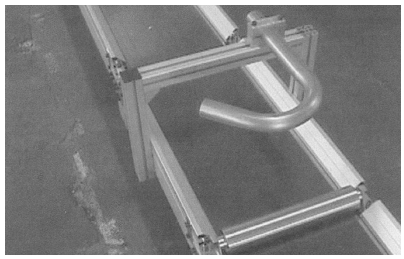


Fig. 161
Dispositivo di piegatura

A) Gruppo di stiro
Il gruppo di stiro di uno stiratoio riunitore è composto dai seguenti organi (Fig. 163):

- un dispositivo di alimentazione costituito da un cilindro rivestito di gomma che preme su due cilindri scanalati,
- un dispositivo di controllo delle fibre costituito da due coppie di cilindri muniti di denti (chiamati "controllers", Fig. 164),
- un dispositivo di uscita costituito da un cilindro rivestito di gomma che preme su due cilindri scanalati uno dei quali di dimensioni ridotte.

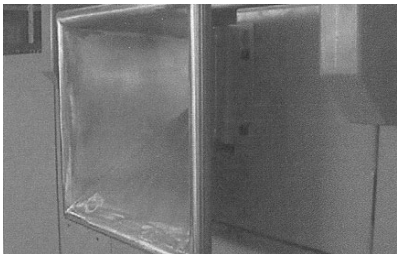


Fig. 162
Imbuto condensatore

I "controllers" sono costituiti da una serie di dischi dentati disposti, uno accanto all'altro, ad una distanza rigorosamente costante per mezzo di anelli distanziatori (Fig. 163); il montaggio di precisione dei dischi dentati consente la perfetta intersezione dei denti di ogni cilindro con quelli dei cilindri limitrofi.

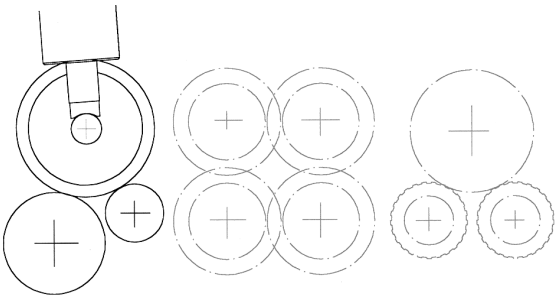


Fig. 163 Gruppo di stiro

Fig. 164 Controller

I dischi dentati sono montati sui cilindri con i denti inclinati in senso opposto a quello della loro rotazione e, quindi, nel senso opposto al movimento del materiale che deve essere stirato.

PETTINATURA

Generalità

Il nastro cardato, proveniente dalla carda o dallo stiratoio riunitore, viene sottoposto all'operazione di pettinatura per effettuare:

- l'eliminazione delle fibre corte,
- la parallelizzazione delle fibre,
- l'eliminazione delle sostanze vegetali ancora presenti.

La pettinatura viene messa in pratica mediante tre successive fasi di lavorazione:
1. la preparazione alla pettinatura o avan-pettinatura,
2. la pettinatura propriamente detta,
3. la post-pettinatura;
   per la realizzazione delle fasi 1) e 3) si usano gli stiratoi, per la fase 2) le pettinatrici e, per esempio, per una lana avente una finezza di 21 micron, può essere seguito il ciclo di lavorazione riportato nella Fig. 165.

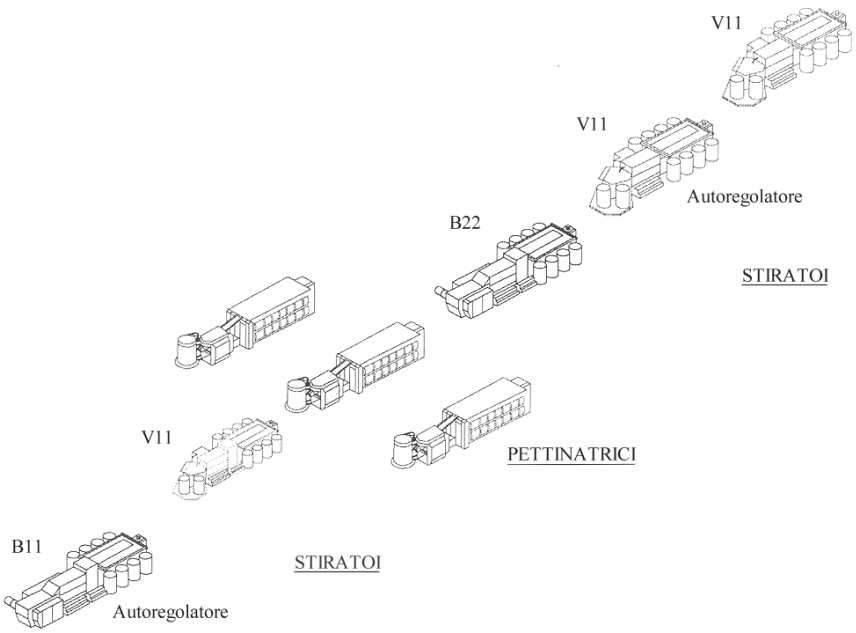


Fig. 165 Ciclo di pettinatura della lana (finezza 21 micron)

La preparazione alla pettinatura

Prima di sottoporre il materiale all'azione della pettinatrice, per evitare che le fibre ripiegate o con uncini presenti nel nastro cardato, "apparendo" corte, possano essere eliminate e l'energica azione di parallelizzazione delle fibre produca la loro rottura, bisogna operare la distensione delle fibre ed iniziare la loro parallelizzazione; lo scopo della preparazione alla pettinatura è, appunto, quello di realizzare le suddette operazioni.

Lo stiro (drawing) del nastro cardato effettuato dallo stiratoio riunitore dopo-carda, riduce il numero degli uncini che si sono formati in "coda" alle sue fibre durante la cardatura, però, per la loro completa distensione, è necessario effettuare altre operazioni di stiro, in sequenza, in modo da agire alternativamente sulla testa e sulla coda delle fibre (con riferimento all'uscita del nastro dalla carda).

La pratica mostra che il giusto compromesso tra il numero delle operazioni di stiro da effettuare e la quantità di "blousse" che si forma alla pettinatrice si raggiunge effettuando 3 stiri successivi all'azione dello stiratoio riunitore; in questo modo si eseguono due azioni di distensione e parallelizzazione (stiro) su entrambe le estremità (testa e coda) delle fibre che compongono il nastro cardato (Fig. 166).

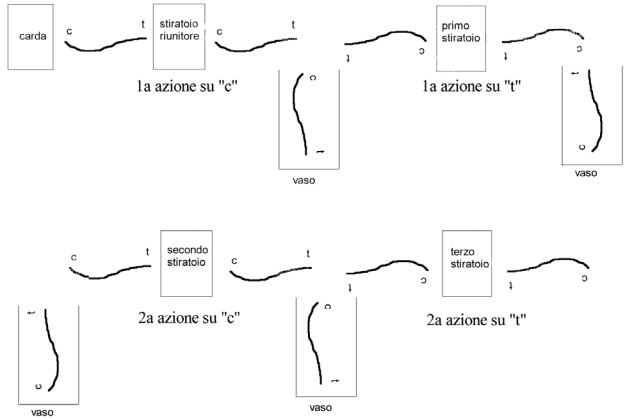


Fig. 166 Azione sulle fibre durante le operazioni di stiro

Ognuna delle operazioni di stiro ("passaggi") è accompagnata da un adeguato numero di accoppiamenti che rendono più uniforme la sezione del materiale che alimenta gli stiratoi e compensano le irregolarità presenti nei singoli nastri; i valori degli stiri e degli accoppiamenti sono scelti in funzione delle caratteristiche del materiale da lavorare, delle macchine a disposizione e del piano di lavoro che si vuole adottare.

A titolo indicativo, si effettuano 4 ÷ 8 accoppiamenti e si utilizzano stiri variabili da 4.5 ÷ 6.5 facendo in modo, come alcuni ritengono, che la massa delle fibre possa fungere da filtro permettendo una più efficace distensione delle fibre.

Gli stiratoi "intersecting"

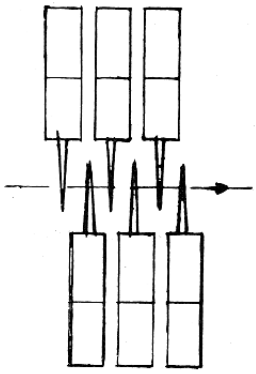


Fig. 167 Aghi

Gli stiratoi tradizionalmente impiegati per la lavorazione dei nastri di lana, per il controllo delle fibre nel campo di stiro, si avvalgono di un dispositivo costituito da aghi di acciaio che penetrano nella massa fibrosa, dall'alto e dal basso intersecandosi e la accompagnano fino in prossimità dei cilindri di stiro; in questo modo, lo spazio esistente tra gli aghi e occupato dalle fibre è lo stesso lungo tutta l'estensione degli aghi (Fig. 167) e ciò comporta una costante pressione esercitata sulle fibre e, quindi, un uniforme controllo delle fibre sottoposte all'azione di stiro.

Il dispositivo di controllo descritto viene chiamato "intersecting".

Gli aghi sono montati su barrette di acciaio in modo da costituire "pettini" le cui estremità laterali, "alette", si impegnano nel meccanismo che viene utilizzato per consentirne l'avanzamento (Fig. 168).

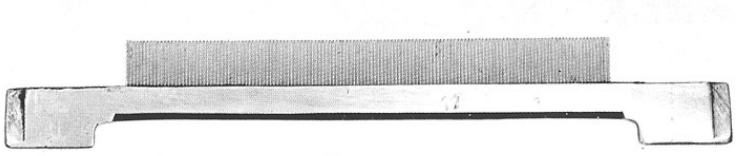


Fig. 168 Pettine (con "alette")

Gli stiratoi intersecting più frequentemente utilizzati in questa fase della lavorazione sono del tipo "monotesta" nei quali i pettini possono essere comandati mediante "catena" oppure "flange rotanti"; possono essere anche utilizzati i tradizionali stiratoi "a vitoni" che assicurano un ottimo controllo delle fibre ma presentano una bassa produzione a causa della limitata velocità di alimentazione che possono realizzare.

A) Composizione
Uno stiratoio intersecting è composto dai seguenti organi:

- una rastrelliera di alimentazione che consente di disporre i nastri prelevati dai vasi su un piano orizzontale liscio e di inviarli ai cilindri di alimentazione del gruppo di stiro,
- un gruppo di stiro costituito da:
  a) una coppia di cilindri scanalati di alimentazione che costituisce l'organo di pinzatura delle fibre,
  b) una doppia serie di pettini intersecanti ("campo d'aghi") in modo che la loro mezzeria si trovi sul piano di lavoro individuato dalle zone di contatto tra i cilindri alimentatori e tra i cilindri di stiro. I pettini sono guidati in modo che il campo d'aghi superiore e quello inferiore risultino separati, dalla parte della alimentazione, per facilitare l'ingresso del materiale nel dispositivo di controllo e, invece, si intersechino, verso l'uscita, in modo da costringere le fibre ad incunearsi tra gli aghi e a distendersi e parallelizzarsi durante lo stiro,
  c) cilindri di stiro composti, di solito, da 1 cilindro rivestito di gomma su 2 cilindri scanalati,
- un dispositivo di raccolta del nastro in vaso o in bobina. Lo stiratoio che viene utilizzato per effettuare il terzo passaggio di stiro presenta la raccolta del nastro prodotto in 1 o 2 bobine per testa (per limitare lo spazio occorrente per l'alimentazione delle pettinatrici che richiedono 20 ÷ 24 accoppiamenti ognuna); il dispositivo di raccolta permette di dare una falsa torsione al nastro allo scopo di avvolgerlo con una tensione opportuna che consenta la corretta formazione della bobina .

B) Testa di stiro "a vitoni" (Fig. 169)
Negli stiratoi a "vitoni" le alette dei pettini si impegnano nei filetti di grosse viti senza fine ("vitoni di lavoro", Fig. 170) la cui rotazione consente l'avanzamento su un piano orizzontale dei pettini, uno dietro l'altro, verso i cilindri di stiro.

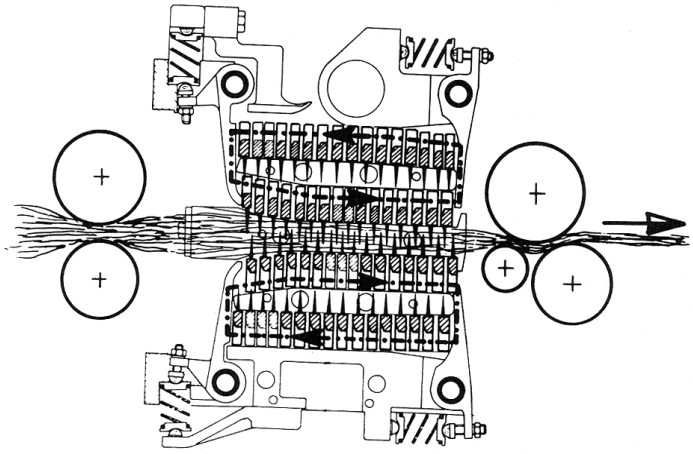


Fig. 169 Testa di stiro a vitoni

Ogni pettine, giunto a fine corsa in prossimità dei cilindri di stiro, viene fatto scendere (se appartiene al campo d'aghi inferiore) o salire (se appartiene al campo d'aghi superiore) spinto da due camme rotanti ("naselli", Fig. 170), fissate alle estremità dei vitoni di lavoro, che lo fanno impegnare nei filetti di due "vitoni di ritorno". La rotazione dei vitoni di ritorno è tale che il pettine viene riportato indietro, all'inizio del campo d'aghi, dove viene ricollocato nella zona di lavoro da altri due naselli, disposti alle estremità dei vitoni di ritorno, che lo spingono nel verso opposto a quello precedente.

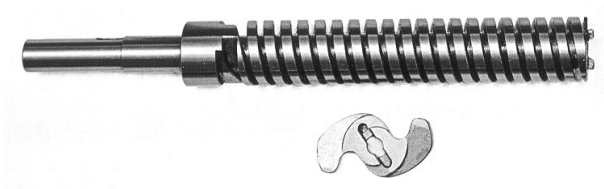


Fig. 170 Vitone e nasello

I vitoni di ritorno hanno, di solito, un passo maggiore dei vitoni di lavoro in modo che, a parità di numero di giri, ogni pettine possa compiere la corsa di ritorno più rapidamente; in tal caso, in ogni istante, il numero dei pettini

che si trovano in fase di ritorno è inferiore a quello dei pettini che lavorano.
Durante tutto il movimento, i pettini si mantengono sempre fra loro paralleli e con gli aghi perpendicolari alla direzione del movimento del materiale.
L'efficacia del controllo delle fibre è tale che, ancora oggi, lo stiratoio a vitoni viene preso come termine di paragone per giudicare gli altri sistemi di controllo; il limite di questa macchina è costituito dalla scarsa capacità produttiva dovuta all'impossibilità di raggiungere elevate velocità di avanzamento dei pettini a causa dei movimenti che essi devono compiere e delle sollecitazioni meccaniche alle quali sono soggetti.
La relazione che consente di calcolare la velocità di avanzamento dei pettini è la seguente:

$$Vap\ (m/min) = Np/min\ *\ Dp\ (m)$$

in cui:
Vap = velocità di avanzamento dei pettini (m/min),
Np/min = numero di pettini che passano, in un minuto, in una determinata posizione,
Dp = distanza (passo) esistente fra un pettine e l'altro (m);

tenendo presente che in corrispondenza dell'estremità dei vitoni di lavoro, i pettini vengono colpiti dai naselli, si ha che:

$$Vap = \frac{\frac{\text{colpi pettine}}{\text{min}} \times \frac{\text{passo (mm) dei vitoni lavoratori}}{\text{n° principi dei vitoni lavoratori}}}{1000}\ \text{(m/min).}$$

Il passo dei vitoni di lavoro è di 18 mm (in alcuni casi di 22 mm) e la loro filettatura è a due principi; essi compiono, al massimo, 1000 giri/min e siccome i naselli colpiscono due pettini per ogni giro del vitone risulta che i colpi pettine/min sono 2000 (un colpo ogni 0,03 s) al massimo.

Da quanto appena detto deriva che la velocità massima di avanzamento dei pettini degli stiratoi a vitoni è di 18 m/min (22 m/min se il passo è di 22 mm) che è anche la velocità periferica massima dei cilindri di alimentazione.

C) Testa di stiro "a flange rotanti" (Fig. 171)
Negli stiratoi a "flange rotanti", l'avanzamento dei pettini viene realizzato, per entrambi i campi d'aghi (superiore ed inferiore), mediante la rotazione di una coppia di flange nelle cui scanalature radiali vengono inserite le alette dei pettini; il percorso dei pettini deriva dalle scanalature che sono tracciate su due coppie di spalle laterali fisse.
In questo caso, la traslazione orizzontale continua ed il moto verticale ad impulsi dei pettini della testa di stiro a vitoni sono sostituiti da un moto rotatorio uniforme per il quale le sollecitazioni meccaniche degli organi interessati sono ridotte al minimo.

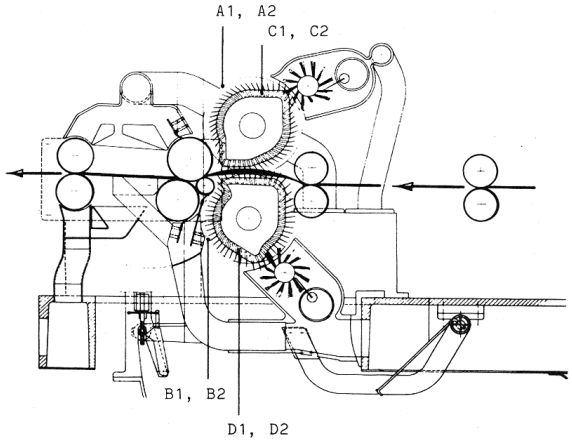


Fig. 171 Testa di stiro a "flange rotanti" (sezione trasversale)

Come prima detto, in questi stiratoi (Figg. 171 e 172) i pettini sono posti in rotazione per mezzo di due coppie di flange scanalate, “A1, A2” e “B1, B2”, dotate di moto rotatorio uniforme mentre le due coppie di camme fisse, “C1, C2” e “D1, D2”, hanno il compito di guidare i pettini facendo loro assumere, nella zona di lavoro, un movimento quasi rettilineo ed una posizione che determina la corretta intersezione dei loro aghi.

La curvatura che assume il materiale tra i cilindri di alimentazione e i cilindri di stiro favorisce l’affondamento del materiale nei pettini e, quindi, aumenta il controllo delle fibre effettuato dagli aghi.

D) Testa di stiro “a catena” (Fig. 173)
Per gli stiratoi a catena valgono le stesse considerazioni fatte in precedenza per gli stiratoi a flange rotanti; la differenza risiede nel fatto che in questo caso i pettini sono messi in movimento da due coppie di catene disposte ai lati della testa di stiro.

Alle estremità dei pettini (Fig. 174) è presente un perno per l’innesto nelle catene e alternativamente, all’estremità destra e a quella sinistra, sporge un codolo sagomato sul quale viene montata una boccola per la guida del pettine; le boccole seguono il percorso tracciato da due coppie di piste sagomate, disposte ai lati della testa di stiro, che determinano l’orientamento dei pettini nelle diverse posizioni che essi assumono durante il movimento.

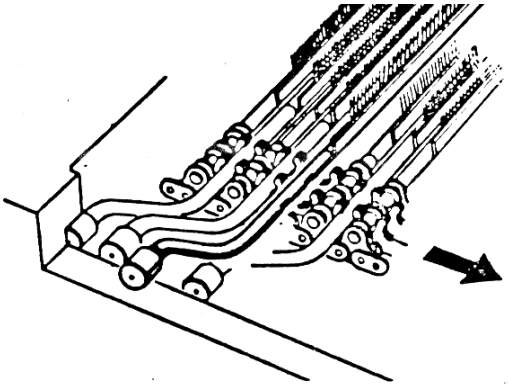


Fig. 174 Comando del movimento dei pettini

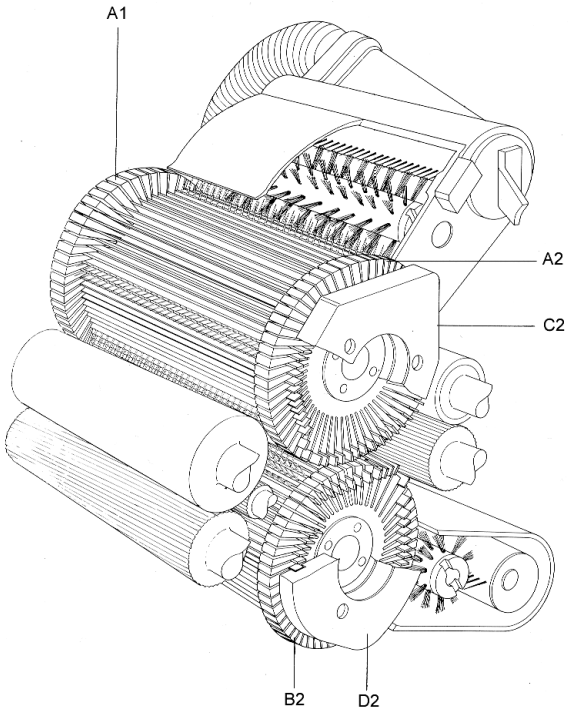


Fig. 172 Testa di stiro a “flange rotanti”

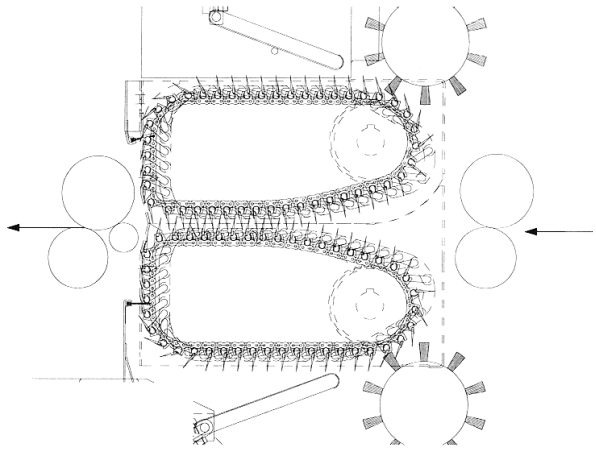


Fig. 173 Testa di stiro a “catena”

Le catene di comando dei pettini sono triple e di tipo inestensibile con appositi innesti per i perni dei pettini; la loro rotazione viene assicurata da una ruota dentata che è disposta dalla parte dei cilindri di alimentazione mentre verso l’uscita è presente un pignone dentato di guida; in questo modo il tiro avviene sul ramo di ritorno della catena e non nella zona di lavoro dove i pettini risultano spinti in modo che in ogni punto è assicurato il passo costante di 8 mm tra di essi.

L'inclinazione degli aghi (Fig. 175) è tale da consentire sia l'intersezione costante dei pettini nel materiale, per un perfetto ed omogeneo controllo delle fibre in lavorazione, sia una distanza ridotta fra l'ultimo pettine in lavoro e il gruppo di stiro per un migliore controllo delle fibre corte.

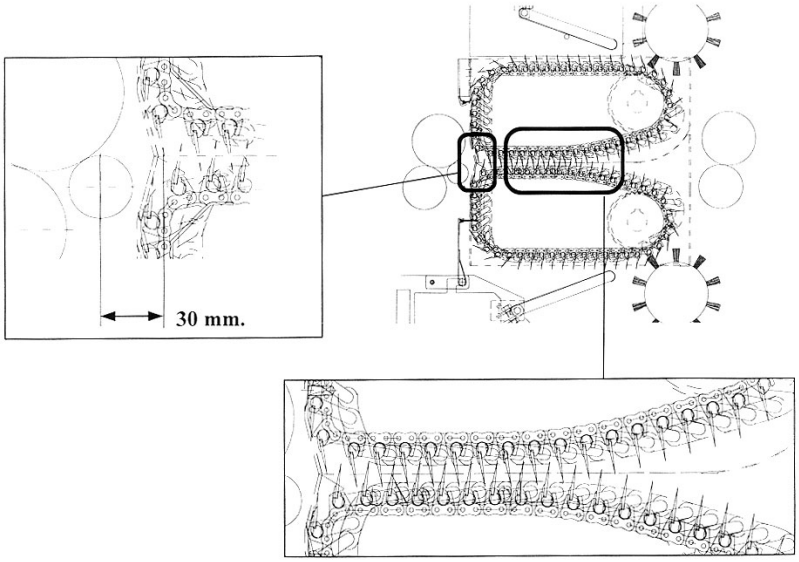


Fig. 175 Inclinazione degli aghi

E) Autoregolatore elettronico
A seconda dei casi, è conveniente dotare il primo o il secondo stiratoio di preparazione alla pettinatura di un dispositivo autoregolatore dello stiro che consenta di mantenere inalterato il titolo del nastro prodotto anche in presenza di variazioni di portata del materiale alimentato dovute, per esempio, alla mancanza di un nastro oppure alla giunzione di un nastro interrotto.

Il funzionamento dell'autoregolatore elettronico è il seguente (Fig. 176):

- le oscillazioni di volume del materiale in alimentazione vengono rilevate da un tastatore meccanico (Fig. 177),
- un trasduttore invia le informazioni ricevute ad una memoria elettronica,
- quando, nel suo percorso verso l'uscita, il materiale rilevato dal tastatore arriva nel campo di stiro, la memoria trasmette l'informazione al servomotore di alimentazione (in modo da sincronizzare la correzione dello stiro con l'istante della tastatura),
- in rapporto alle informazioni ricevute, il motore modifica la velocità di rotazione variando la velocità di alimentazione e, quindi, il valore dello stiro.

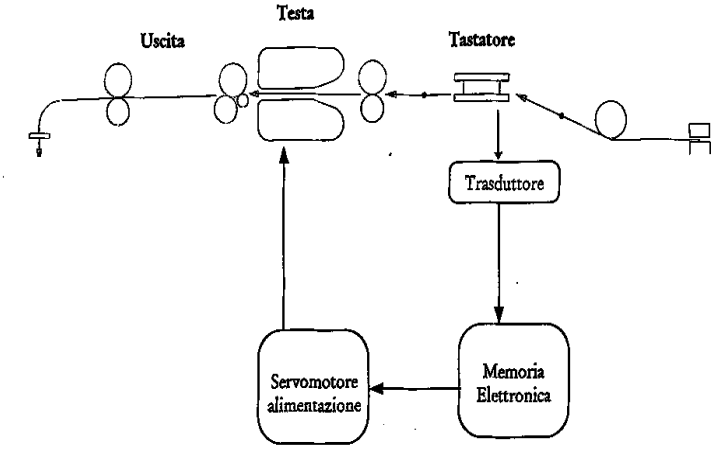


Fig. 176 Autoregolatore elettronico di stiro

La velocità di intervento di 2/1000 di secondo consente una perfetta regolazione anche alle più elevate velocità di alimentazione dello stiratoio.

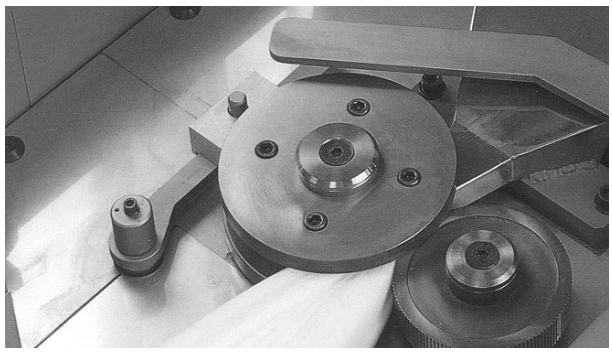


Fig. 177 Tastatore meccanico

F) Considerazioni finali
Nella Fig. 165 le sigle accanto alle macchine indicano le condizioni di uscita del materiale: "V11" indica la raccolta di un nastro in un vaso, "B11" la raccolta di un nastro in una bobina, "B22" la raccolta di due nastri avvolti in due distinte bobine.

Il percorso di avanzamento del nastro in uscita è completamente controllato per evitare falsi stiri. All'uscita e all'entrata dei nastri nello stiratoio, possono essere presenti dispositivi di "ensimage": in uscita mediante un ugello annegato nel nastro prodotto, in entrata mediante una camera di nebulizzazione, inserita tra la rastrelliera di alimentazione e la testa di stiro, nella quale i nastri entrano sovrapposti.

La pettinatura

Generalità

La pettinatura (combing), come detto, è l'operazione mediante la quale il nastro cardato, opportunamente preparato, viene privato delle fibre di lunghezza inferiore ad una lunghezza prefissata e delle residue impurità presenti che sono sfuggite all'azione della carda. Durante questa operazione tutte le fibre vengono distese e disposte parallele all'asse longitudinale del nastro che prende il nome di "nastro pettinato".

L'elevato grado di parallelismo delle fibre e la riduzione del numero di fibre corte presenti nel nastro pettinato riducono notevolmente la voluminosità e la pelosità ed aumentano la regolarità del filato che si otterrà mediante le successive operazioni.

Il cascame dell'operazione di pettinatura, detto "pettinaccia" o "blousse", viene impiegato, mescolato con altri materiali, nel ciclo di filatura cardata; quello più scadente viene destinato all'industria dei feltri.

La pettinatura manuale

Per comprendere il funzionamento delle macchine che effettuano la pettinatura (le "pettinatrici") è utile esaminare le modalità con le quali, nei tempi passati, veniva realizzata la pettinatura a mano. Questa lavorazione comprendeva tre fasi principali denominate:
1. inserimento della ciocca di fibre nel pettine;
2. pettinatura della testa della ciocca di fibre;
3. estrazione e pettinatura della coda della ciocca di fibre.

1) Inserimento della ciocca di fibre nel pettine (Fig. 178)
Per l'inserimento della ciocca si usava un pettine, "p", fissato ad una parete, con le punte degli aghi rivolte verso l'alto; il "pettinatore" prendeva una ciocca e la impigliava in questo pettine in modo che un'estremità delle fibre sporgesse dai suoi aghi.

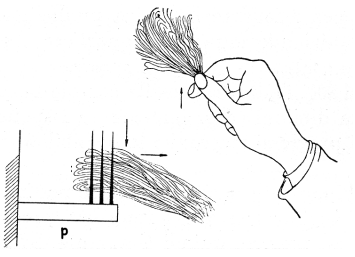


Fig. 178 Inserimento della ciocca

2) Pettinatura della testa della ciocca di fibre (Fig. 179)
Le fibre sporgenti dal pettine "p" erano attraversate dal pettine

mobile, “m”, che veniva passato ripetutamente sul materiale, senza strappi, fino a realizzare la separazione delle fibre corte, non trattenute dagli aghi di “p” e delle impurità aderenti alle fibre più lunghe; il cascame, proveniente dalla testa della ciocca, veniva trattenuto dagli aghi di “m”.

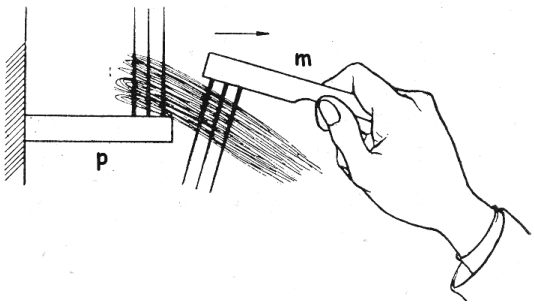


Fig. 179 Pettinatura della testa della ciocca

3) Estrazione e pettinatura della coda della ciocca di fibre (Fig. 180)
Il “pettinatore”, afferrata la testa della ciocca appena pettinata, la estraeva dal pettine “p” costringendo le fibre impigliate fra i suoi aghi, costituenti la coda della ciocca, a scorrere fra di essi. In tal modo, come nel caso precedente, si realizzava la separazione delle fibre corte, non afferrate dal pettinatore, e delle impurità aderenti alle fibre più lunghe. Il cascame, proveniente dalla coda della ciocca, veniva trattenuto dagli aghi di “p”.

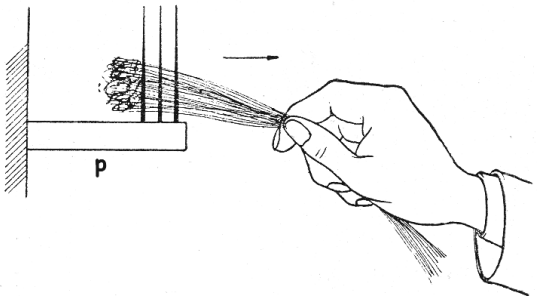


Fig. 180 Estrazione e pettinatura della coda della ciocca

La pulitura dei due pettini, “p” e “m”, veniva effettuata a mano ed il materiale estratto costituiva il cascame detto “pettinaccia” o “blousse”.

Il principale inconveniente della pettinatura manuale era costituito dal fatto che nel materiale pettinato si riscontrava la presenza di impurità dovuta all’esistenza di un piccolo tratto di ciocca che non veniva attraversato dagli aghi di alcun pettine. Infatti, la parte anteriore della ciocca veniva pettinata dal pettine “m” e quella posteriore dal pettine “p” ma per quanto sottili potevano essere gli aghi dei due pettini, rimaneva sempre un piccolo tratto della ciocca nel quale gli aghi del pettine “m” non potevano penetrare perchè situato troppo vicino al pettine “p” e gli aghi di quest’ultimo non vi esercitavano alcuna azione perché non lo attraversavano durante l’estrazione; ne conseguiva che questo tratto della ciocca non veniva pettinato e restava con le impurità eventualmente presenti.

La pettinatura meccanica

Nella pettinatura manuale gli organi in funzione sono tre: la mano e i due pettini; la mano funziona come strumento di presa e i pettini operano la pettinatura della parte anteriore e posteriore della ciocca.
La pettinatura meccanica viene effettuata mediante le pettinatrici rettilinee che imitano la pettinatura manuale; l’organo pettine è lo stesso mentre la mano del “pettinatore” è sostituita da altri organi di presa.
Le pettinatrici rettilinee operano prima sulla testa e poi sulla coda delle ciocche di fibre e sono composte da:

- un organo di pinzatura, che trattiene la ciocca,
- un pettine circolare, che agisce sulla parte anteriore (testa) della ciocca,

- un pettine rettilineo, che agisce sulla parte posteriore (coda) della ciocca,
- un organo di pinzatura, che estrae la ciocca dalla macchina.

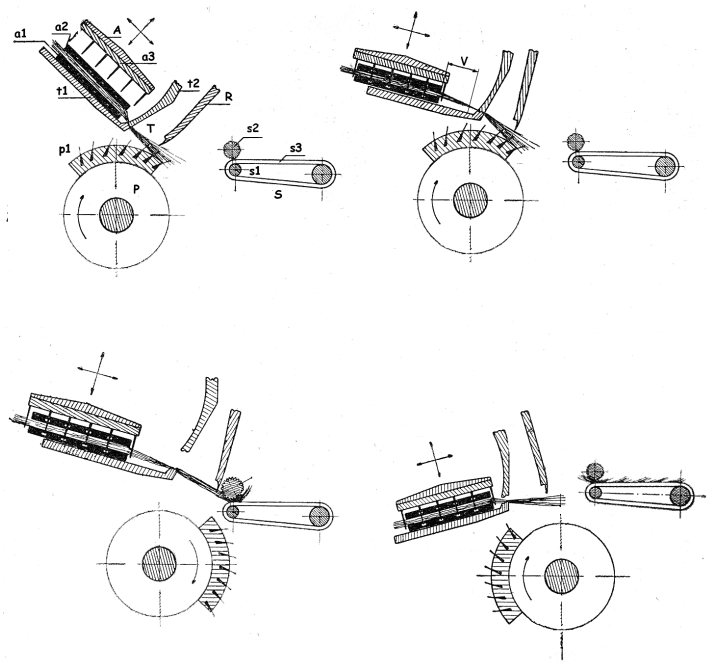


Fig. 181 Pettinatura della testa e della coda di una ciocca

Nella Fig. 181 sono rappresentate quattro diverse posizioni degli organi di una pettinatrice rettilinea per la lavorazione della lana.
Lo schema in alto a sinistra mostra l'organo di pinzatura, costituito dalle due branche di una pinza, chiuso ed il pettine circolare che inizia ad operare sulla parte anteriore (testa) della ciocca; lo schema in basso a sinistra mostra la pinza aperta, la testa della ciocca appena pettinata in presa all'organo di pinzatura, costituito da cilindri estrattori, per la sua uscita dalla macchina mentre il pettine rettilineo, abbassato, inizia ad operare sulla parte posteriore (coda) della ciocca.

In definitiva, il principio di funzionamento della pettinatrice rettilinea può essere riassunto nel modo seguente.
Un materasso di fibre, formato da 20-24 nastri in parte affiancati e in parte sovrapposti, viene spinto in avanti dai cilindri alimentatori (non rappresentati nelle figure). Le fibre si adagiano tra la piastra scanalata "a1" e la griglia separatrice "a2" che, unitamente alla tavola d'aghi "a3", costituiscono il carrello ("gill") di alimentazione "A".
La parte iniziale del materasso è trattenuta fra le branche "t1" e "t2" della pinza "T" e sporge da esse di un tratto, di lunghezza opportuna, nel quale vanno ad inserirsi gli aghi dei pettini con i quali è guarnito il settore "p1" del pettine circolare "P" (Fig. 180, in alto a sinistra).
Mentre "P" ruota, i pettini del settore "p1" – aventi aghi inclinati nel senso del moto con popolazione più rada nelle prime file (settore smistatore) e più fitta nelle ultime (settore finitore) – operano la pulizia e la pettinatura della ciocca sporgente (testa) mentre il carrello "A" effettua un moto di ritorno di ampiezza "V" regolabile; durante questo movimento, che serve per preparare l'alimentazione della ciocca successiva, il materasso striscia fra "a1" e "a2" e resta fermo perché è trattenuto dalla pinza chiusa "T" (Fig. 181, in alto a destra).
Quando il carrello "A" avanza verso la pinza che si è aperta, il materasso segue il suo movimento e realizza l'alimentazione della ciocca successiva, in quanto la tavola d'aghi "a3" si abbassa e affonda le sue punte negli interstizi di "a1" e "a2" e tra le fibre che, pertanto, vengono trascinate.
Dopo che l'ultima fila di aghi di "p1" ha attraversato la testa della ciocca, i cilindri estrattori "S" (composti dal cilindro rigato "s2" e dal manicotto "s3" che scorre sul cilindro rigato s1) che si sono avvicinati al pettine circolare, afferrano la testa della ciocca e il pettine rettilineo "R" si abbassa e vi affonda i suoi aghi. In questo istante, la pinza "T" si apre, il carrello "A" avanza e la ciocca, portata avanti dai cilindri estrattori che ruotano e oscillano allontanandosi da "P", si stacca dal materasso e attraversa gli aghi del pettine rettilineo "R" che effettua la pettinatura della sua (coda) parte posteriore (Fig. 181, in basso a sinistra).

I cilindri “s1” e “s2” sono fortemente pressati fra loro per realizzare una perfetta pinzatura della ciocca, inoltre, durante l’oscillazione di avvicinamento al pettine circolare, ruotano in senso opposto all’avanzamento del materiale per far retrocedere la ciocca pettinata in precedenza; questo movimento è necessario per sovrapporre la ciocca che si sta lavorando a quella già pettinata per garantire la continuità del nastro in formazione.

Al termine della pettinatura della coda della ciocca, la pinza “T” si chiude in modo da trattenere la nuova ciocca alimentata, il carrello “A”, che ha terminato il suo avanzamento, inizia a retrocedere del tratto “V” con la tavola d’aghi “a3” sollevata, il pettine rettilineo “R” si alza, i cilindri estrattori “S” si predispongono ad effettuare i loro movimenti di rotazione (per far retrocedere il materiale) e di traslazione (per avvicinarsi a “P”) e il pettine circolare, che ha quasi completato un giro, giunge con la sua prima fila di aghi in prossimità della ciocca sporgente da “T” (Fig. 181, in basso a destra).
Le ciocche di fibre pettinate disposte sul manicotto “s3”, sovrapposte testa su coda, formano un sottile velo che, condensato in nastro, viene convogliato in un vaso di raccolta.

La pettinatrice rettilinea con doppio movimento combinato

La pettinatrice rettilinea con doppio movimento combinato dei cilindri strappatori e del carro porta pinza e gill di alimentazione ha la caratteristica di avere la pinza che esegue un’oscillazione curvilinea in modo che il punto di presa delle fibre compia una traiettoria che corrisponde ad un arco di circonferenza avente il centro sull’asse del pettine circolare (Fig. 182).

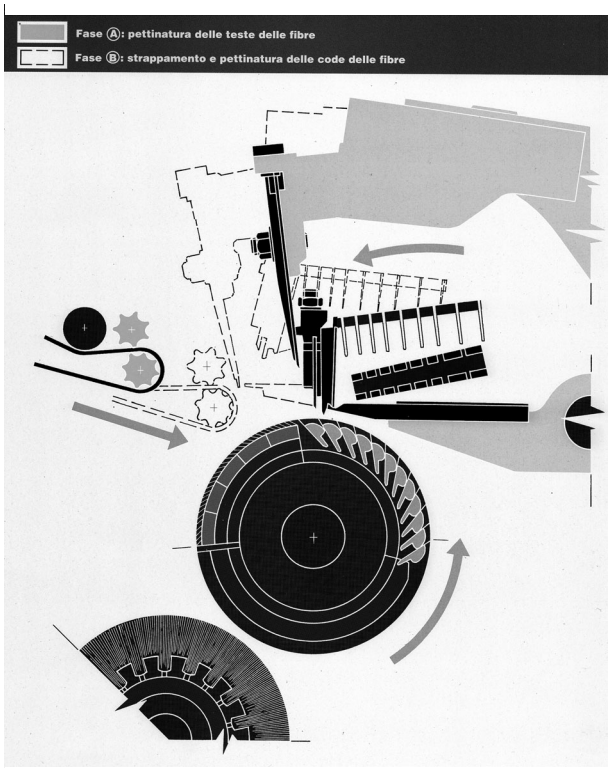


Fig. 182 Pettinatrice con doppio movimento combinato

Tale movimento viene compiuto mentre il pettine circolare lavora la ciocca sporgente dalla pinza e ciò consente, a parità del suo numero di giri, un’azione più graduale dei suoi aghi sulle fibre della testa della ciocca.
La corsa della pinza determina una riduzione dei tempi inattivi (una parte dell’avvicinamento tra la pinza e i cilindri strappatori avviene durante la pettinatura della testa) e ciò permette di aumentare la velocità di rotazione del pettine circolare e, quindi, di aumentare la produzione, mantenendo inalterate le altre condizioni di lavorazione.

Il parametro che determina la lunghezza delle fibre da eliminare è lo “scartamento” della pettinatrice che rappresenta la distanza fra il punto di presa della pinza e il punto nel quale i cilindri strappatori afferrano la testa della ciocca, cioè la “distanza minima fra pinza e cilindri strappatori”; esso influisce anche sulla produzione della macchina in quanto, dalla sua entità, dipende la quantità di cascame (“blousse”) che si genera durante la lavorazione.

A) Principio di funzionamento

La Fig. 183 mostra le posizioni occupate dagli elementi principali che compongono la pettinatrice rettilinea con il doppio movimento nelle due fasi della pettinatura:

- 1a fase, pettinatura della testa della ciocca, effettuata dal pettine circolare mentre avviene l'oscillazione sincronizzata del gruppo di alimentazione e dei cilindri strappatori;
- 2a fase, estrazione e pettinatura della coda della ciocca, effettuate dai cilindri strappatori e dal pettine rettilineo mentre avviene l'alimentazione del materiale per il ciclo di lavoro successivo.

Il funzionamento della pettinatrice è il seguente:

a) - mentre i cilindri estrattori si trovano alla massima distanza dalla pinza (Fig. 183, in alto), inizia l'azione del settore smistatore del pettine circolare sul materiale che sporge dalla pinza chiusa che oscilla verso i cilindri strappatori, unitamente al carrello di alimentazione ad essa solidale (pettinatura della testa); durante l'azione delle ultime file di aghi del pettine circolare (settore finitore) mentre la pinza continua il suo movimento, i cilindri strappatori iniziano l'oscillazione di avvicinamento alla pinza che, nel frattempo, si apre,

b) - al termine dell'oscillazione della pinza e dei cilindri strappatori, quando la distanza tra di essi è pari allo scartamento (Fig. 183, in basso), l'estremità delle fibre (testa della ciocca) si posa sul manicotto dell'organo estrattore, sopra la parte terminale della ciocca precedente, e viene afferrata dai cilindri strappatori; nello stesso istante il pettine rettilineo, che oscilla insieme alla pinza, si abbassa e affonda i suoi aghi nel materiale. A questo punto la pinza si apre e hanno inizio due movimenti:

1) i cilindri strappatori ruotano in avanti e si allontanano dalla pinza in modo da estrarre le fibre costringendole a passare attraverso gli aghi del pettine rettilineo (pettinatura della coda),
2) il carrello alimentatore avanza con movimento sincrono con quello dei cilindri strappatori ed esegue l'alimentazione del materiale per il ciclo successivo.

Verso la fine della rotazione dei cilindri strappatori, la pinza inizia il suo movimento di ritorno determinando un incremento dell'azione di estrazione della ciocca che favorisce il distacco delle fibre più lunghe dal materasso.

Al termine dei due movimenti suddetti (pettinatura della coda completata), durante l'oscillazione di ritorno, la pinza si chiude, nella stessa posizione nella quale in precedenza si era aperta e afferra una nuova ciocca per dare inizio ad un nuovo ciclo di lavoro subito dopo la fine dell'oscillazione. Mentre vengono effettuati questi movimenti, i

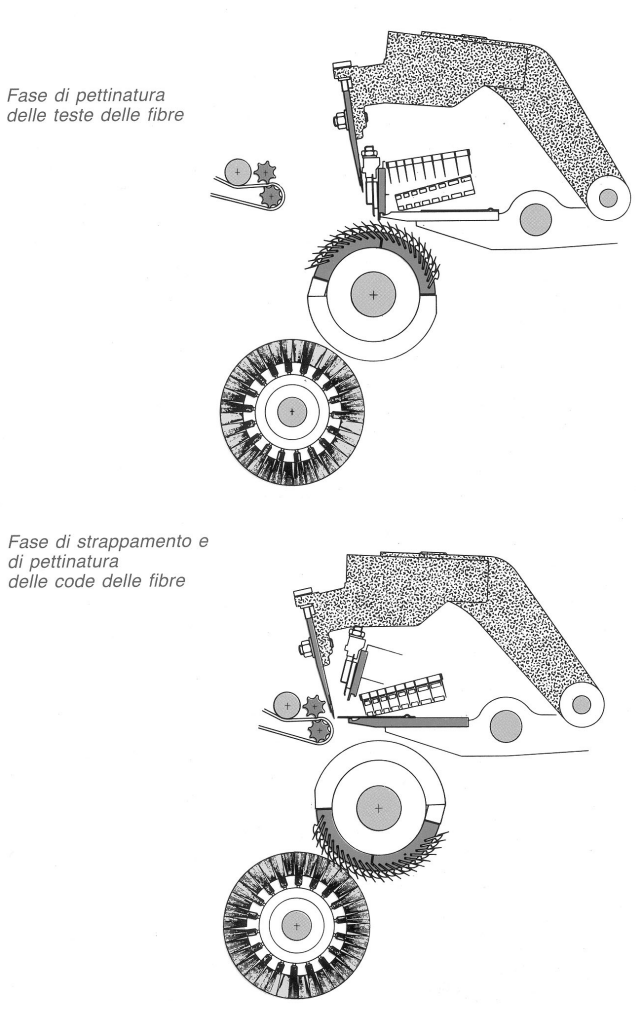


Fig. 183 Le due fasi della pettinatura di una ciocca

cilindri estrattori ruotano in senso inverso al precedente e fanno retrocedere una parte della ciocca, appena pettinata, che viene fatta aderire al manicotto mediante un'opportuna aspirazione d'aria; in tal modo, la testa della successiva ciocca lavorata si dispone sopra la coda di quella precedente assicurando la saldatura del velo e la sua continuità.

B) Dispositivo di alimentazione
Prima di passare tra le piastre del gill di alimentazione, il materasso attraversa il gruppo di pre-alimentazione costituito da un cilindro rigato con rullo superiore ricoperto di gomma in grado di assicurare la presa delle fibre anche per elevate cariche di alimentazione.

Le piastre, attraverso le quali scorre il materasso, sono convergenti verso l'uscita in modo che il materiale alimentato, avanzando verso la pinza, venga compresso e condensato progressivamente. L'uniformità di spessore del materiale, lungo tutta l'altezza di lavoro del pettine rettilineo, assicura il medesimo autocontrollo delle fibre, lungo tutta la sezione trasversale del materasso, durante la pettinatura della coda della ciocca con conseguente costante grado di parallelizzazione e pulizia del materiale.

C) Pinza
La pinza, unitamente al gill di alimentazione, esegue un'oscillazione verso i cilindri estrattori per creare una condizione più favorevole alla lavorazione del materiale.
Il vantaggio derivante dal movimento di avanzamento della pinza, nel senso di rotazione del pettine circolare, è dovuto al fatto che esso avviene verso la fine della pettinatura della testa della ciocca quando lavorano le ultime file di aghi, a popolazione più fitta, del pettine circolare e determina una velocità di pettinatura (data dalla velocità periferica del pettine circolare meno quella di avanzamento della pinza) più bassa della velocità posseduta dal pettine circolare con conseguente riduzione del "colpo di frusta" dei suoi aghi sulle fibre nel momento della penetrazione; in definitiva, le fibre vengono meno sollecitate e snervate.
In altri termini, si può dire che l'avanzamento della pinza che accompagna la rotazione delle ultime file di aghi del pettine circolare determina un aumento del tempo di pettinatura; ne deriva una pettinatura della testa della ciocca più lunga e graduale, come se fosse più ampio il settore del pettine circolare guarnito di aghi, per cui si rompono meno fibre e si effettua una pulizia migliore (ciò è tanto più importante quanto più sono fini le fibre da pettinare).

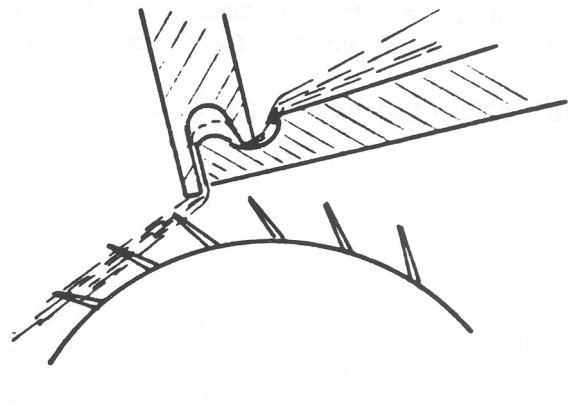


Fig. 184 Branche della pinza

Per impedire che le fibre possano sfuggire alla presa, durante la pettinatura della testa della ciocca, la branca superiore della pinza è provvista di due listelli a forma di dente nella zona di tenuta delle fibre (Fig. 184); quello anteriore costringe la ciocca ad andare in basso verso il pettine circolare e preme le fibre, unitamente al listello posteriore, sulla testa della branca inferiore che è sagomata a forma di becco. Inoltre, la tensione alla quale sono sottoposte le fibre, durante l'azione del pettine circolare, favorisce il loro incuneamento fra le branche con conseguente aumento della loro pinzatura la quale evita, anche in presenza di alte cariche di alimentazione, sia che ci siano strappamenti di fibre da parte del pettine circolare sia che si producano rotture di fibre, in special modo di quelle più fini.

La pressione agente su tutta la lunghezza della pinza deve essere uniforme e la sua intensità deve essere tale da evitare che si verifichi l'effetto cesoia sulle fibre (per es. 8-9 daN/cm).

Per ottenere una buona pulizia delle fibre della ciocca è necessario che lo spazio esistente tra la pinza e gli aghi del pettine circolare sia il più possibile ridotto (di solito, 0.5 ÷ 1.0 mm).
Per impedire alle fibre della testa della ciocca di schivare gli aghi del pettine circolare, sulla branca superiore della pinza è fissato uno spazzolino che ha lo scopo di costringere la ciocca verso il basso (Fig. 183).

D) Pettine rettilineo
Il pettine rettilineo deve abbassarsi un istante prima che i cilindri strappatori inizino la loro rotazione; in caso di ritardo della sua caduta, cioè se fosse già iniziata l'estrazione, si avrebbe una pettinatura imperfetta della ciocca nella sua estremità posteriore.
Allo scopo di evitare che durante la discesa del pettine rettilineo, a causa dell'azione dei suoi fitti aghi, la testa della ciocca possa abbassarsi, sotto di esso è posizionata una lama infrapinza che, durante l'azione del pettine circolare è in posizione arretrata mentre al termine della sua azione avanza in modo da mantenere sollevata la testa della ciocca e tenerla all'altezza del punto di presa dei cilindri strappatori (Fig. 183).
Il pettine rettilineo viene pulito, ad ogni ciclo di lavoro, da un apposito spazzolino pulitore a doppia fila di setole per aumentare la superficie di lavoro.

E) Organo estrattore
I cilindri strappatori eseguono un'oscillazione verso la pinza sincrona con quella compiuta da quest'ultima.
I cilindri strappatori hanno una scanalatura elicoidale che offre il vantaggio di realizzare una presa graduale della ciocca che consente di diminuire la pressione esistente fra di essi che, oltre ad evitare flessioni pericolose, consente una maggiore durata del manicotto sul quale si dispone il velo pettinato.
Per ridurre l'usura del manicotto, è possibile regolare il tempo di azione e l'intensità della forza di pressione esistente fra i cilindri strappatori in modo che sia massima durante l'estrazione della ciocca e minima nella fase di ritorno dei cilindri.
La forza di pressione esercitata sui cilindri strappatori è dell'ordine dei 1600 N; a causa dell'effetto di incuneamento delle fibre nei denti elicoidali, la forza agente su di esse, durante la fase di estrazione, è dell'ordine di 2200 N (durante la fase di ritorno è dell'ordine di 600 N).
Durante la rotazione dei cilindri strappatori che determina l'arretramento della ciocca pettinata, agisce sulla sua coda una bocchetta di aspirazione di aria che la mantiene abbassata per predisporla alla sovrapposizione della testa della nuova ciocca. La depressione esistente nella bocchetta deve essere in grado di abbassare la coda della ciocca ma non deve essere troppo elevata per non asportare alcuna fibra che passerebbe nella blousse.

F) Formazione e raccolta del nastro pettinato
Sul manicotto dell'organo estrattore, il velo di fibre in uscita viene controllato per mezzo di appositi soffiatori e raccolto in una bacinella per la condensazione; il nastro che si ottiene è inviato al dispositivo crettatore o alla doppia teletta di trasporto e accompagnato al coiler.

Di solito si usa la doppia teletta quando si lavorano le lane fini, si utilizza il dispositivo crettatore quando è necessario aumentare la coesione fra le fibre.

Il dispositivo crettatore è composto da una coppia di cilindri costipatori, da una camera di crettatura e da un sifone di raccolta. Nella camera di crettatura, di ampiezza regolabile (50-60 mm), il materiale viene compresso e le fibre sono costrette ad assumere l'ondulazione stabilita che fa aumentare la loro coesione nel modo desiderato.
Il sifone funge da polmone, tra il crettatore ed il coiler, e consente la raccolta del nastro in modo pressochè continuo.

G) Dispositivo per lo scarico del cascame ("blousse")
Una spazzola circolare asporta il materiale accumulatosi tra gli aghi del pettine circolare e lo cede al cilindro raccoglitore, rivestito con una guarnizione da carda, dal quale viene scaricato per mezzo di un pettine oscillante.

Un dispositivo di aspirazione agisce, per mezzo di una bocchetta principale posizionata tra il pettine circolare e la spazzola circolare, nella zona anteriore al pettine circolare mentre una seconda bocchetta provvede all'aspirazione della polvere, nella zona posteriore al pettine circolare, durante il tempo nel quale non esercita il controllo della coda delle ciocche.

La polvere viene inviata in una cassa filtrante mentre la blousse viene raccolta in un apposito contenitore disposto dalla stessa parte della zona di raccolta del nastro pettinato (Fig. 184).

Fig. 184 Raccolta della "blousse"

H) Dispositivi di alimentazione e raccolta del materiale
Le confezioni di alimentazione e di uscita delle pettinatrici devono essere tali da poter dare alla macchina la massima autonomia possibile, pertanto sia le bobine sia i vasi devono avere grosse dimensioni in modo che i tempi di carico e scarico siano ridotti al minimo.
Le rastrelliere di alimentazione delle bobine consentono, al massimo, 24 accoppiamenti e sono costituite da quattro coppie di rulli longitudinali disposte, due per piano, su due piani per lo svolgimento delle bobine (Fig. 185). Le coppie di rulli sono a comando indipendente per consentire una velocità di rotazione diversa per poter svolgere regolarmente le bobine, ai diversi diametri, fino alla fine.
Le rastrelliere per l'alimentazione dei vasi, a 2 nastri per vaso, consentono anch'esse massimo 24 accoppiamenti (Tabella A).

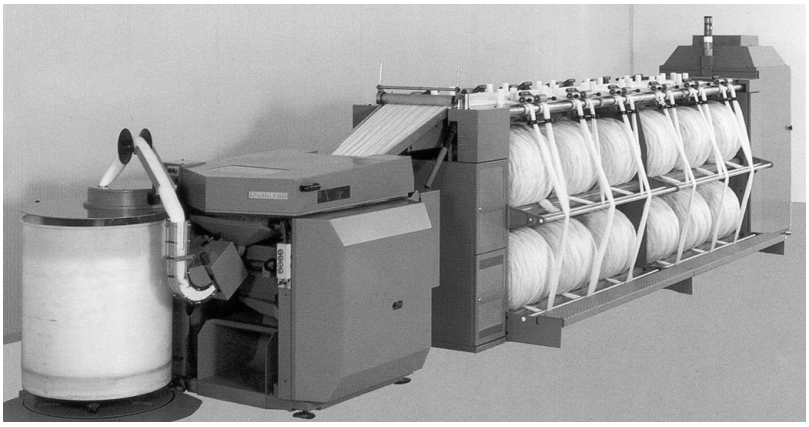


Fig. 185 Pettinatrice con alimentazione a bobine

TABELLA A

Caratteristica			Caratteristica		
accoppiamenti (vasi o bobine)	n°	24	avanzamento gill	mm	4 ÷ 10
carica di alimentazione	g/m	500 ÷ 600	distanza pinza-pettine circolare	mm	0,2 ÷ 2.0
velocità meccanica	colpi/min	200	diametro cilindri strappatori	mm	28/25
campo di lavoro pettine circolare	mm	440	dimensioni manicotto	mm	540x580x3,5
campo di lavoro pettine rettilineo	mm	460	oscillazione pinza	mm	38
scartamento	mm	28 ÷ 36	oscillazione cil. strappatori	mm	54

La pettinatrice rettilinea con pinza fissa

Nella Fig. 186 (le frecce e i numeri rappresentano le direzioni, i versi e le ampiezze, in mm, dei movimenti dei vari organi) è rappresentato lo schema completo di una pettinatrice rettilinea con pinza fissa nella quale il pettine rettilineo non esegue alcuna oscillazione verso i cilindri strappatori (per tale motivo, nel seguito, verrà indicato anche come "pettine fisso") ma solo il movimento di penetrazione ed uscita dalla coda della ciocca di fibre.
Ciò comporta che quando si cambia lo scartamento bisogna regolare solo la posizione della pinza fissa e non è necessario registrare il pettine rettilineo ed il suo spazzolino pulitore, la lama infrapinza ed il gill; in definitiva, in corrispondenza di una precisa posizione del pettine fisso, si può operare in condizioni di massima sicurezza anche con scartamenti minimi e, quindi, raggiungere la massima efficacia della pulizia del materiale.

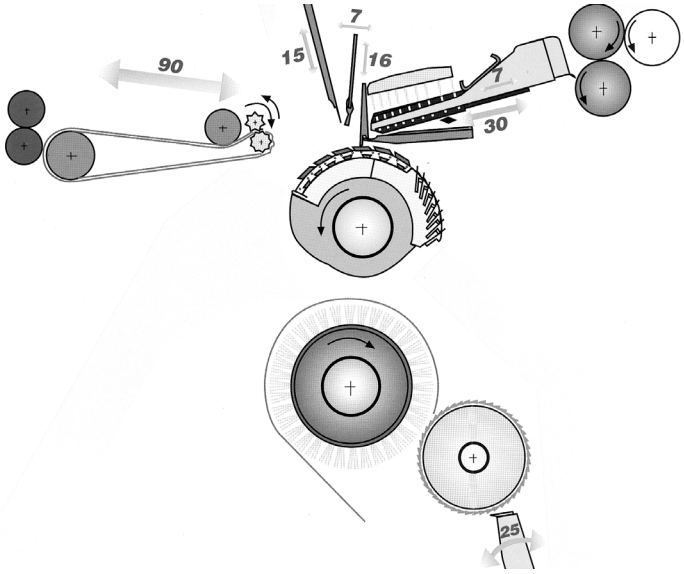


Fig. 186 Pettinatrice rettilinea con pinza fissa

A) Principio di funzionamento
Il funzionamento è il seguente:
a) a pinza chiusa e cilindri strappatori distanti da essa, il pettine circolare pettina la testa della ciocca mentre il gill esegue il movimento di ritorno (Fig. 187),
b) la pinza si apre e il gill esegue il movimento di andata, i cilindri strappatori si avvicinano alla pinza e afferrano la testa della ciocca, il pettine rettilineo scende, la lama infrapinza avanza (Fig. 188).
I cilindri strappatori, allontanandosi dalla pinza, consentono la pettinatura della coda della ciocca in quanto le fibre sono costrette a passare attraverso gli aghi del pettine fisso.

Quando afferrano la testa della ciocca, i cilindri strappatori presentano la coda della ciocca precedentemente pettinata ed eseguono l'estrazione del nastro, con le estremità di due ciocche adiacenti sovrapposte, mediante una rotazione proporzionale alla lunghezza di alimentazione.

B) Dispositivo di alimentazione

I nastri di lana, affiancati e sovrapposti in modo da formare un materasso, compatto e di spessore regolare, sono spinti in avanti da un dispositivio di pre-alimentazione costituito da 3 cilindri, uno di pressione su due di alimentazione, dotati di moto rotatorio uniforme, che consentono il controllo regolare del materiale (Fig. 186).

Il gill di alimentazione ha un profilo a cuneo che consente una regolare condensazione del materasso ed assicura un'alimentazione uniforme (Fig. 189).

Durante l'alimentazione (Fig. 188), la tavola ad aghi "a3" è abbassata in modo che il materasso di fibre si muova insieme al carrello "A" e possa avanzare verso la pinza; quando "A" inizia il suo movimento di ritorno, "a3" si solleva e si separa dalla massa fibrosa che, essendo trattenuta dalla pinza chiusa, resta ferma mentre le due piastre, "a1" e "a2" scivolano su di esso. Al termine del movimento di ritorno di "A", la tavola "a3" si abbassa ed il materasso è pronto per la successiva alimentazione.

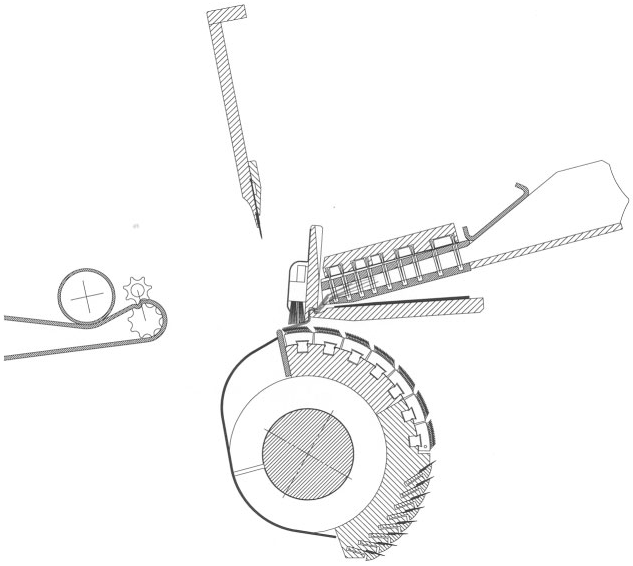


Fig. 187 Pettinatura della testa della ciocca

C) Pinza

La pinza si trova in posizione fissa, perfettamente in linea con il pettine circolare e mantiene costante l'angolazione di pettinatura per qualsiasi valore di scartamento; ciò assicura uniformità di impatto del pettine circolare rispetto alla ciocca alimentata.

Per evitare eventuali galleggiamenti delle fibre sul pettine circolare, la pinza è dotata di un apposito spazzolino di affondamento della ciocca.

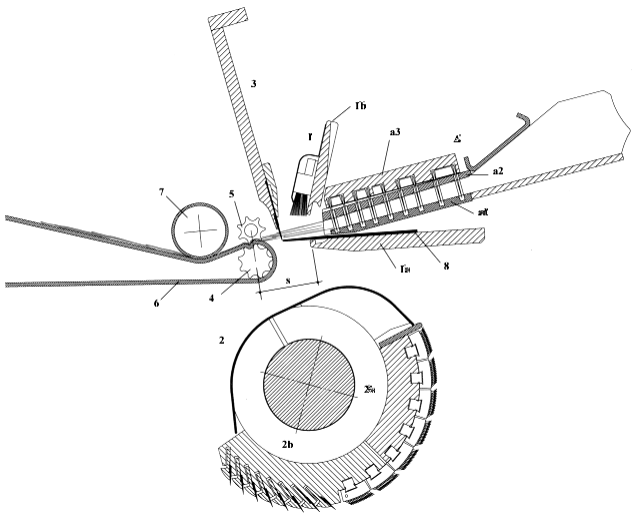


Fig. 188 Pettinatura della coda della ciocca

La pinza "1" è formata dalla branca inferiore "1a" sulla cui parte terminale viene compresso il materiale mediante la branca superiore "1b". La parte terminale della branca "1b" è a distanza regolabile dagli aghi del pettine circolare "2".

Dopo l'alimentazione, il materasso sporge dalla pinza di una quantità pari allo scartamento (rappresentato dalla distanza fra il punto di presa della pinza e quello dei cilindri estrattori, Fig. 188).

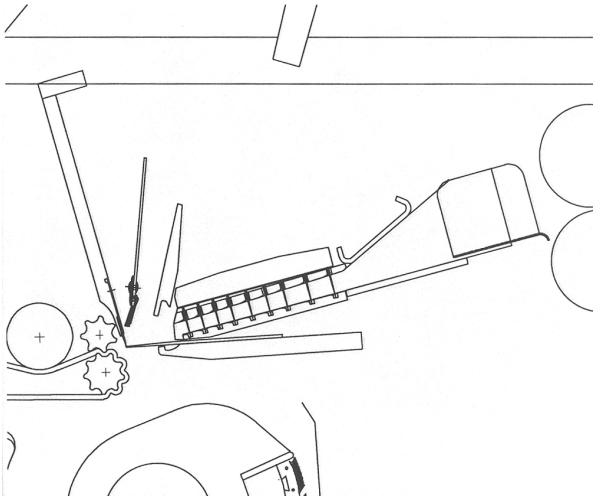


Fig. 189 Gill di alimentazione

A parità di alimentazione (carica), la quantità di blousse generata dalla pettinatrice cambia al variare del numero dei nastri che costituiscono il materasso; precisamente, essa può aumentare (diminuire) al diminuire (all'aumentare) del numero dei nastri alimentati.
Infatti, nel caso di un numero esiguo di nastri alimentati, può accadere che la loro disposizione non sia uniforme e che la pinza non agisca con la stessa pressione su tutta l'estensione del materasso con la conseguenza che alcune fibre, anche lunghe, possono sfuggire alla sua presa sotto l'azione del pettine circolare e finire nella blousse.

D) Pettine circolare
Il pettine circolare, "2", è dotato di movimento di rotazione continuo e agisce sulla parte di materiale che sporge dalla pinza; su di esso sono montati un certo numero di pettini con diversa popolazione di aghi. Le prime file di aghi (settore smistatore "2a" di Fig. 188) si presentano con popolazione rada, quasi sempre invariabile per la pettinatura di qualsiasi specie di lana, e hanno il compito di sgrossare e disaggregare il materiale mentre le altre file di aghi (settore finitore "2b") hanno popolazione fitta, sono intercambiabili per la pettinatura di lane diverse, e hanno il compito di parallelizzare le fibre. Le barrette munite di aghi sono disposte su un arco di 264 mm.
Il trattamento del materiale ha inizio dopo che la pinza ha afferrato, con le sue branche, "1a" e "1b", il materasso; gli aghi dei pettini "2a" e "2b" si inseriscono nella parte del materasso che sporge dalla pinza, parallelizzano le fibre trattenute dalla pinza e asportano le fibre corte, libere di muoversi, e le impurità.
Il pettine circolare compie un giro per ogni ciclo di pettinatura di una ciocca (testa e coda).

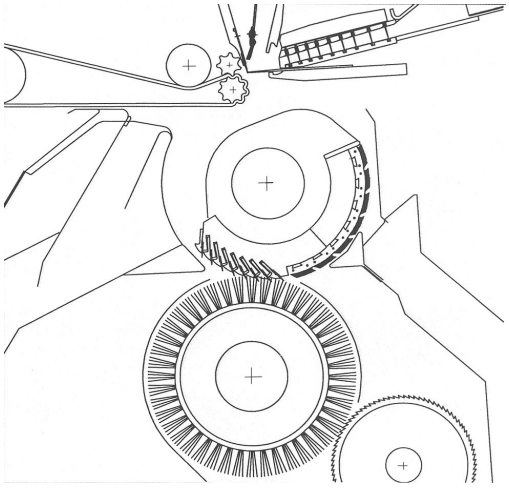


Fig. 190 Pettine circolare e spazzola

Per ottenere la massima efficacia dell'azione del pettine circolare l'estremità della branca "1b" della pinza deve essere posizionata il più possibile vicino ai suoi aghi; inoltre, il numero dei pettini e la popolazione degli aghi devono essere il massimo possibile.

Il pettine circolare è pulito da uno spazzolone di grande diametro per realizzare la maggiore superficie di contatto possibile tra gli aghi e le setole che facilita la sua pulizia (Fig. 190). In relazione all'intensità di pulizia richiesta, l'azione dello spazzolone può essere temporizzata con frequenza variabile.
La testa della ciocca di fibre viene immersa fra gli aghi del pettine circolare da un apposito spazzolino affondatore (Fig. 187).

E) Pettine rettilineo
Il pettine rettilineo, "3", oscilla solo verticalmente senza movimenti orizzontali alternativi poiché

non è vincolato né alla pinza né al gill di alimentazione; per tale motivo esso si deve inserire nel materiale al termine dell'avanzamento del gill di alimentazione, un istante prima del movimento dei cilindri strappattori che determina l'inizio della pettinatura della coda della ciocca in lavorazione.
Il pettine rettilineo è pulito da uno spazzolino appositamente predisposto avente movimento avanti/indietro rispetto ad esso (Fig. 186).

Gli aghi del pettine rettilineo agiscono come un filtro per il materiale che, pertanto, viene liberato dalle fibre corte e dalle impurità che si separano anche per il fatto che le fibre, afferrate e tirate dai cilindri estrattori, si sfilano dal materasso mentre aderiscono fortemente alle altre fibre che lo compongono sulle quali restano le impurità e le fibre corte.

La lama infrapinza, "8", serve per assicurare la regolare pettinatura della coda della ciocca; essa si posiziona molto vicino alla fila di aghi del pettine rettilineo (Fig. 188) in modo da impedire alle fibre, sostenendole, di abbassarsi durante la sua discesa e sfuggire all'azione dei suoi aghi.

La lama infrapinza provvede, inoltre, a fare in modo che l'estremità della ciocca si presenti sulla linea di presa dei cilindri estrattori.

F) Organo estrattore
L'organo estrattore è composto (Fig. 188) da un cilindro scanalato inferiore, "4", che muove il manicotto "6" sul quale fa pressione il cilindro scanalato superiore "5" (cilindri strappatori); sul manicotto si dispongono allineate le ciocche già trattate che costituiscono il velo pettinato. Il cilindro, "7", è liscio ed ha la funzione di dare, con la sua pressione, un assestamento alle fibre e di scaricarle dell'elettricità statica acquisita, per sfregamento, durante la lavorazione.

I cilindri strappatori sono animati da due moti rotatori:
1. una rotazione diretta che contribuisce alla trazione ed al distacco della ciocca dal materasso,
2. una rotazione inversa che fa tornare indietro la ciocca, mediante la quale si elimina lo spazio vuoto fra le ciocche pettinate che, quindi, si sovrappongono nella parte terminale, come le tegole di un tetto.

Mentre la pinza si apre, l'organo estrattore esegue l'oscillazione che posiziona i cilindri estrattori in corrispondenza dell'estremità sinistra dello scartamento.

La rotazione inversa dei cilindri estrattori è necessaria per far retrocedere una certa lunghezza di ciocca pettinata; infatti, a causa del movimento oscillatorio dell'organo estrattore, verrebbe a determinarsi uno spazio vuoto tra ciocca e ciocca pettinata con conseguente impossibilità di raccolta del velo formato; la rotazione inversa dei cilindri estrattori determina la sovrapposizione delle estremità delle ciocche pettinate e la formazione di un velo continuo.

G) Formazione e raccolta del nastro pettinato
La giusta consistenza e resistenza alla trazione del nastro, che facilita la sua utilizzazione nella lavorazione successiva, viene assicurata da un crettatore con compressione regolabile (Fig. 191): una coppia di rulli alimenta il nastro alla camera di compressione e l'ondulazione delle fibre è regolabile agendo sulla tavola di pressione del crettatore; un sistema di sensori controlla il riempimento del polmone ed arresta la macchina in caso di rottura del nastro in uscita.
La Fig. 192 mostra la pettinatrice rettilinea con pinza fissa con alimentazione a vasi (due nastri per vaso) e la Tabella B evidenzia i principali dati tecnici.

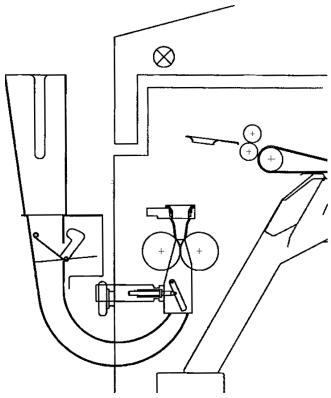


Fig. 191 Crettatore

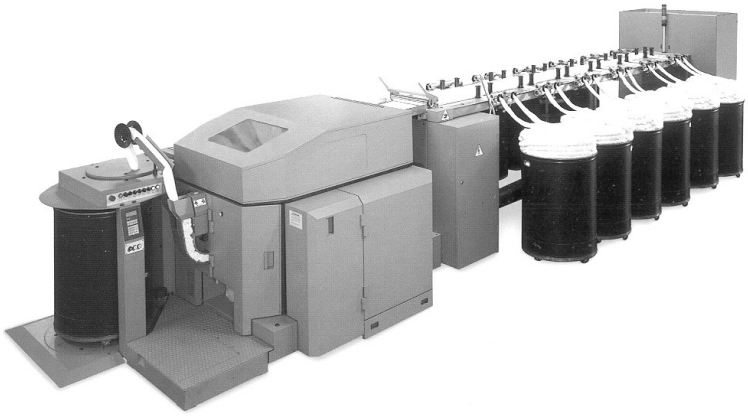


Fig. 192 Pettinatrice rettilinea con alimentazione a vasi (due nastri per vaso)

TABELLA B

Caratteristica			Caratteristica		
accoppiamenti (vasi o bobine)	n°	24	avanzamento gill	mm	4 ÷ 10
larghezza griglia del gill	mm	400	distanza alimentazione-pinza	mm	280
velocità meccanica	colpi/min	260	diametro cilindri strappatori	mm	28/25
campo di lavoro pettine circolare	mm	460	diametro pettine circolare	mm	195
arco guarnito pettine circolare	mm	264	diametro spazzola circolare	mm	200
scartamento	mm	25 ÷ 40	oscillazione cil. strappatori	mm	90
pre-alimentazione 1 su 2 (diam.)	mm	66	pinza-gill-infrapinza		fisso

La post-pettinatura

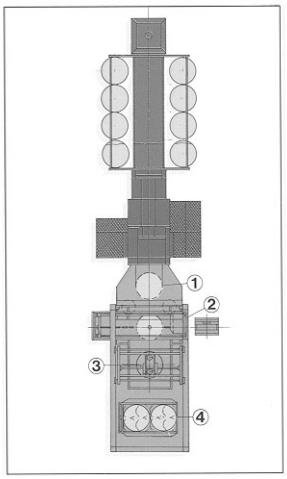
I nastri provenienti dalle pettinatrici rettilinee sono costituiti da ciocche le cui fibre sono legate a quelle delle ciocche adiacenti solo per mezzo dell'attrito esistente fra le loro estremità sovrapposte; per tale motivo, questi nastri:

- sono scarsamente coesionati (malgrado la presenza del dispositivo crettatore presente nelle pettinatrici),
- presentano una notevole irregolarità di sezione di tipo periodico, a causa del modo con il quale vengono realizzati dalle pettinatrici.

Per porre rimedio a questi inconvenienti è necessario sottoporre il nastro uscente dalle pettinatrici a due operazioni di accoppiamento e stiro in due stiratoi intersecting che prendono il nome di "vuota vasi" e "finitore"; quest'ultimo, di solito, è provvisto di autoregolatore di stiro.

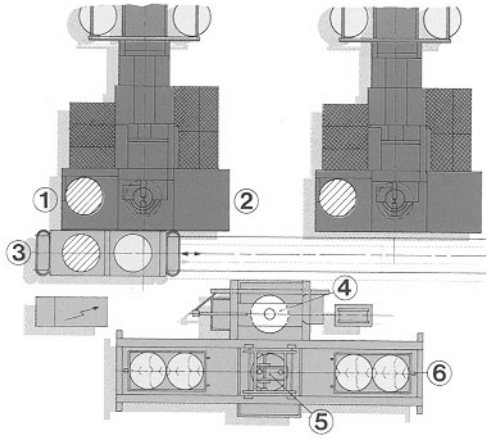
Lo stiratoio finitore presenta un dispositivo di raccolta del nastro pettinato, "top", in bobine o "bumps" (contenuto di un vaso, pressato verticalmente e ridotto alle dimensioni comparabili con quelle di una bobina).

E' possibile effettuare il cambio automatico dei vasi con la formazione e la "pallettizzazione" dei bumps (Fig. 193): il cambio del vaso viene fatto mediante un "revolver" che preleva il vaso pieno e lo sostituisce con uno vuoto spostandolo dalla posizione di lavoro a quella della pressa per la formazione e la legatura del bump. E', altresì, possibile effettuare il cambio vasi con carrello traslatore, collegato a più macchine (Fig. 194), che preleva il vaso pieno e colloca quello vuoto, senza interferire con il ciclo di lavorazione e, infine, trasporta i vasi pieni ad un'unica pressa che provvede alla pressatura e alla formazione e legatura dei bumps.



1. uscita stiratoio
2. dispositivo a revolver
3. pressatura a bumps
4. carrelli bumps

Fig. 193 Uscita a "bumps"



1. Carico vaso vuoto
2. Scarico vaso pieno
3. Carrello traslatore
4. Pressa per bumps
5. Carro ponte scarico bumps
6. Carrello per balle del bumps

Fig. 194 Uscita a "bumps" con carrello traslatore

Nella Tabella C sono riportati i dati tecnici degli stiratoi con le diverse teste di stiro.

TABELLA C

Caratteristica		catena	flange rotanti	vitoni
Rastrelliera di alimentazione	posizioni	12	12	12
Carica entrante max	g/m		200 ÷ 300	
Teste per macchina	n°	1	1	1
Uscite automatiche: vasi o bobine	n°	1 - 2	1 - 2	1 - 2
Nastri per vaso	n°	1 - 2	1 - 2	1 - 2
Nastri per bobina	n°	1	1	1
Pettini per testa	n°	88	52 + 52	82 o 66
Larghezza guarnita di aghi	mm	220 ÷ 270	275	200
Lunghezza guarnita di aghi	mm	200	130	185
Intersezione aghi nel campo di lavoro	mm	11,6 ÷ 13,6		
Sporgenza degli aghi dei pettini	mm			18,5 o 16,5
Cilindri di stiro - rullo di pressione	mm	32/66 - 80	30/62,5 - 75	30/66 - 80
Campo di stiro libero (cil. alim. - primo pettine)	mm		35 ÷ 110	
Campo di stiro libero (ultimo pettine - cil. stiro)	mm	30 ÷ 50	27 ÷ 42	24/27 ÷ 85
Velocità di alimentazione max	m/min	100	80	18 o 22
Velocità meccanica max di uscita a vasi	m/min		500 (350)	230
senza autoregolatore	m/min	500		
con autoregolatore	m/min	450		
Velocità meccanica max di uscita a bobine	m/min	400		230
singola	m/min		400	
doppia	m/min		350	
Stiro		3,24 ÷ 12,00	3,84 ÷ 12,16	4,20 ÷ 11,50
Carica uscente max	g/m		30 ÷ 50	
Passo tra i pettini in lavoro	mm	8		9 o 11
Cilindri di alimentazione testa	mm	66	30/62,5	
Rullo di pressione dell'alimentazione	mm	80	75	

La Tabella D contiene i valori dei principali parametri di regolazione delle macchine del ciclo di pettinatura. La tolleranza sul titolo dei nastri pettinati ("top") è del +/- 5%.

TABELLA D

Macchina	Te g/m	A	Ce g/m	S	Tu g/m	Vu m/min	Elem. uscita n°	Pt kg/h	η %	n° macch.	Pp kg/h
Carda					20						
1° passaggio	20	8	160	5,0	32	450	1	864	75	1	648
2° passaggio	32	6	192	6,0	32	450	1	864	75	1	648
3° passaggio	32	4x2	128x2	6,4	20	385	2	924	70	1	647
Pettinatrice	20	24	480		30	260*	1	45**	90	14	567
Vuota-vasi	30	6	180	6,0	30	450	1	810	70	1	567
Finitore pett.	30	5	150	6,0	25	275	1	413	70	2	578

* colpi/min

** Produzione teorica di riferimento in presenza di 9 % di blousse

MESCOLATURA E RIPETTINATURA

Generalità

La mescolatura viene eseguita quando si lavorano nastri di:

- lana greggia di diversa provenienza o materiali di diversa natura (lana-acrilico, lana-poliestere, ecc.) per rendere omogeneo l'impasto,
- materiale tinto nello stesso colore, per uniformare la tonalità del colore,
- materiali tinti in colori diversi, per ottenere i colori detti "melangé",
- materiali diversi e tinte diverse, per particolari applicazioni.

La ripettinatura si rende necessaria per:

- eliminare dai nastri i grumi di colore e i grovigli di fibre che si sono, eventualmente, formati durante il processo di tintura,
- mescolare ancor più intimamente fibre di diversa natura, anche gregge, perfezionare l'eliminazione delle eventuali fibre corte ancora presenti ma soprattutto per eliminare le impurità provenienti dai materiali sintetici o artificiali con i quali la lana deve essere mescolata.

Il processo, molto costoso e riservato ai materiali destinati alla produzione di articoli di qualità, è composto da (Fig. 195):

1. mescolatura
2. preparazione alla ripettinatura
3. ripettinatura
4. post-ripettinatura.

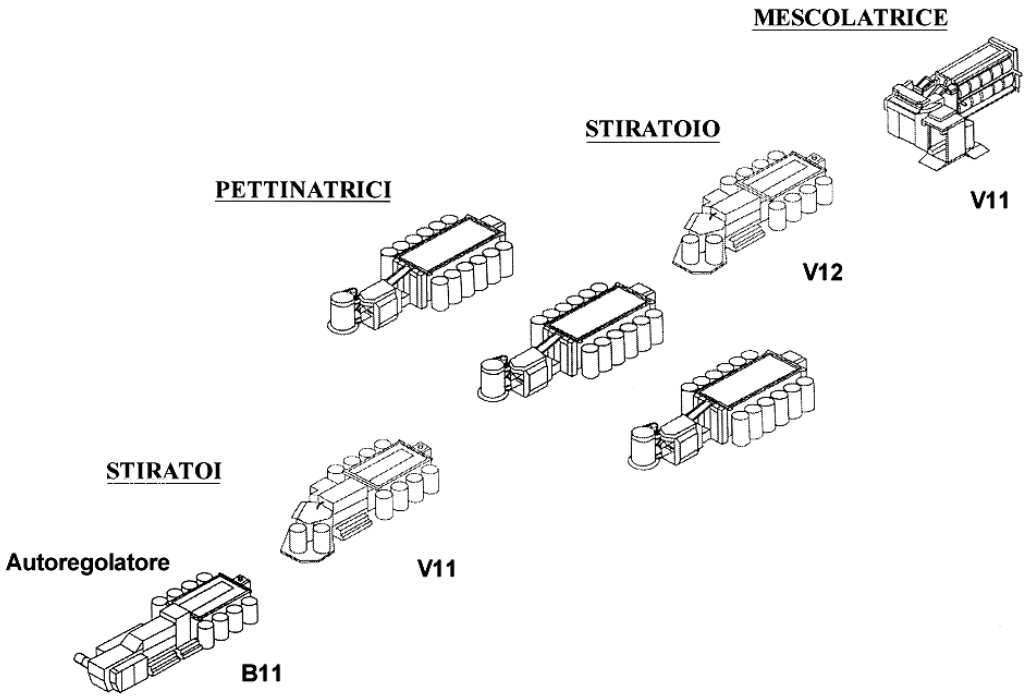


Fig. 195 Ciclo di ripettinatura della lana (finezza 19 micron)

La mescolatura si effettua con la mescolatrice ("melangeuse").
La preparazione alla ripettinatura si compone, di solito, di un solo passaggio di stiro allo stiratoio intersecting in quanto le fibre sono già parallele.
La ripettinatura si effettua con pettinatrici analoghe a quelle analizzate nella fase di pettinatura; in questo caso il cascame ("blousse") risulta minore (2% ÷ 10%).
La post-ripettinatura è costituita da due operazioni di stiro, allo stiratoio vuotavasi e allo stiratoio finitore di ripettinatura, aventi le stesse funzioni già analizzate nella fase di pettinatura.

La mescolatura

Il nastro pettinato confezionato in forma di bobine o di bumps subisce l'operazione di mescolatura allo scopo di realizzare un impasto il più possibile omogeneo eliminando le differenze delle caratteristiche che inevitabilmente esistono fra i diversi lotti di uno stesso materiale (e, in alcuni casi, anche all'interno di uno stesso lotto).
Quando si mescolano fibre di materiali differenti è spesso necessario ripetere l'operazione più volte per ottenere un nastro che presenti una distribuzione omogenea dei vari componenti; la stessa circostanza si verifica quando si mescolano nastri pettinati tinti in due o più colori diversi per ottenere l'effetto "melange".

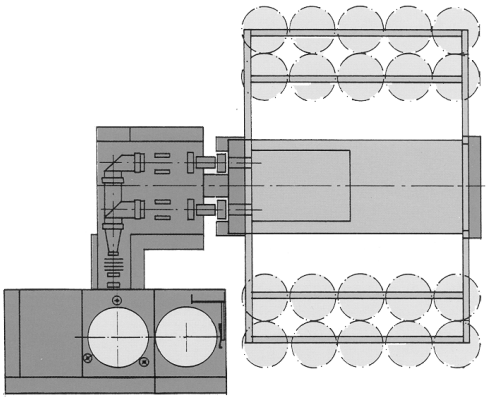


Fig. 196 Mescolatrice

La mescolatrice è un particolare stiratoio composto da due teste di stiro parallele e da una terza testa di stiro, cosiddetta "riduttrice", disposta perpendicolarmente alle precedenti (Fig. 196).

L'operazione viene effettuata in due stadi: inizialmente il materiale subisce, a masse separate, un pre-stiro da parte delle due teste parallele di sfeltratura, successivamente i due veli che escono dalle due teste di stiro, vengono deviati di 90°, sovrapposti ed ulteriormente stirati dalla testa riduttrice.

Le due teste di sfeltratura (stiro) sono del tipo "intersecting" a vitoni (distanza tra i pettini: 11 mm) mentre la testa riduttrice ha il campo di stiro controllato da dischi rotanti intersecanti (Fig. 197).

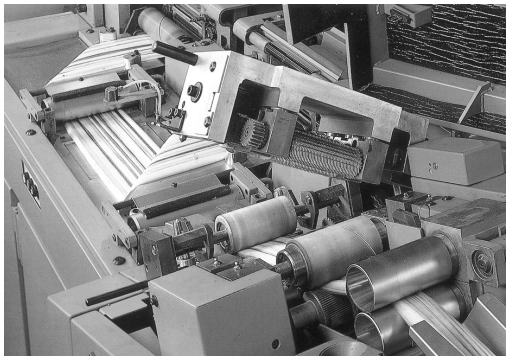


Fig. 197 Testa riduttrice

Dal punto di vista tecnologico, la testa a vitoni è la più adatta ad effettuare il pre-stiro poichè, come è noto, consente campi di stiro libero molto ridotti e presenta ottime capacità sfeltranti.
Per quanto concerne l'aspetto produttivo, in questo caso, la presenza della testa a vitoni non riduce la potenzialità produttiva della macchina poichè, per effetto del doppio stiro consecutivo, è possibile operare con la velocità massima di uscita (300 m/min) del nastro mescolato senza che venga superata la velocità massima di alimentazione della testa a vitoni.

A) Rastrelliera di alimentazione
Se l'alimentazione della mescolatrice è effettuata mediante bobine, il loro svolgimento avviene per dèrouler mediante rulli svolgitori a velocità regolabile con variatori in continuo (Fig. 198).
La rastrelliera consente 24 accoppiamenti e in ogni posizione presenta un anello ferma nodo; alla rottura del nastro la macchina si ferma per contatto di massa dei cilindri di invio dei nastri sul piano della rastrelliera. Con l'aggiunta di un "pergolato", la mescolatrice può essere alimentata anche con vasi o bumps (Fig. 198).

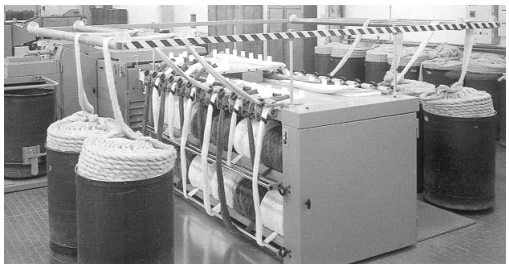


Fig. 198 Rastrelliera di alimentazione

B) Tavola guidaveli
I veli uscenti dalle due teste di sfeltratura sono deviati da apposite tavole guidavelo sulla tavola di uscita che è perpendicolare alle teste di sfeltratura; i due veli si sovrappongono e alimentano la testa di riduzione (Fig. 197).

C) Dispositivo di oliatura ("ensimage")
Vi sono tre punti di oliatura per nebulizzazione: uno in corrispondenza dell'alimentazione di ognuna delle teste di sfeltratura, il terzo tra i due veli sulla tavola di uscita (Fig. 197); in

quest'ultimo punto di oliatura, viene somministrato al materiale una quantità di olio di "ensimage" variabile dall'1% al 4% in peso.

E' molto importante la modalità con la quale viene distribuito l'ensimage in quanto è necessario evitare gli sgocciolamenti dal dispositivo di nebulizzazione per non creare zone di nastro che potrebbero, in seguito, causare la formazione di "rolle".

La preparazione alla ripettinatura

Prima di sottoporre i nastri uscenti dalla mescolatrice all'azione delle pettinatrici viene effettuata un'operazione di accoppiamento e stiro che ha lo scopo di proseguire ulteriormente la mescolatura delle fibre, migliorare la regolarità dei nastri e ridurre il loro titolo al valore più opportuno per alimentare la pettinatrice.

Lo stiratoio che viene utilizzato è l'intersecting a catena o a flange rotanti con uscita a due nastri per vaso (di solito, è denominato stiratoio "riduttore").

La ripettinatura

La ripettinatura consiste in un'ulteriore operazione di pettinatura del tutto simile a quella effettuata successivamente alla cardatura. L'azione è, in questo caso, meno energica della precedente e determina una minore formazione di blousse (che, comunque, dipende dall'entità dello scartamento).

La ripettinatura si rende necesaria nei casi in cui si ritiene che il trasporto e l'imballo delle bobine o dei bumps oppure l'azione del bagno di tintura dei tops hanno potuto danneggiare e feltrare il materiale per cui è opportuno regolarizzare il diagramma fibroso per evitare irregolarità o difficoltà operative nella fase di filatura.

La post-ripettinatura

Il nastro che esce dalle pettinatrici si presenta, come è noto, con le ciocche sovrapposte "testa su coda" cioè è caratterizzato dall'avere una notevole irregolarità di sezione.

Per eliminare questo inconveniente si effettuano, come già fatto in precedenza, due operazioni di accoppiamento e stiro mediante stiratoi intersecting a catena o a flange rotanti denominati rispettivamente "vuota vasi" e "finitore di ripettinatura".

Sullo stiratoio finitore è spesso presente un dispositivo autoregolatore che, cambiando lo stiro, consente di mantenere inalterato il titolo del nastro prodotto anche in caso di variazione, entro un certo intervallo, della carica di alimentazione.

La tabella E contiene i valori dei principali parametri di regolazione delle macchine del ciclo di ripettinatura.

TABELLA E

Macchina	Te g/m	A	Ce g/m	S	Tu g/m	Vu m/min	Elem. uscita n°	Pt kg/h	η %	n° macch.	Pp kg/h
Mescolatrice	25	24	600	20	30	350	1	630	60	1	378
Riduttore	30	6	180	12	15	280	2	504	75	1	378
Pettinatrice	15	24	360		30	260*	1	48**	94	8	361
Vuota-vasi	30	6	180	6	30	290	1	522	70	1	365
Finitore ripet.	30	5	150	6	25	350	1	525	70	1	368

* colpi/min

** Produzione teorica in presenza 9 mm/colpo di alimentazione e 4.5 % di blousse

L'autoregolatore elettronico dello stiro

Il sistema che viene utilizzato consente di realizzare l'autoregolazione con due criteri distinti di variazione di velocità:

- variazione della velocità di alimentazione, per tutti gli impieghi standard di autoregolazione.
- variazione della velocità di uscita quando la macchina richiede un'alimentazione costante come nel caso di collegamento ad altre macchine con velocità costante (per esempio, nello stiratoio dopo-carda collegato ad una batterie di carde).

Il primo sistema, già analizzato in precedenza, è quello più usato nella maggior parte dei passaggi di stiro in questa fase della lavorazione. Il funzionamento, già noto, è riassunto nello schema di Fig. 199: un tastatore meccanico rileva lo spessore del materiale alimentato, le sue variazioni vengono trasformate in segnali elettrici e trasmessi ad una unità di controllo che, con opportuno ritardo corrispondente al passaggio del materiale dal tastatore allo stiro, determina la variazione della velocità di alimentazione e, quindi, dello stiro.

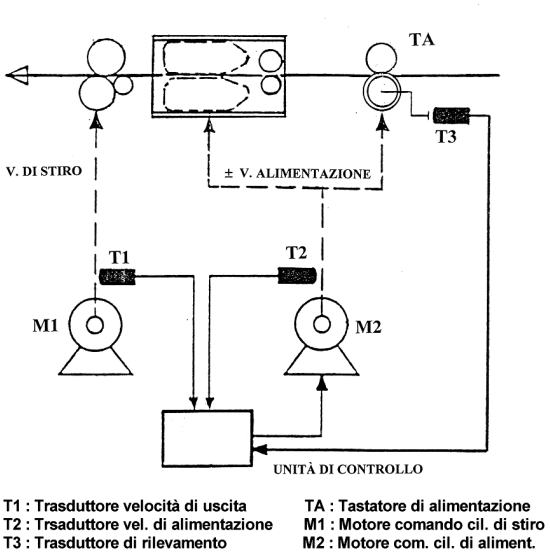


Fig. 199 Autoregolatore elettronico di stiro

L'autoregolatore elettronico non pone limiti definiti alla possibilità di regolazione ma in relazione ad una corretta tastatura ed al limite di velocità della testa a pettini intersecanti, il campo di regolazione raccomandabile è compreso tra (– 25% ÷ + 25%).

E' anche possibile impostare i limiti, massimo e minimo, di stiro oltre i quali la macchina si ferma per non superare le condizioni tecnologiche di lavoro previste per un determinato materiale.

FILATURA

Generalità

La filatura (spinning) è l'insieme delle operazioni che consentono di trasformare il nastro pettinato ("top"), mescolato e/o ripettinato, in filato avente il titolo e la torsione desiderata.

Il processo di filatura comprende le seguenti fasi di lavorazione:
1. preparazione alla filatura,
2. filatura.

La preparazione alla filatura può essere divisa in due fasi di lavorazione:
- bassa preparazione,
- alta preparazione.

Le macchine che effettuano la bassa preparazione hanno il compito di ridurre progressivamente, tramite una serie di accoppiamenti e stiri, il titolo del nastro avendo particolare riguardo alla sua regolarità.
Questa fase di lavorazione viene realizzata mediante 4 passaggi agli stiratoi che possono ridursi a 3 nel caso in cui si debbano produrre filati di Nm ≤ 40.
Rilievi numerici di controllo della produzione dei reparti di tessitura rivelano che il numero degli interventi per rotture di filato a telaio diminuiscono effettuando il quarto passaggio di stiro di preparazione alla filatura.

Le macchine che effettuano l'alta preparazione hanno il compito di trasformare il nastro che si ottiene dalle precedenti operazioni di accoppiamento e stiro, in stoppino tramite un'azione combinata di stiro e di frottaggio. Questa fase di lavorazione viene realizzata mediante il finitore-frottatore.

La preparazione alla filatura

La bassa preparazione

Per quanto riguarda la bassa preparazione possono essere utilizzati tutti gli stiratoi intersecting analizzati in precedenza (vitoni, catena e flange rotanti) ai quali si aggiungono gli stiratoi con campo di stiro controllato da:
- dischi rotanti intersecanti,
- cilindri Herisson/cilindri a botte a pinzatura elastica,
- cilindri a pinzatura elastica.

La scelta del sistema di controllo più idoneo dipende oltre che dalle caratteristiche delle fibre soprattutto dalla quantità della massa fibrosa in lavorazione cioè dal numero di fibre che, durante lo stiro, sono presenti istante per istante nel campo di stiro.
Gli stiratoi con sistema di controllo dello stiro mediante i cilindri Herisson accoppiati a cilindri a botte a pinzatura elastica sono particolarmente indicati per effettuare il quarto passaggio di preparazione alla

filatura per la produzione di filati oltre il Nm 40; la loro caratteristica tecnologica principale è la capacità di effettuare un controllo delicato ma efficace delle fibre che si distribuiscono in modo ottimale nel nastro riducendo notevolmente il numero di punti fini durante la filatura.

A) Stiratoio a dischi rotanti intersecanti

La testa di stiro a dischi rotanti intersecanti (Fig. 200) è costituita da tre coppie di cilindri ("controllers") muniti di denti, inclinati nel verso opposto a quello di rotazione, che si intersecano tra loro e che ruotano nel senso di avanzamento del materiale; per effetto dell'intersezione tra loro, i dischi sono autopulenti.

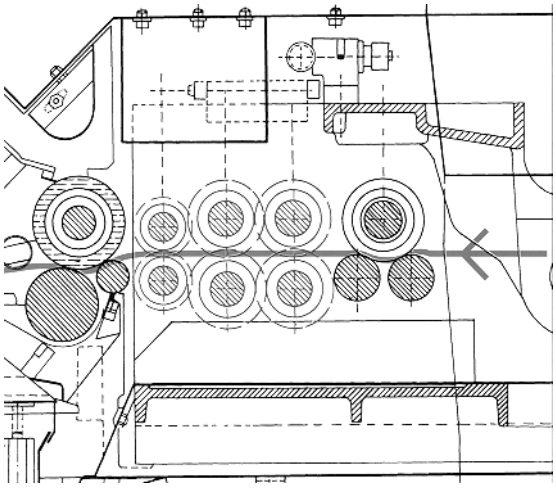
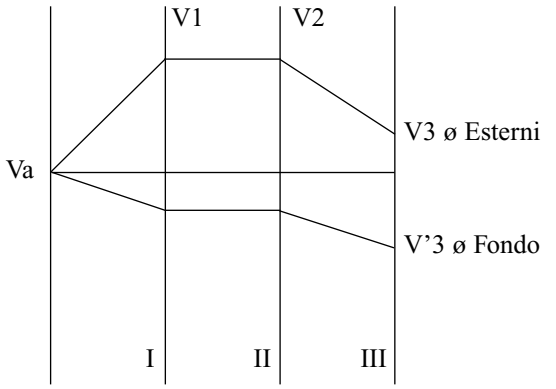


Fig. 200 Testa di stiro a dischi

La configurazione dei controllers che oltre ad effettuare un buon controllo delle fibre consente una buona potenzialità di alimentazione dello stiratoio e nessuna limitazione della lunghezza massima delle fibre è quella che prevede le prime due coppie di cilindri con diametri grandi e uguali e la terza coppia, in prossimità dei cilindri di stiro, con diametri più piccoli.

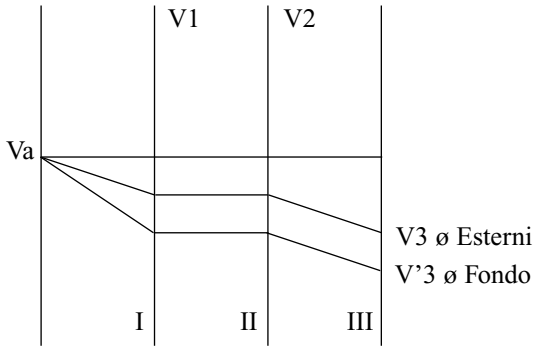
A differenza dei sistemi a pettini nei quali il materiale, nel campo di stiro, è controllato mediante punte che si muovono con una velocità identica a quella di alimentazione, nella testa a dischi la velocità dell'estremità dei denti dei controllers è maggiore di quella della loro base e, quindi, si verifica una condizione di velocità variabile degli organi di controllo.
Per quanto detto, per effettuare ugualmente un controllo delle fibre che non provochi eccessivi inconvenienti sul materiale, è necessario far assumere ai diversi punti dei denti dei controllers valori di velocità che siano compresi tra quella di alimentazione e quella di stiro (uscita).
Di solito, il diagramma qualitativo standard delle velocità periferiche dei controllers nelle diverse posizioni è il seguente:



Posizioni dei "controllers"

Un rapporto pari a 1,05 ÷ 1.15 fra le velocità, V1, della prima coppia di controllers e Va dei cilindri di alimentazione favorisce la regolarità così come un rapporto pari a 0.90 ÷ 0.92 fra le velocità V2 e V3 delle altre due coppie di controllers ha un effetto "antirolla" in quanto permette il rilassamento delle fibre che consente ai denti di disimpegnarsi più facilmente dal materiale.

In casi particolari, per fibre molto lunghe e/o con propensione a dar luogo ad avvolgimenti sui cilindri, il diagramma qualitativo delle velocità può essere il seguente:



Posizioni dei "controllers"

La velocità periferica dei denti, minore di quella di alimentazione, determina il rilassamento delle fibre che attenua la loro compressione sul fondo dei denti dei controllers ed esercita un'azione antirolla che è conveniente venga esplicata il più vicino possibile ai cilindri di stiro.

Gli stiratoi a dischi rotanti intersecanti che vengono utilizzati nella fase di preparazione alla filatura sono "pluritesta" nelle versioni:

- 2 teste con lavorazione di 2 nastri (uno per testa) che vengono raccolti in 2 vasi (uno per vaso),
- 4 teste con lavorazione di 4 nastri (uno per testa) che vengono raccolti in 2 vasi (due per vaso).

Nella Tabella F sono riportati i dati tecnici degli stiratoi a dischi rotanti intersecanti monotesta e pluritesta.

TABELLA F

Caratteristica			dischi rotanti intersecanti		
Teste per macchina		n°	1	2	4
Uscite automatiche: vasi o bobine		n°	1 - 2	2 vasi	2 vasi
Nastri per vaso		n°	1 - 2	1	2
Nastri per bobina		n°	1	-	-
Controllers per testa		n°	6	6	6
Larghezza guarnita di denti		mm	255	130-170-200	110-130
Passo controllers		mm		3	2.6
Sporgenza dei denti		mm	5/7/9		
Cilindri gemellari di alimentazione		mm		40/40	40/40
Cilindri di stiro - rullo di pressione	a)	mm	30/66 ; 80	25/66 ; 75	25/66 ; 75
	b)	mm	40/66 ; 95	30/66 ; 80	30/66 ; 80
Scartamento		mm	220	230-270	230-270
Campo di stiro libero (ultimo dente - cil. stiro)	a)	mm	30/33 ÷ 70	28-70	28-70
	b)	mm		33-70	33-70
Velocità mecc.di alimentazione max		m/min	100	75	75
Velocità meccanica di uscita max	a)	m/min	320 ÷ 400	300	300
	b)	m/min		400	400
Stiro			3 ÷ 12	5.73 ÷ 12.07	5.73 ÷ 12.07

B) Stiratoio con controllo dello stiro mediante cilindri Herisson/cilindri a botte a pinzatura elastica
Questo stiratoio, esclusivamente utilizzato quando si vuole effettuare il quarto passaggio di preparazione alla filatura, ha il campo di stiro controllato (Fig. 201) da due coppie di cilindri con pinzatura elastica e da un cilindro Herisson, ad aghi o a dischi dentati (Fig. 202), disposto in prossimità dei cilindri di stiro.

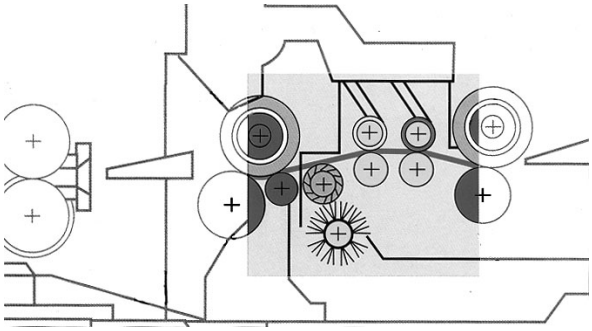


Fig. 201 Testa di stiro con controllo Herisson/cilindro a botte a pinzatura elastica

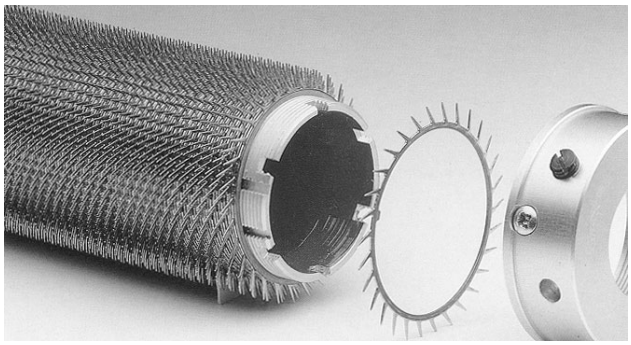


Fig. 202 Herisson a dischi dentati

Il controllo delle fibre durante lo stiro viene effettuato con un sistema rettiline/curvilineo, il primo mediante pinzatura elastica delle fibre lunghe ed il secondo mediante l'azione degli aghi o delle punte sulle fibre corte in prossimità dei cilindri di stiro.
La pinzatura realizzata dai rulli a botte a pinzatura elastica, disposti tra l'alimentazione e l'Herisson, ha il compito di preparare e trattenere il materiale durante l'azione del cilindro Herisson.
La posizione dei rulli a botte deve essere tale da consentire lo slittamento delle fibre lunghe già pinzate dai cilindri di stiro ma anche trattenere il materiale in modo da causare l'affondamento delle fibre nelle punte dell'Herisson.

In considerazione delle condizioni di lavoro dei rulli a botte a pinzatura elastica (Fig. 203), per il corretto controllo delle fibre, è necessario la perfetta centratura del percorso del materiale nella zona elastica della gomma in modo da avere una distribuzione uniforme delle fibre (come si vedrà in seguito).
La durezza e l'elasticità della gomma dei rulli a botte influiscono sulla pinzatura delle fibre che, a sua volta, determina la variazione di tensione del materiale fra i cilindri a botte ed Herisson che modifica l'azione di affondamento delle fibre nelle punte di quest'ultimo.

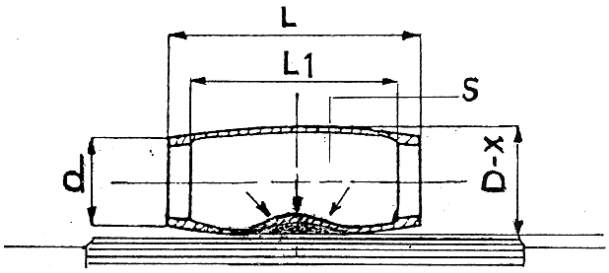


Fig. 203 Modalità di controllo delle fibre da parte dei rulli a botte a pinzatura elastica

Il grado di affondamento del materiale determina il controllo delle fibre che deve essere regolato; in presenza di fibre corte si deve aumentare il controllo e, quindi, si deve generare un maggiore affondamento che, viceversa, deve essere ridotto nel caso di fibre lunghe.
Una maggiore tensione del materiale determina un maggior affondamento che, come appena detto, favorisce il controllo e la regolarità del nastro uscente mentre una minore tensione riduce notevolmente la possibilità di avere avvolgimenti; in ogni caso caso le fibre non devono galleggiare sulle punte dell'Herisson ma affondarvi completamente.

Il cilindro Herisson suddivide il materiale in tanti piccoli nastrini quante sono le punte (meno una) lungo la sua generatrice; questa condizione facilita lo scaglionamento delle fibre tra un nastrino e l'altro ma rende difficile lo scorrimento delle fibre all'interno di ognuno di essi. Pertanto, si ha

uno stiro tanto più regolare quanto più numerose sono le punte e, quindi, i piccoli nastri nei quali viene suddiviso il materiale; in pratica, si riduce l'esigenza di un elevato numero di punte sfalsando le file di punte dei controllers in modo che le fibre non possano effetture un percorso rettilineo e siano costrette ugualmente a scorrere fra di loro.

La condizione di controllo delle fibre da parte dell'Herisson migliora all'aumentare del numero delle punte disposte sulla sua circonferenza in quanto diminuisce la distanza tra un punto di trattenuta delle fibre e quello successivo nella fase di stiro.

Il diametro dell'Herisson influisce sul buon funzionamento del sistema in quanto deve permettere la realizzazione di campi ridotti di stiro libero senza generare il rischio di avvolgimento del materiale.

Per i cilindri Herisson esistono due possibili tipi di guarnitura:
- tradizionale con aghi tondi piantati,
- con dischi a punte,

che forniscono risultati tecnologici identici.
La seconda soluzione è la più utilizzata in quanto consente una maggiore praticità durante la pulizia e rende più semplice la sostituzione delle punte danneggiate.

C) Stiratoio con controllo dello stiro mediante rulli a pinzatura elastica
Questo stiratoio, come il precedente esclusivamente utilizzato quando si vuole effettuare il quarto passaggio di preparazione alla filatura, ha il campo di stiro controllato da due cilindri con pinzatura elastica con cinghietta sui cilindri accompagnatori inferiori (Fig. 204).
La cinghietta garantisce l'uniforme trascinamento delle fibre e costituisce un efficace rimedio contro possibili avvolgimenti delle fibre che si possono verificare quando esiste il loro diretto contatto con i cilindri.

Mentre nel sistema precedentemente analizzato la pinzatura elastica riguarda solo le fibre lunghe e deve provocare l'affondamento della massa fibrosa nelle punte dell'Herisson, in questo caso il controllo elastico è fondato essenzialmente sull'autocontrollo delle fibre che viene attivato dalla deformazione del rivestimento in gomma del cilindro a botte al passaggio del materiale.
Tale deformazione esercita sul materiale una pressione di reazione che lo compatta modificando l'attrito di coesione fra le fibre, in modo più o meno energico, in funzione dell'elasticità della gomma; consegue che le fibre avanzano regolarmente anche durante lo slittamento delle fibre più lunghe già pinzate dai cilindri di stiro.

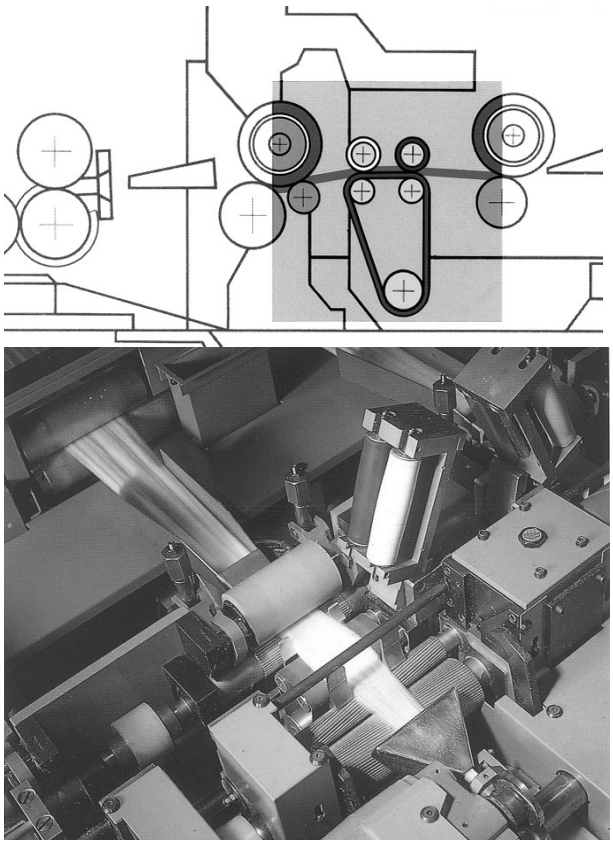


Fig. 204 Testa di stiro con controllo a cilindri a botte a pinzatura elastica

La sezione della gomma dei cilindri a botte a pinzatura elastica è più fine al centro in modo che le forze di reazione che si generano, di intensità proporzionale allo spessore "x" della sezione trasversale del materiale, possano comprimere il materiale (Fig. 203).

L'impiego di gomme di diversa durezza ed elasticità permette di regolare l'intensità della compressione delle fibre in funzione del loro diagramma fibroso e dei campi di stiro libero adottati.
Nella Tabella G sono riportati i principali dati tecnici degli stiratoi utilizzati per il quarto passaggio di preparazione alla filatura con i due diversi sistemi di controllo dello stiro.

TABELLA G

Caratteristica		Herisson-cilindretti a botte	cilindretti a botte/cinghia
Teste per macchina	n°	4	4
Uscite automatiche a vasi	n°	2	2
Nastri per ogni testa	n°	1	1
Nastri per vaso	n°	2	2
Popolazione con Herisson ad aghi	aghi/cmq	27/32	
Larghezza guarnita Herisson	mm	100	
Popolazione con Herisson a dischi	punte/cmq	14	
Manicotto a botte per controllo elastico	mm	ϕ 36 x 125	ϕ 36 x 125
Carica di alimentazione	g/m		25 ÷ 30
Cilindro di alimentazione	mm	50	
Cilindri di stiro - rullo di pressione	mm	25/66 - 75	30/66 - 80
Scartamento	mm	175 - 265	135 - 270
Campo di stiro libero (ultima punta/pinzatura - cil. stiro)	mm	23 ÷ 113	38 ÷ 60
Velocità mecc.di alimentazione max	m/min	40	50
Velocità meccanica di uscita max	m/min	300	350
Stiro		3.55 - 7.96	7.91 - 11.72

L'autoregolatore meccanico dello stiro

Di solito, uno degli stiratoi che eseguono la bassa preparazione alla filatura possiede un dispositivo autoregolatore dello stiro che può essere del tipo meccanico.

L'autoregolatore meccanico è posto tra la testa di stiro e la rastrelliera di alimentazione e il suo funzionamento utilizza il principio del feedback meccanico in base al quale lo stiro viene regolato, come per quelli elettronici, in funzione delle variazioni di titolo riscontrate in entrata mediante la variazione della velocità di alimentazione.

Il campo di correzione è compreso tra –20% e +20% con una tolleranza del +/- 1.5% rispetto al peso di cinque metri di nastro uscente.

L'autoregolatore meccanico è composto da un tastatore d'entrata collegato ad un sistema di amplificazione a leve dei suoi spostamenti che, attraverso una memoria meccanica trasmette i rilevamenti di tastatura ad un variatore di velocità a coppia di coni.

Il tastatore è costituito da una coppia di pulegge, con gli assi verticali, di cui una a gola è fissa mentre l'altra è mobile; il rullo mobile viene premuto contro quello fisso con una forza di circa 2000 N.
Il tastatore è intercambiabile, secondo diverse altezze della gola, in funzione delle cariche di alimentazione e del tipo di materiale impiegato per rendere significative in spessore le differenze di peso rilevate.

La memoria meccanica è costituita da un disco, in continua rotazione, sulla cui periferia sono disposte delle speciali spine (pioli filettati) che potendo essere conficcate o estratte memorizzano le variazioni di peso rilevate dal tastatore.

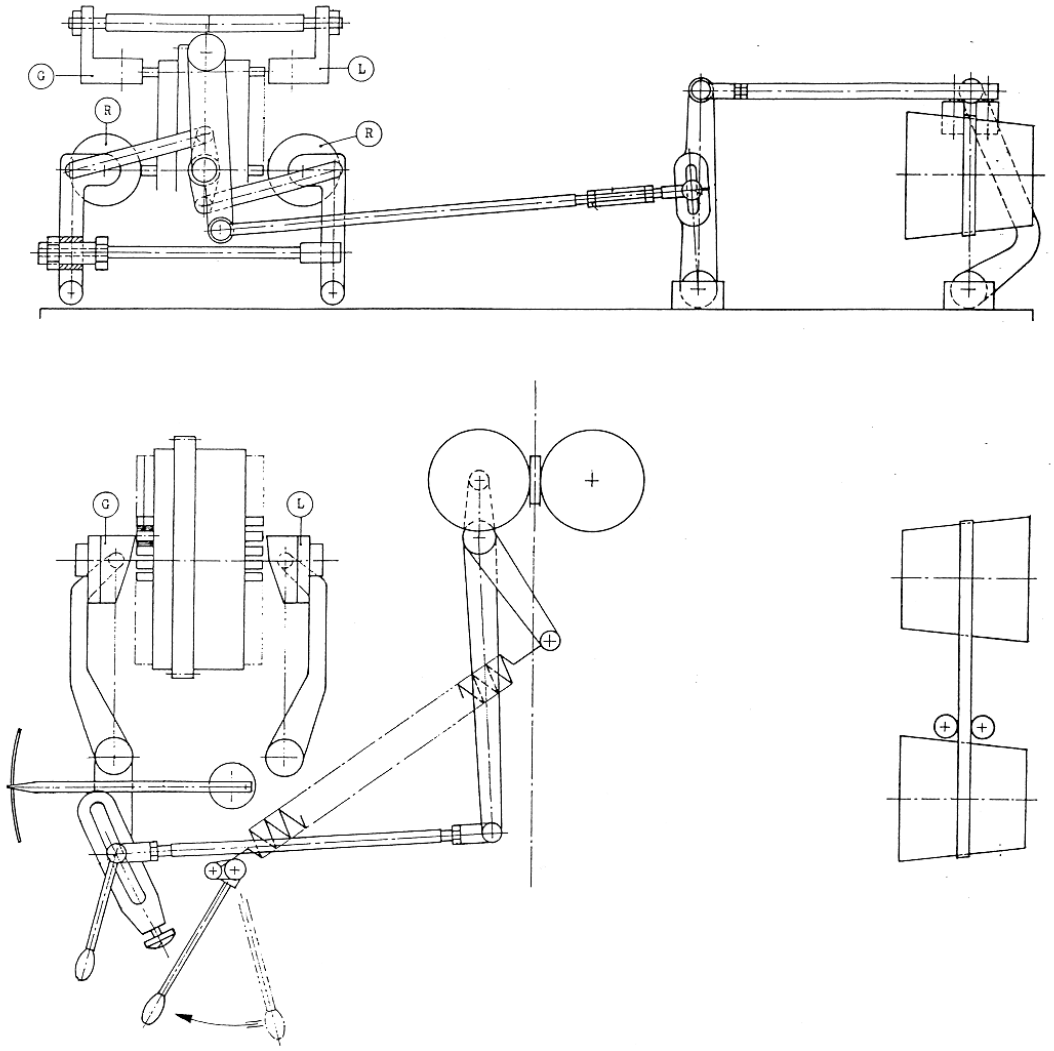


Fig. 205 Autoregolatore meccanico dello stiro

Il funzionamento dell'autoregolatore meccanico è il seguente (Fig. 205): la puleggia mobile si sposta a destra o a sinistra a seconda se la massa di materiale è inferiore o superiore al valore di riferimento impostato. Lo spostamento, per mezzo di pattini "G" e "L" collegati con il levismo del tastatore, conficca o estrae le spine della memoria meccanica. Nel tempo che il materiale passa dal tastatore allo stiro, la memoria meccanica ruota di 3/4 di giro in modo che i rulli "R" di rilevamento, in base alla posizione assunta dalle spine, provocano lo spostamento di uno sviacinghie sul variatore di velocità che determina la variazione della velocità di alimentazione in perfetto sincronismo con il tastatore e lo stiro.

La velocità della memoria, che determina il tempo di intervento sullo stiro, è registrabile in funzione dello scartamento.
E' evidente che all'aumentare della velocità di alimentazione il sistema tende a mediare gli intervalli di rilevamento perdendo, in proporzione, in sensibilità.
La velocità massima di alimentazione che consente un corretto funzionamento dell'autoregolatore meccanico può essere indicata in 40 ÷ 45 m/min per cui con velocità superiori si tende ad utilizzare sistemi più efficaci sia per sensibilità sia per rapidità di intervento.

L'alta preparazione

L'alta preparazione consiste in un passaggio al finitore frottatore che ha la funzione di far assumere al nastro le dimensioni ed il grado di coesione idonei all'esecuzione ottimale della successiva operazione di filatura.
Il finitore frottatore più largamente utilizzato presenta gli organi di stiro e di frottaggio in posizione verticale allo scopo di ridurre i cambi di direzione del materiale durante la lavorazione che, di conseguenza, può essere effettuata con velocità più elevate, a parità di qualità del prodotto ottenuto.

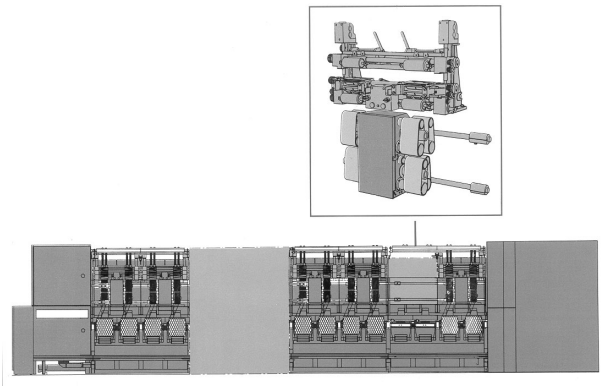


Fig. 206 Finitore frottatore verticale

Il finitore frottatore verticale ha una struttura a moduli con 2 gruppi di stiro e doppio frottaggio (Fig. 206), separati e indipendenti, che consentono alla macchina di funzionare senza soluzione di continuità anche quando uno o più gruppi sono fermi per qualsiasi motivo. Dato che un gruppo di stiro e frottaggio lavora 2 stoppini contemporaneamente, ogni modulo produce 4 stoppini che vengono raccolti, a coppie, in 2 bobine.
L'avvolgimento e la distribuzione incrociata dei 2 stoppini paralleli, per ogni tubetto, avviene mediante un sistema che utilizza un carro portabobine fisso e due guidastoppini torsionatori (di falsa torsione) oscillanti (Fig. 207).
Il principio di funzionamento è il seguente: un gruppo di stiro con sistema di controllo a pinzatura elastica, riduce le dimensioni del nastro alimentato dopo di che il coesionamento delle fibre e la trasformazione del nastro in stoppino viene realizzata tramite un doppio campo di frottaggio costituito da due coppie di manicotti elastici che unitamente al moto rotatorio, nel senso dell'avanzamento del materiale, possiedono anche un movimento traslatorio trasversale alternato (che simula lo sfregamento con le mani).

I finitori frottatori verticali si differenziano in funzione della configurazione del gruppo di stiro (laminatoio) e nella formazione delle bobine con corse di distribuzione e incroci di avvolgimento dello stoppino sul tubetto appropriati al suo titolo.

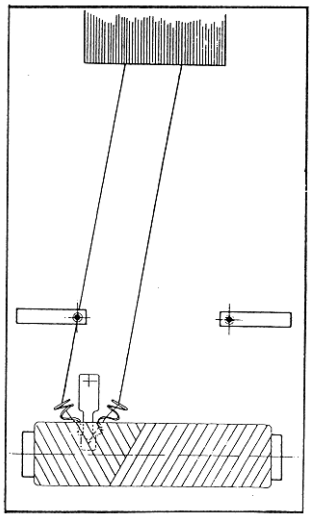


Fig. 207 Formazione della bobina

A) Gruppo di stiro

Il controllo a pinzatura elastica delle fibre nel laminatoio può essere realizzato secondo due sistemi:

a) cinghietta sui cilindri accompagnatori, con cilindri ricoperti rispettivamente con gomme a botte o cilindriche a controllo elastico e con cilindri di dimensioni ridotte per realizzare campi di stiro libero limitati adatti anche alla lavorazione delle fibre corte (Fig. 208). E' utilizzato per la fabbricazione di stoppini fini ed extra-fini da Nm 2 ÷ 6 e per la lavorazione di fibre fini;
b) due cilindri accompagnatori, con cilindri ricoperti con gomme a botte o cilindriche a controllo elastico (Fig. 209). E' utilizzato per la fabbricazione di stoppini di qualsiasi titolo ma in particolare per quelli grossi di Nm 0.8 ÷ 4.5 e per alte cariche di alimentazione fino a 18 g/m.

Il cinematismo del laminatoio del tipo a) prevede un pre-stiro di 1.05 tra l'alimentazione e i cilindri intermedi di controllo per ottenere una distensione ed un tensionamento del materiale per prepararlo allo stiro effettuato dai cilindri di stiro.

Il controllo delle fibre durante lo stiro avviene principalmente in due zone intermedie (Fig. 210): nella prima zona vengono controllate solo le fibre lunghe e medie (circa il 40 ÷ 50 % del diagramma fibroso) con energica azione di tenuta della massa fibrosa, la seconda zona controlla tutte le fibre e consente, mediante una maggiore elasticità della gomma, un più facile sfilamento delle fibre già pinzate dai cilindri di stiro.

Grazie alla possibilità di rendere minimo il campo di stiro libero, il numero delle fibre fluttuanti è sensibilmente ridotto (meno del 10% del diagramma fibroso) e ciò consente di raggiungere risultati di buona regolarità anche per i materiali con fibre corte.

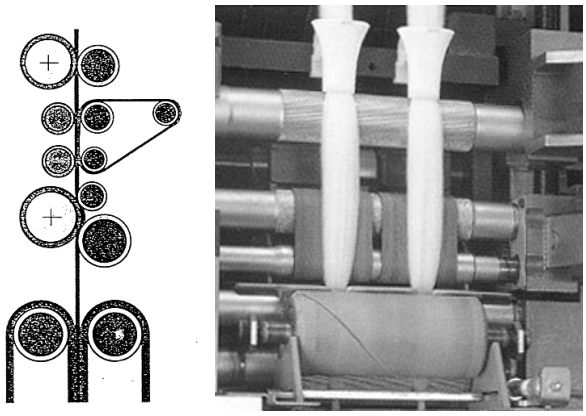


Fig. 208 Controllo con gomme a botte con controllo elastico

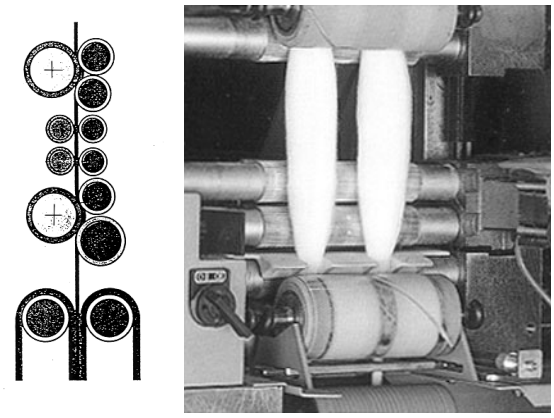


Fig. 209 Controllo con gomme cilindriche a controllo elastico

In base alle condizioni di funzionamento delle gomme cilindriche e a botte a controllo elastico si possono fare le seguenti osservazioni di carattere generale (Fig. 211):

- la deformazione della gomma cilindrica a controllo elastico avviene per distensione della gomma che è trattenuta ai bordi dalla sua bussola in funzione dello spessore del materiale in movimento; essa avvolge poco il materiale sui lati (meno rispetto alla gomma Sampre) per cui l'uniformità del controllo dipende fortemente dal grado di condensazione e dalla dimensione della sezione trasversale del materiale,

- la deformazione della gomma a botte a controllo elastico è tale che il materiale viene completamente avvolto dalla gomma e, quindi, a parità di gomme , esercita un maggiore controllo delle fibre rispetto al sistema in gomma cilindrica a controllo elastico,

- la rotazione del rullo guarnito con gomma cilindrica a controllo elastico avviene per mezzo della pressione dei bordi della bussola sul rispettivo cilindro per cui il trascinamento è indipendente dal materiale e, quindi, interferisce limitatamente con la sua sezione trasversale,
- la rotazione del rullo a botte a controllo elastico avviene con il contributo della massa fibrosa in lavoro e con minore contatto con il corrispondente cilindro di trascinamento.

Le caratteristiche di funzionamento appena analizzate e la pratica di lavorazione consentono di dire che il rullo a botte esercita un maggior controllo nel caso di cariche di alimentazione basse (più idoneo il tipo "a") e titoli fini, mentre il rullo cilindrico è più adatto per le cariche di alimentazione elevate (più idoneo il tipo "b") e, quindi, per titoli grossi e medi e per una lavorazione con caratteristiche standard.

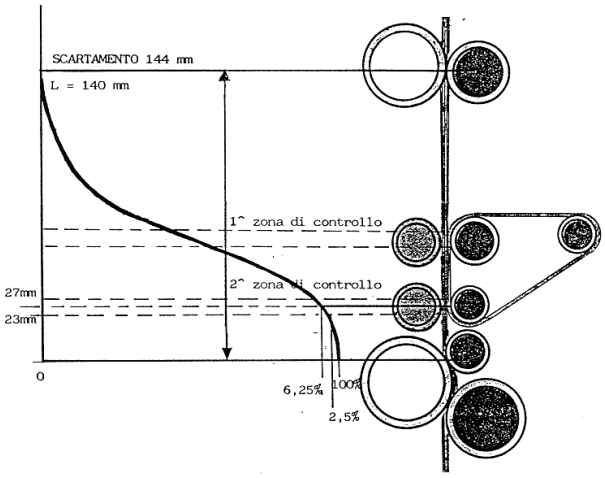
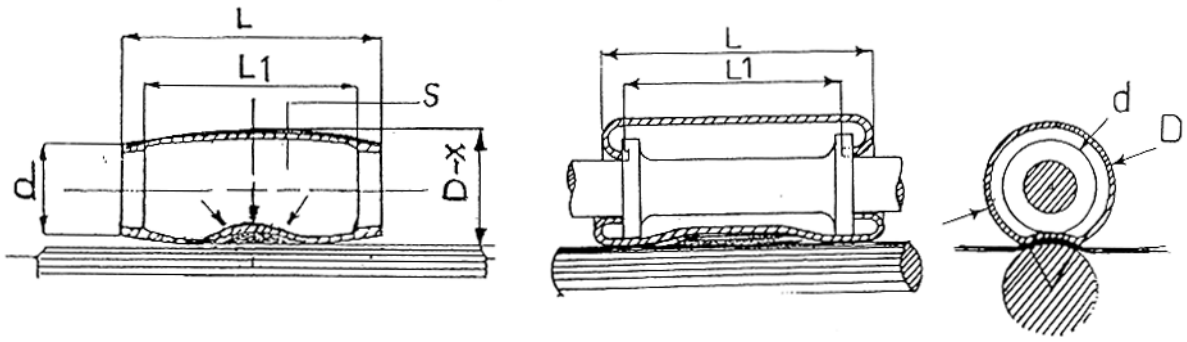


Fig. 210 Zone di controllo delle fibre

Le cariche massime utilizzate, nel caso di fibre di finezza media (21÷23 micron), sono:
1- per il tipo a): 8 g/m,
2- per il tipo b): 15 g/m,
con riduzione proporzionale alla finezza delle fibre.



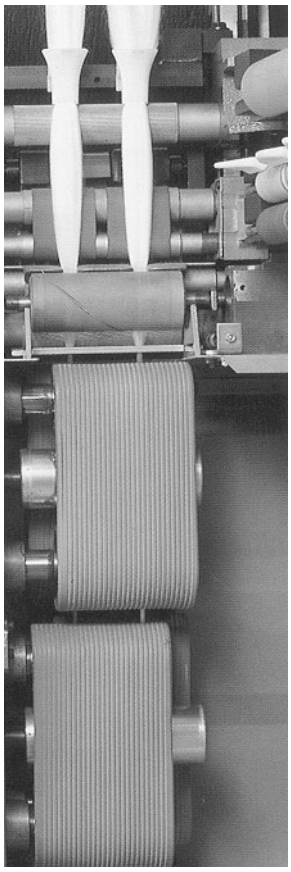
Sistema di controllo con rullo a botte a controllo elastico

Sistema di controllo con rullo cilindrico a controllo elastico

Fig. 211 Confronto tra i sistemi di controllo delle fibre nel campo di stiro

B) Gruppo di doppio frottaggio
I manicotti frottatori sono comandati da due alberi, uno serve per il movimento di rotazione e l'altro per quello di oscillazione alternata.

Il doppio frottaggio si realizza con due coppie di manicotti, posti in serie sul percorso verticale degli stoppini, sincronizzati fra loro. La sfasatura tra i due campi di frottaggio è di fondamentale importanza in quanto gli stoppini devono avanzare in modo che i colpi del primo e del secondo campo si sommino cioè facendo in modo che la massima azione del secondo campo coincida con quella del primo evitando che l'inversione della corsa del secondo campo capiti nel punto frottato dal primo campo (Fig. 212).



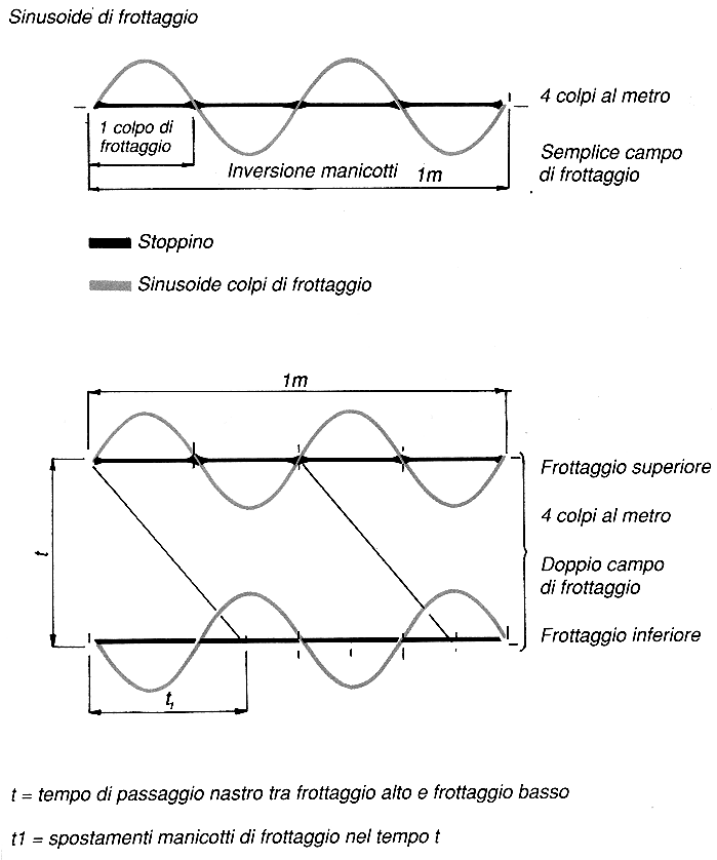
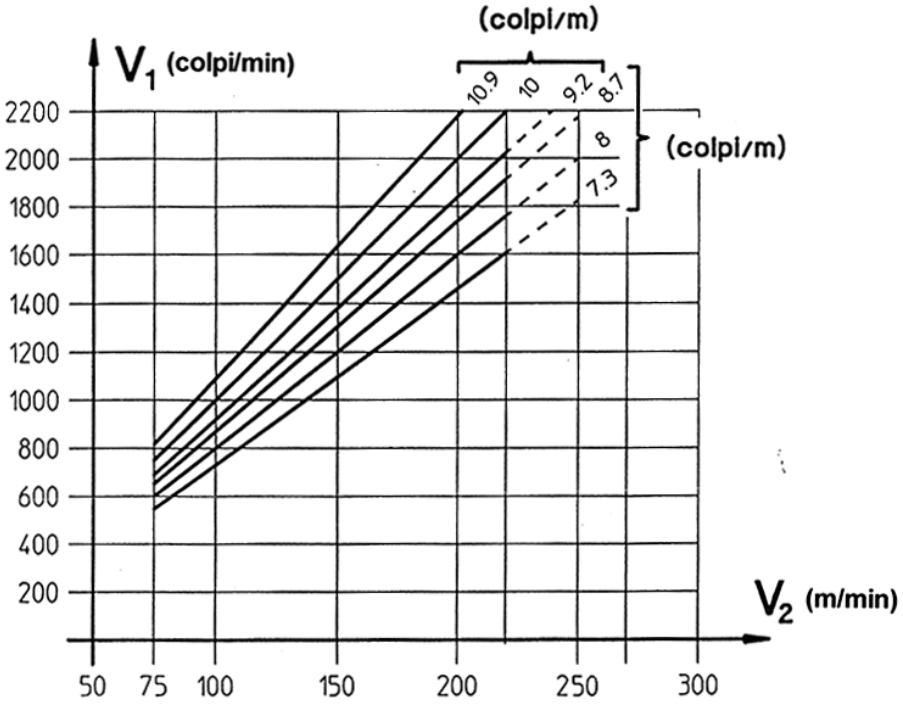


Fig. 212 Sfasatura dei due campi di frottaggio

Il seguente diagramma rappresenta la relazione intercorrente tra la velocità di avanzamento del materiale (m/min), le frattazioni al metro (colpi/m) e la velocità di oscillazione dei manicotti (colpi/min):



Nella Tabella H sono riportati i dati tecnici dei finitori frottatori con i diversi sistemi di pinzatura elastica delle fibre durante lo stiro.

TABELLA H

Caratteristica		cinghietta	due cilindri
Moduli di stiro e di frottaggio	n°	6 - 8 - 10 - 12	6 - 8 - 10 - 12
Bobine per macchina	n°	12 - 16 - 20 - 24	12 - 16 - 20 - 24
Stoppini per macchina	n°	24 - 32 - 40 - 48	24 - 32 - 40 - 48
Copli di frottaggio complessivi max	colpi/min	2200	2200
Corsa di frottaggio	mm	23	23
Titoli raccomandati		fino a Nm 6	da Nm 0.8
Velocità meccanica max	m/min	250	295
Peso max delle bobine	daN	5	6.8
Cilindro di alimentazione - rullo di pressione	mm	35 - 45	32/32 - 60
Cilindri di stiro - rullo di pressione	mm	25/45 - 55	30.32/48.51 - 60
Scartamento	mm	100 ÷ 190	115 ÷ 220
Campo di stiro libero (ult. pinzatura - cil. stiro)	mm	25 ÷ 45	33 ÷ 58
Stiro		5.28 ÷ 25.14	6.22 ÷ 29.64

La filatura ad anello

Gli scopi della filatura ad anello sono:
- assottigliare lo stoppino per fargli assumere il titolo desiderato,
- assegnare la torsione al filato per conferirgli la resistenza stabilita
- raccogliere il filato in una confezione, la spola, che ne renda semplice l'immagazzinamento e la manipolazione.

Il principio di funzionamento del filatoio ad anello

Il filatoio ad anello funziona nel modo seguente (Fig. 213):
1. le bobine "1", provenienti dal finitore frottatore, vengono appese sulla rastrelliera di alimentazione posta nella parte superiore della macchina, una per ogni due fusi,
2. gli stoppini "2", che si svolgono dalle bobine per derulè, vengono richiamati dai cilindri di alimentazione del gruppo di stiro "3" dove vengono assottigliati,
3. quando le fibre abbandonano i cilindri di uscita dello stiratoio, il filato in formazione "4", richiamato dalla rotazione del fuso, passa attraverso il guidafili "5", all'interno dell'anello anti-ballon "6" e nell'anellino "7", assume la torsione e si avvolge sul tubetto "8" infilato nel fuso "9".

Il filato assume la torsione in quanto, durante l'avvolgimento sul tubetto che è infilato sul fuso in rotazione, determina la rotazione dell'anellino "7" intorno all'anello "10", concentrico al fuso (Fig. 214); per ogni giro dell'anellino sull'anello, si ha la formazione di un giro di torsione nel tratto di filato compreso tra i cilindri di stiro e l'anellino.
L'avvolgimento del filato sul tubetto è reso possibile in quanto l'anellino che non possiede un movimento proprio ma è trascinato dal filato, ha una velocità di rotazione inferiore a quella del tubetto (fuso) a causa della resistenza d'attrito che incontra durante il suo scorrimento sull'anello

(e, in misura minore, anche a causa della resistenza opposta dall'aria al movimento del tratto di filato compreso tra il guidafili e l'anellino).

La distribuzione del filato sul tubetto, che consente la formazione della spola, avviene per mezzo del movimento verticale alternato degli anelli, disposti su una "banchina porta-anelli", caratterizzato dal fatto che i punti di inversione del moto non sono fissi ma si spostano in continuazione verso l'alto.

La corsa della banchina rimane sempre costante e il suo movimento inizia in prossimità della base del tubetto e termina quando, tramite il continuo spostamento verso l'alto dei punti di inversione del suo moto, si giunge in prossimità dell'estremità superiore del tubetto.

A) Alimentazione dello stoppino
Il sistema di alimentazione dello stoppino, pur essendo un meccanismo semplice, può influenzare in misura notevole il numero di difetti presenti sul filato; in particolare se lo stoppino non si svolge in modo corretto si possono creare "tagli" oppure causare rotture.
Le impalcature utilizzate (Fig. 215) sono dotate di sostegni appesi su rotaie, uno dietro l'altro, per tutta la lunghezza della macchina, dotati di un meccanismo frenante che impedisce alla bobina che sostengono di ruotare velocemente.

B) Gruppo di stiro
Il laminatoio di stiro può essere equipaggiato con organi di controllo delle fibre di tipi diversi:
- a tre cilindri con doppia cinghietta (Fig. 216, sopra) per filati aventi titoli medi e medio-grossi,
- a quattro cilindri con doppia cinghietta (Fig. 216, sotto) per filati aventi titoli fini e finissimi con elevate caratteristiche di regolarità, resistenza ed elasticità.

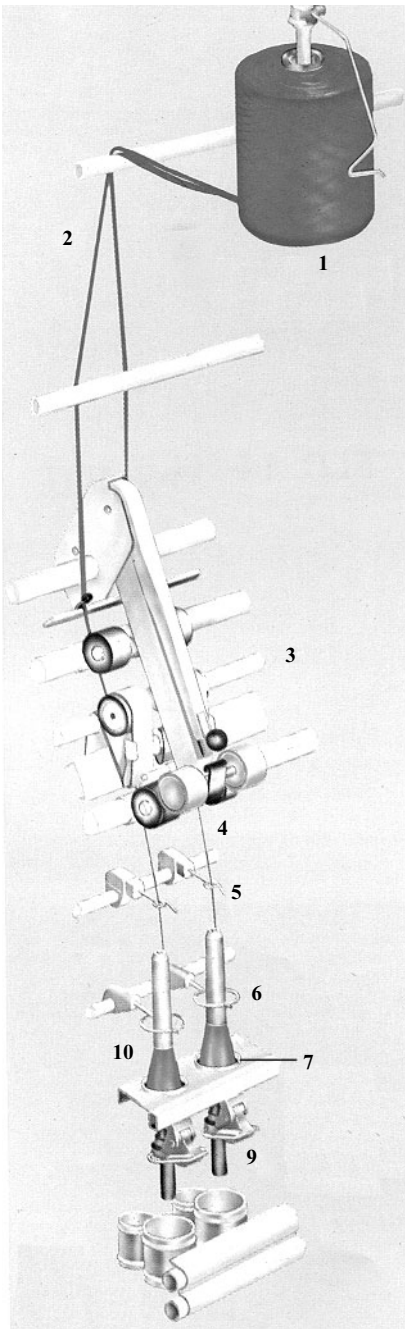


Fig. 213 Filatura ad anello

Il materiale fibroso che arriva nel campo di stiro è costituito da un nastro di fibre poco resistente perché sono presenti poche fibre e l'attrito tra di esse è minimo; per poter effettuare convenientemente il controllo vengono utilizzate due cinghiette in rotazione; la cinghietta disposta al di sopra del materiale è pressata su quella che lo sostiene .

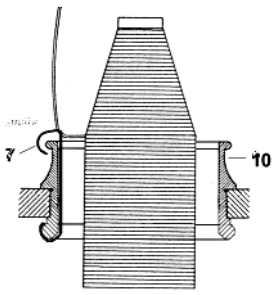


Fig. 214 Anello-anellino

Di solito, il cilindro superiore di uscita è disposto leggermente più avanti (di qualche mm) rispetto a quello inferiore in modo da spostare in avanti il punto di pinzatura delle fibre e, quindi, ridurre le dimensioni del triangolo di filatura (di cui si parlerà in seguito) con conseguente diminuzione del numero di rotture del filato in formazione.

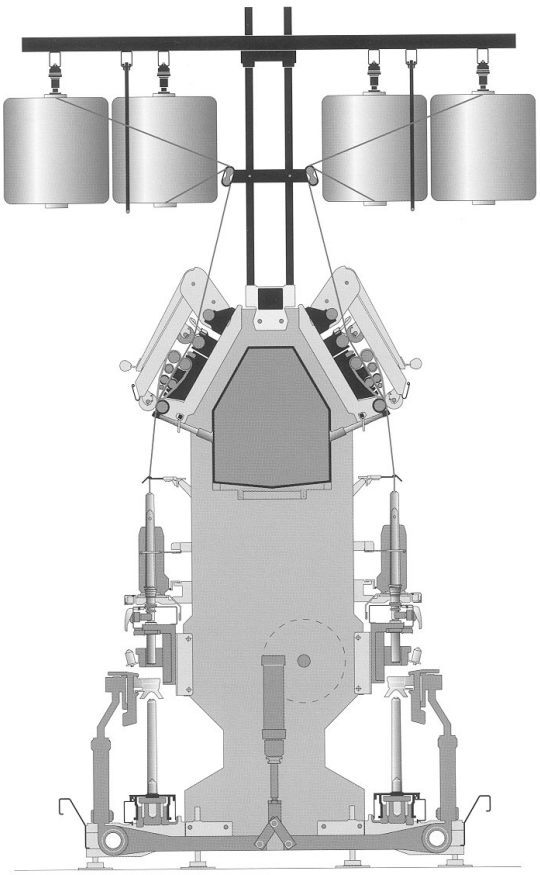


Fig. 215 Filatoio ad anello monocomando

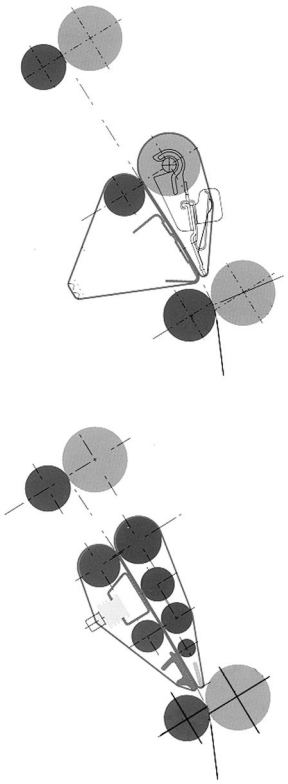


Fig. 216 Gruppo stiro

C) Il sistema di trasmissione della rotazione ai fusi
La trasmissione del moto ai fusi si realizza mediante tre sistemi:

- con cintini,
- con cinghia tangenziale,
- con cinghia tangenziale a sezioni.

La trasmissione mediante cintini assicura l'uniformità del numero di giri dei fusi e, quindi, la regolarità della torsione, inoltre, in caso di rottura di una cinghia occorre meno tempo per la sostituzione.
Rispetto alla cinghia tangenziale, l'utilizzo delle cinghie che comandano gruppi (sezioni) di fusi ha il vantaggio di provocare minore rumore, di richiedere minore energia e di consentire una più facile sostituzione delle cinghie; i vantaggi della cinghia tangenziale sono costituiti dalla mancanza di dispositivi (cilindri e pulegge) al di sotto della macchina con conseguente minore turbolenza dell'aria e, di solito, minore necessità di manutenzione.

Nel sistema di trasmissione con cintini, una cinghia muove, di solito, 4 fusi per fronte del filatoio; la cinghia passa intorno ad 8 fusi (Fig. 217) e ad una puleggia che trasmette il moto rotatorio.
Nel sistema di trasmissione con cinghia tangenziale, una cinghia parte dal motore e scorre tangenzialmente nella parte interna dei fusi di entrambi i fronti del filatoio (Fig. 218A); è necessario un gran numero di tenditori per mantenere uniforme la tensione della cinghia in corrispondenza di tutti i fusi.

Possono essere utilizzate anche due cinghie, uno per ogni fronte del filatoio (Fig. 218B), che forniscono una migliore uniformità di rotazione dei fusi soprattutto per filatoi con molti fusi.

Nel sistema di trasmissione con cinghia tangenziale a sezioni, una cinghia muove, di solito, 24 fusi per ogni fronte del filatoio; la cinghia passa intorno a 48 fusi (Fig. 219A) e ad una puleggia che possiede il moto rotatorio nel caso dei filatoi monocomando (un solo albero comanda i fusi di entrambi i fronti) oppure intorno a 48 fusi (Fig. 219B) e a due pulegge dotate di moto rotatorio nel caso dei filatoi bicomando (due alberi ognuno dei quali comanda i fusi di un solo fronte).
In ognuno dei casi precedenti è necessaria la presenza di un certo numero di tenditori per mantenere uniformemente tese le cinghie.

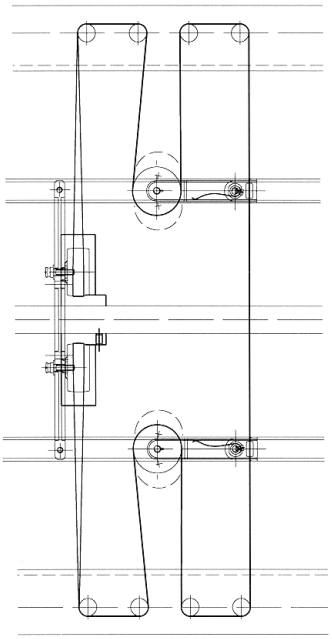


Fig. 217 Cintini

D) Guidafili
Il riccio guidafilo si trova perfettamente sopra ogni fuso, sul prolungamento del suo asse; la sua posizione deve essere tale da determinare un arco di abbracciamento delle fibre sul cilindro di stiro che deve consentire la più idonea distribuzione delle torsioni sul filato per ridurre le sue rotture durante la lavorazione.
Durante l'avvolgimento del filato sulla spola, il guidafili effettua lo stesso movimento della banchina porta-anelli ma con una corsa minore; come si vede nella Fig. 220, il movimento del guidafili assicura che le differenze di altezza del tratto di filato compreso tra il guidafili e l'anellino (che per la sua caratteristica forma prende il nome di "ballon"), in corrispondenza delle diverse posizioni della banchina porta-anelli, non siano eccessive, in caso contrario, ci sarebbe una notevole variazione di tensione del filato che avrebbe come conseguenza una sua minore regolarità e l'aumento del numero di rotture.

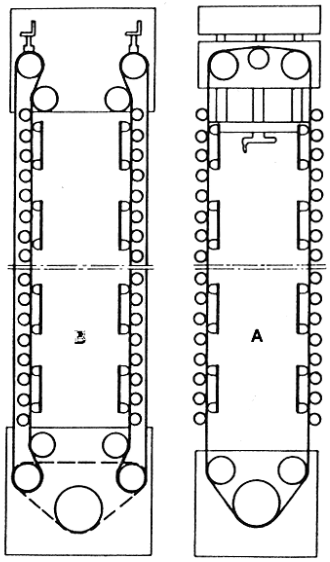
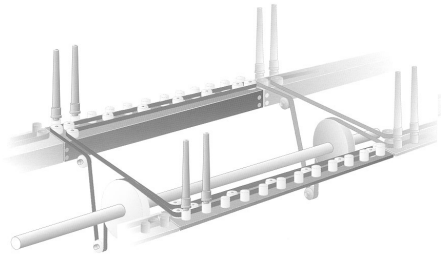


Fig. 218 Cinghia tangenziale

E) L'anello di controllo del ballon (anello anti-ballon)
La distanza tra l'anello e il guidafili, di solito, è elevata e questo comporterebbe la formazione di un ballon:
- di grande diametro, con conseguenti problemi di spazio,
- molto lungo, con possibilità di cambiamento di forma e conseguente sua instabilità (collasso del ballon), con maggiori probabilità di rotture del filato.

Questi inconvenienti potrebbero essere ridotti aumentando la tensione di avvolgimento del filato con l'uso di un anellino più pesante; questa soluzione non è conveniente perché l'aumento della tensione del filato è direttamente proporzionale all'aumento del numero delle sue rotture.
La soluzione ottimale è costituita dalla presenza di un anello di controllo del ballon (Fig. 221) che consente la sua divisione in due parti più piccole che risultano stabili anche con tensioni basse del filato.

A



B

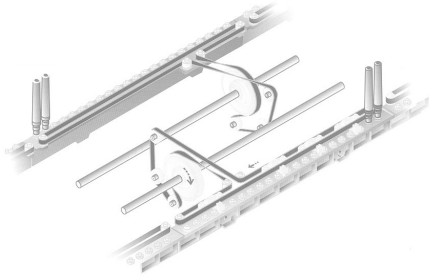


Fig. 219 Cinghia tangenziale a sezioni

E' evidente che gli anelli anti-ballon creano le condizioni di funzionamento con fusi lunghi con velocità elevate mantenendo la tensione del filato in limiti accettabili; però, lo sfregamento del filato sulla superficie dell'anello può determinare la formazione di una maggiore pelosità e la perdita di fibre corte (peluria).

Durante l'avvolgimento del filato sulla spola, l'anello anti-ballon effettua lo stesso movimento della banchina porta-anelli ma con una corsa minore; il movimento sincronizzato tra banchina porta-anelli, anello anti-ballon e riccio guidafilo mantiene un controllo del ballon costante lungo tutta la formazione della spola (Fig. 222).

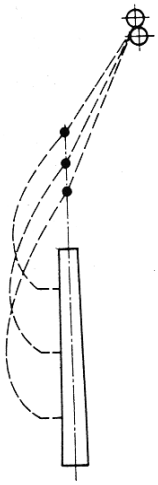


Fig. 220 Guidafili

F) Il sistema di comando della banchina porta-anelli
Il meccanismo di comando della banchina porta-anelli (carro) può essere del tipo:

- a gravità, se è comandata solo la salita del carro mentre la discesa avviene per gravità (di solito è usato nei filatoi monocomando, Fig. 223A),
- positivo, se sono comandate sia la salita sia la discesa del carro (Fig. 223B).

G) Divisori
La maggior parte delle rotture del filato in formazione avviene in corrispondenza del triangolo di filatura dove si esercitano delle trazioni su un materiale costituito da poche fibre che non sono completamente unite fra di loro.
Nel caso di rottura in questa zona, la parte di filato rimasta libera si arrotola intorno al fuso e può interferire con i fusi adiacenti e provocare altre rotture; questo inconveniente si elimina interponendo tra i fusi i divisori che sono costituiti da fogli di plastica o di alluminio che sono solidali e, quindi, seguono il movimento della banchina.

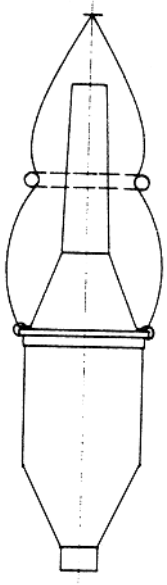


Fig. 221 Anello antiballon

H) Sistema di aspirazione del materiale dopo la zona di stiro
Dato che in caso di rottura del filato in formazione, l'alimentazione dello stoppino non si interrompe, all'uscita dei cilindri di stiro è presente un tubo di aspirazione dell'aria ("pneumafil") che ha i seguenti scopi:

- allontanare il nastro di fibre uscente dal laminatoio di stiro per evitare che possa ingarbugliarsi con i filati adiacenti ed essere causa di altre rotture,
- evitare che le fibre vengano disperse nell'ambiente,
- limitare la possibilità che il materiale uscente si avvolga sui cilindri di stiro.

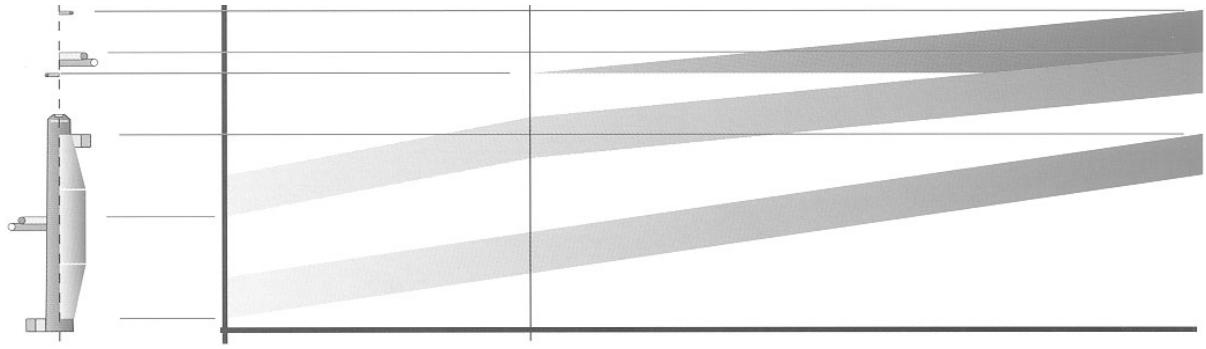


Fig. 222 Diagrammi del moto (sincronizzato) della banchina porta-anelli, dell'anello anti-ballon e del guidafili

I) Anellino

L'anellino è l'accessorio che consente al filato di assumere la torsione e permette il suo corretto avvolgimento sulla spola.

La velocità di avvolgimento del filato corrisponde alla differenza tra le velocità periferiche della spola e dell'anellino ed è uguale alla velocità periferica dei cilindri di uscita dello stiratoio.

La differenza tra i numeri di giri del fuso e dell'anellino, nell'unità di tempo, determina il numero di spire che si avvolgono, nello stesso tempo, intorno alla spola; dato che, a parità di numero di giri del fuso, all'aumentare del diametro della spola, aumenta il numero di giri dell'anellino consegue che diminuisce il numero di spire avvolte intorno alla spola.

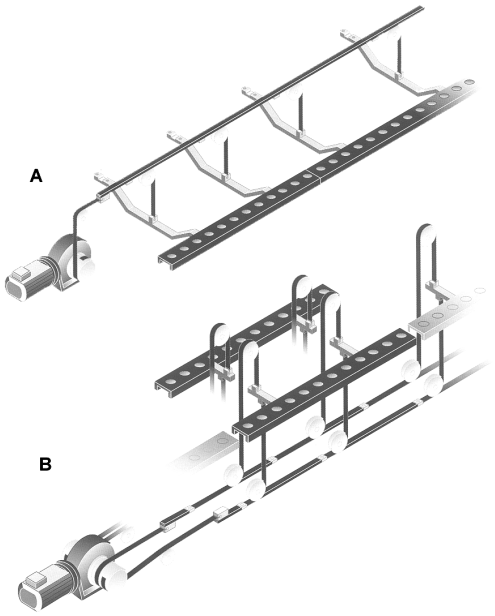


Fig. 223 Sistema di comando della banchina porta-anelli

A causa della forza centrifuga, durante la rotazione dell'anellino si origina una elevata pressione di contatto tra anello ed anellino che genera grandi forze di attrito che portano alla creazione di una notevole quantità di calore che può portare l'anellino ad assumere temperature anche superiori a 200 ÷ 300 °C dato che la sua massa ridotta non gli consente di trasferire velocemente il calore all'aria o all'anello. Ciò significa che è molto difficile ottenere grandi evoluzioni nella filatura ad anello, con i materiali di solito utilizzati, in quanto la velocità dell'anellino è quasi giunta al suo valore limite (circa 33 ÷ 35 m/s per quelli in acciaio e 45 ÷ 47 m/s per quelli di nailon-fibra di vetro).

In funzione del tipo di filato che si produce si usa un determinato tipo di anellino cioè con forma, massa, materiale, finitura, sezione adeguata.

Per raggiungere le maggiori velocità possibili, la forma dell'anellino deve corrispondere alla forma dell'anello in modo da realizzare la superficie di contatto più estesa possibile per facilitare lo smaltimento del calore e deve essere la più piatta possibile in modo da avere un baricentro basso. La forma piatta, però, deve lasciare un ampio spazio per il passaggio del filato altrimenti l'attrito filato-anello può comportare una maggiore pelosità del filato e la perdita di fibre sotto forma di peluria.

Dalla massa dell'anellino dipende l'entità della forza d'attrito tra anellino e anello, la dimensione del ballon e, di conseguenza, la tensione di avvolgimento del filato.
Se la massa dell'anellino è molto piccola, il ballon sarà abbastanza grande, la tensione di avvolgimento limitata e la spola risulterà morbida e con meno filato, al contrario un anellino pesante determina un aumento della tensione di avvolgimento del filato e un maggior numero di rotture. In definitiva, la massa dell'anellino deve essere in rapporto alla massa del filato (finezza e resistenza) e alla velocità del fuso.

La costruzione (riempimento) della spola

A) La forma della spola
Il tubetto è costituito di cartone oppure di materiale plastico ed ha forma conica uguale a quella del fuso; il filato si avvolge su di esso lasciando uno spazio (10 ÷ 13 mm) alle estremità.
Una spola piena (Fig. 224) presenta tre diverse parti:

- la base rastremata "H2", il nocciolo,
- a parte centrale cilindrica "H1", il corpo,
- l'estremità superiore conica "H".

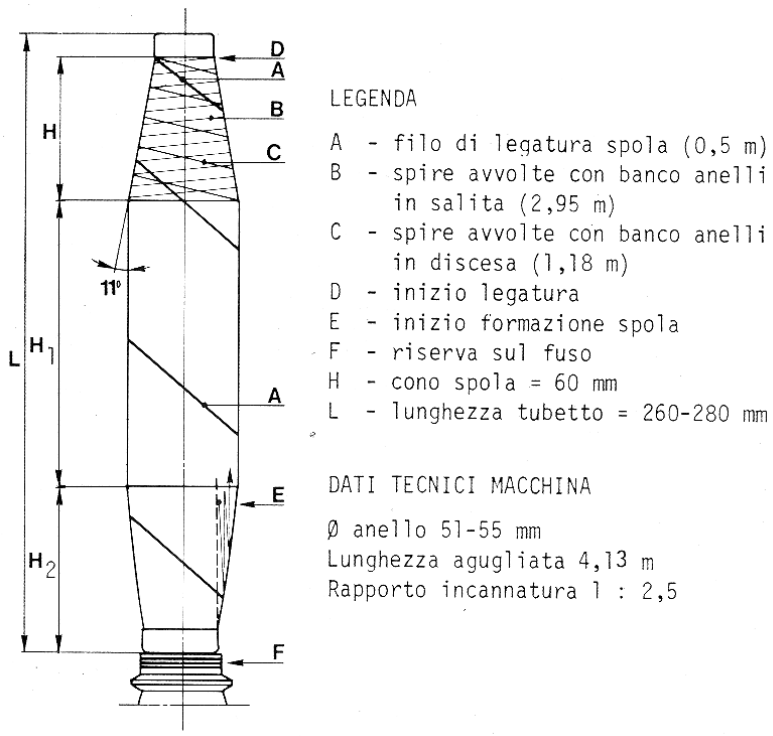


Fig. 224 Forma della spola

La spola si costruisce dalla base alla punta per sovrapposizione di strati a forma tronco-conica di filato che, tranne per il nocciolo, fanno assumere al materiale depositato una conicità che si mantiene costante dalla fine del nocciolo all'estremità della spola.
Ogni fase di formazione della spola è costituita dalla sovrapposizione di uno strato principale di filato e di uno strato incrociato di legatura.
Lo strato principale viene avvolto quando la banchina porta-anelli (carro) sale lentamente; le spire di filato, l'una accanto all'altra, costituiscono il riempimento principale della spola. Lo strato incrociato è costituito da spire distanziate, inclinate verso il basso, che si formano durante la discesa veloce del carro; esso separa gli strati principali fra di loro che altrimenti verrebbero pressati l'uno dentro l'altro con il risultato di rendere molto difficile o impossibile lo svolgimento del filato.
Il rapporto tra il numero delle spire di filato avvolto sulla spola durante la salita della banchina ed il numero di spire avvolte durante la discesa è, di solito, variabile da 2:1 a 2.5:1 (Fig. 225), ciò spiega il motivo per il quale la salita della banchina deve essere lenta (A) e la discesa veloce (B); in caso contrario si avrebbero problemi di svolgimento delle spole ad alta velocità (D) dovuti allo sfilamento di più spire contemporaneamente e conseguente loro possibile intreccio (nel caso "C" questo pericolo non sussiste).

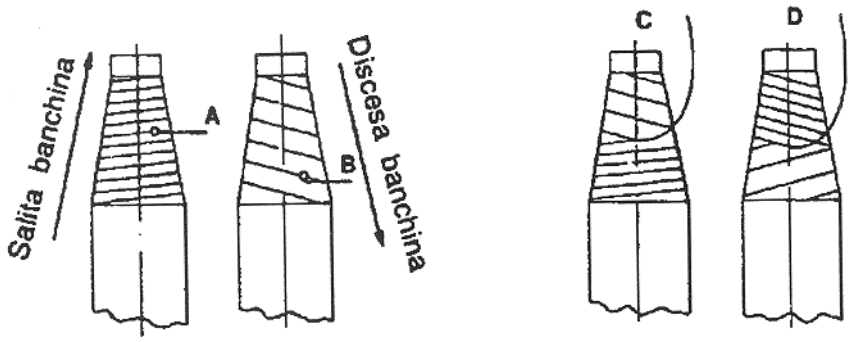


Fig. 225 Effetti dovuti al rapporto d'incrocio

Il tratto di filato depositato sulla spola, per ogni movimento di andata e di ritorno della banchina porta-anelli, si definisce "agugliata"; per facilitare lo svolgimento, la lunghezza dell'agugliata e variabile da 3 ÷ 5 m ed è minore per i filati grossi e maggiore per quelli fini.

La corsa della banchina è considerata ideale quando è il 15÷18% maggiore del diametro dell'anello.

La precedente struttura della spola si forma in virtù del movimento continuo del punto di avvolgimento del filato sulla spola tramite la banchina porta-anelli. Come già detto, il carro compie un movimento alternato verticale, per l'avvolgimento degli strati principali e incrociato, al quale si aggiunge uno spostamento progressivo in alto della sua corsa, definito "incremento", per la distribuzione del filato sulla spola (Fig. 226).

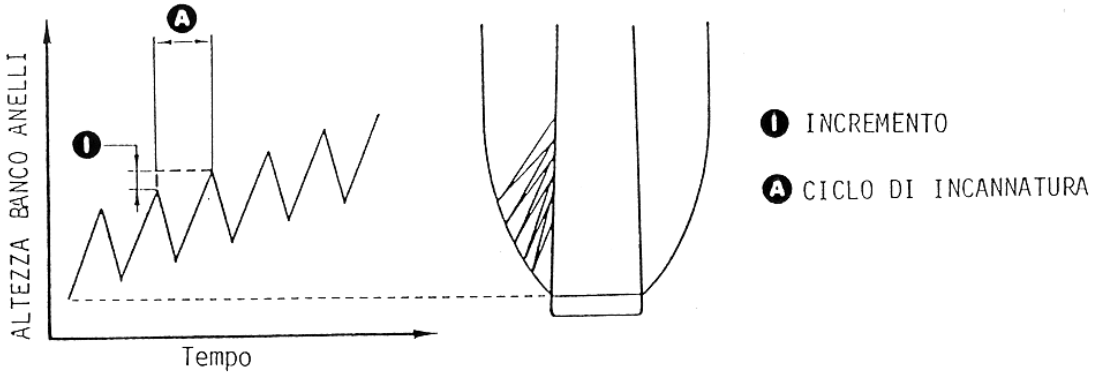


Fig. 226 Rappresentazione grafica del movimento della banchina porta-anelli

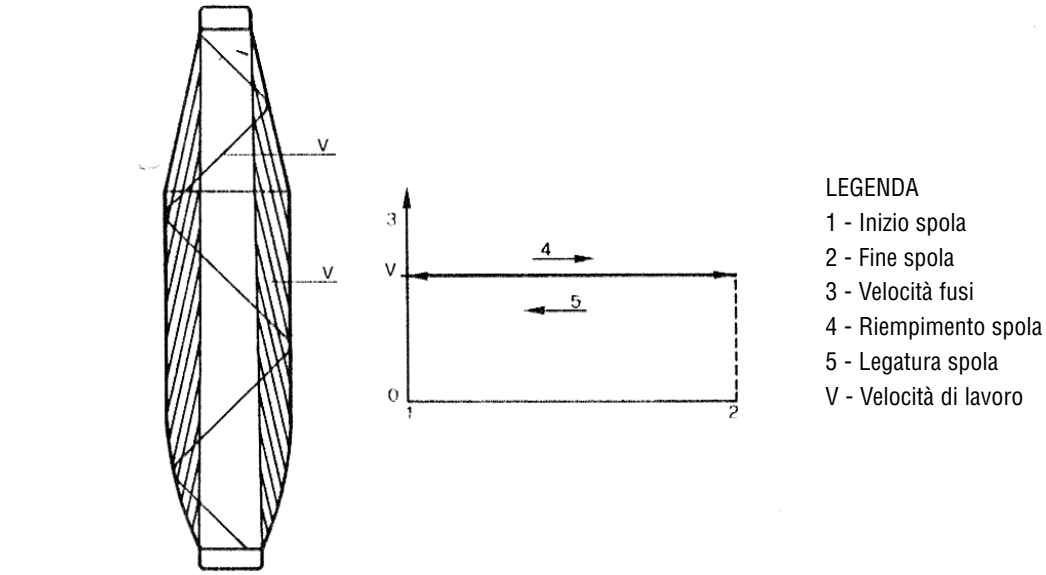
Il valore dell'incremento cioè dello spazio esistente tra due alzate successive della banchina porta-anelli (cicli di incannatura), permette di stabilire il diametro della spola in formazione in funzione di due parametri: l'agugliata e il titolo del filato.

Per ottenere spole di un determinato diametro bisogna tener presente che l'incremento è inversamente proporzionale al titolo (Nm) del filato e direttamente proporzionale alla lunghezza dell'agugliata; in altre parole, una volta stabilito il diametro che deve avere la spola, a parità di titolo, se si raddoppia la lunghezza dell'agugliata si deve raddoppiare l'entità dell'incremento oppure, a parità di lunghezza dell'agugliata, se si raddoppia il titolo (Nm) si deve dimezzare il valore dell'incremento.

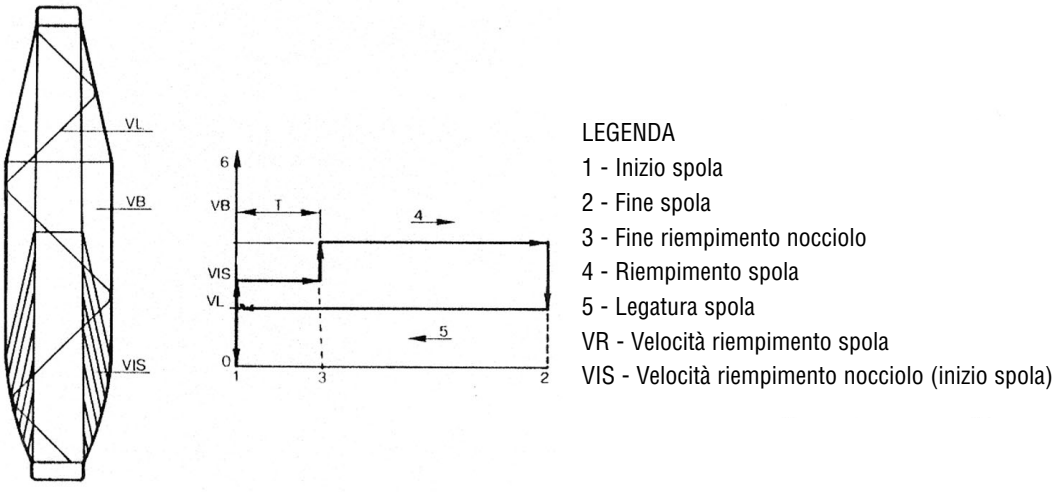
La velocità di rotazione dei fusi

La tensione del filato, durante l'avvolgimento sulla spola, aumenta nella fase di salita della banchina cioè al diminuire del diametro di avvolgimento; l'aumento è considerevole, fin quasi del doppio, ed influisce pesantemente sul numero di rotture.
Per fare in modo che la tensione del filato risulti costante e il numero di rotture ridotto al minimo, si dovrebbe diminuire il numero di giri del fuso durante ogni salita della banchina e aumentarlo durante ogni discesa.

Nei diagrammi seguenti sono riportate diverse possibilità di controllo della velocità di rotazione dei fusi, in funzione della costruzione della spola, che vanno dalla mancanza di controllo (sempre lo stesso numero di giri) al controllo continuo (numero di giri sempre variabile); la scelta più conveniente è quella che ottimizza il rapporto fra il maggior costo da sostenere e i maggiori benefici ottenuti in termini di minori rotture effettive.



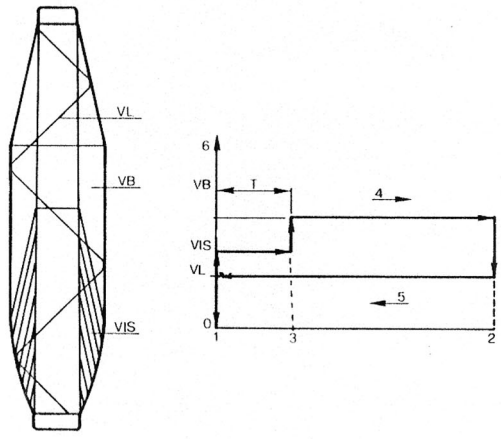
LEGENDA
1 - Inizio spola
2 - Fine spola
3 - Velocità fusi
4 - Riempimento spola
5 - Legatura spola
V - Velocità di lavoro



LEGENDA
1 - Inizio spola
2 - Fine spola
3 - Fine riempimento nocciolo
4 - Riempimento spola
5 - Legatura spola
VR - Velocità riempimento spola
VIS - Velocità riempimento nocciolo (inizio spola)

V.Fin.	13000	240	
8°	13000	210	80%
7°	13200	190	70%
6°	13300	180	64%
5°	13500	150	46%
4°	13200	115	26%
3°	13000	100	18%
2°	12700	90	11%
1°	12300	80	8%
V.In.	12000	60	

Velocità Media spolata: 18 m/min.



LEGENDA
1 - Inizio spola
2 - Fine spola
3 - Fine riempimento nocciolo
4 - Riempimento spola
5 - Legatura spola
6 - Velocità fusi
VR - Velocità riempimento spola
VIS - Velocità riempimento nocciolo (inizio spola)

La geometria di filatura

Dopo l'uscita del materiale dal laminatoio di stiro, il filato in formazione si muove con diverse inclinazioni in quanto passa nel guidafili, nell'anello anti-ballon e nell'anellino che sono, tra loro, distanti e non allineati; il percorso del filato in formazione determina la geometria di filatura che influisce in maniera notevole sulla costruzione del filato.
Le grandezze che principalmente vengono influenzate sono le seguenti: la tensione, il numero delle rotture e la regolarità del filato, la legatura delle fibre tra di loro e la formazione della peluria. Per realizzare il massimo rendimento della lavorazione è necessario definire nel modo più idoneo le posizioni dei dispositivi presenti (Fig. 227).

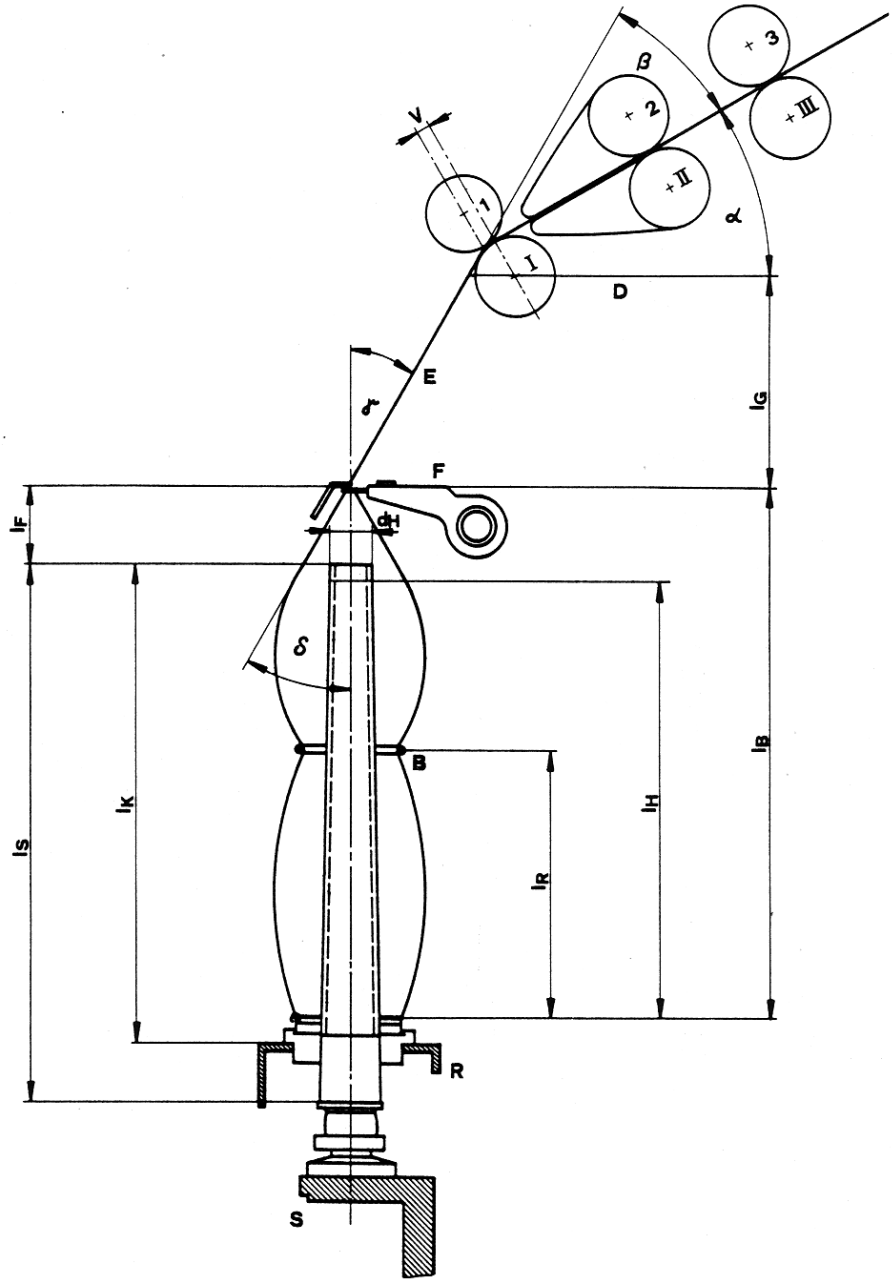


Fig. 227 Grandezza che definiscono la geometria di filatura

A) Il triangolo di filatura

Le torsioni del filato vengono create dall'anellino e risalgono sul filato, in senso opposto al suo movimento, fino a giungere al punto di pinzatura dei cilindri di stiro; in pratica, le torsioni non arrivano mai fino a questo punto perché le fibre del nastro, all'uscita dallo stiratoio, devono essere prima inclinate verso il basso e solo dopo possono assumere le torsioni. Per questo motivo, dopo i cilindri di uscita dello stiratoio, la massa fibrosa assume una forma triangolare, nella quale le fibre sono prive di torsione, che viene chiamata "triangolo di filatura".

Il maggior numero di rotture del filato in formazione si verificano in questa zona debole, dove non esiste coesione tra le fibre, a causa della tensione trasmessa dal ballon.

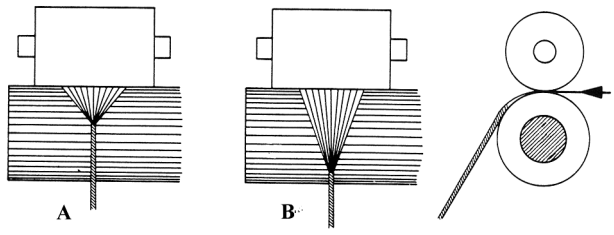


Fig. 228 Triangolo di filatura

La dimensione del triangolo di filatura dipende dalla geometria di filatura e dalla posizione raggiunta dalle torsioni sul filato; un triangolo di filatura avente un'altezza limitata ("corto" – Fig. 228A) comporta una zona debole meno estesa e un minor numero di rotture ma anche che le fibre laterali del triangolo devono inclinarsi maggiormente per legarsi tra loro.

Dato che non tutte le fibre hanno la possibilità di compiere questo movimento, può accadere che alcune fibre laterali non si avvolgano alle altre durante la torsione e si perdano come peluria oppure si leghino alle altre solo con una estremità mentre l'altra sporge dal corpo del filato dando luogo alla formazione della pelosità.

Al contrario, un triangolo di filatura avente un'altezza accentuata ("lungo" – Fig. 228B) determina una zona debole più estesa e, quindi, un maggior numero di rotture ma consente alle fibre laterali del triangolo di legarsi meglio e in numero maggiore tra di loro dando luogo ad un filato più soffice con minore pelosità.

B) L'inclinazione del gruppo di stiro

L'angolo di inclinazione del laminatoio di stiro determina le dimensioni del triangolo di filatura:

- ad un angolo piccolo (Fig. 229A) corrisponde un ampio arco di abbracciamento del nastro di fibre sul cilindro di stiro e, quindi, un triangolo di filatura "lungo",
- ad un angolo grande (Fig. 229B) corrisponde un arco di abbracciamento del nastro di fibre sul cilindro di stiro di dimensioni limitate e, quindi, un triangolo di filatura "corto".

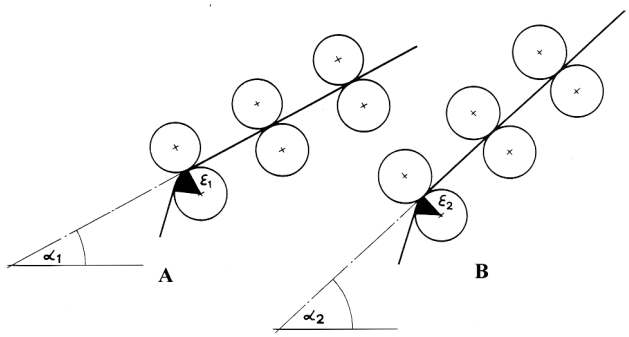


Fig. 229 Inclinazione del gruppo di stiro

C) L'inclinazione del filato rispetto al guidafili

Il guidafili funziona come un freno al trasporto della torsione e della tensione che si generano nel filato; il primo effetto è negativo in quanto impedisce che le torsioni giungano al triangolo di filatura con il risultato di avere più rotture e un minor numero di torsioni sul filato che risulta meno compatto e resistente, il secondo è positivo poiché diminuisce la forza traente che agisce sulla zona debole costituita dal triangolo di filatura.

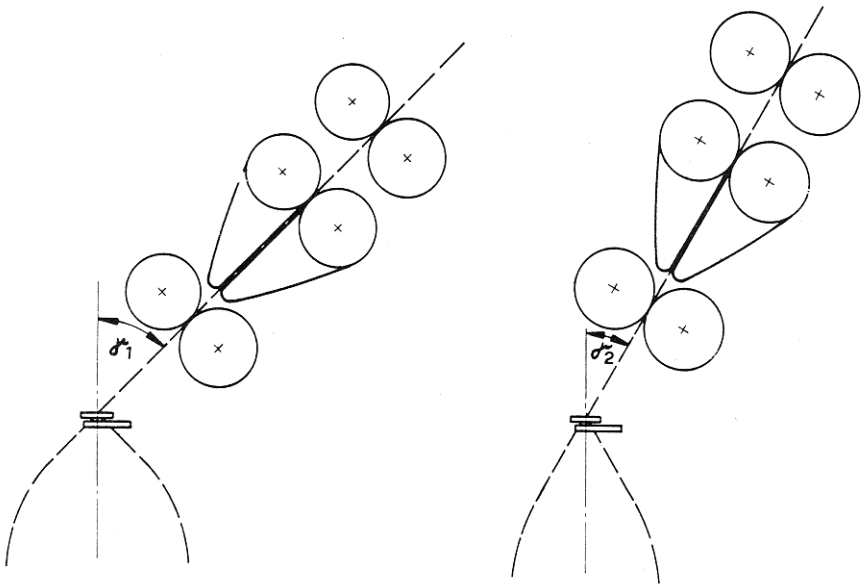


Fig. 230 Inclinazione del filato rispetto al guidafili

Inoltre, il guidafili agisce come limitatore delle vibrazioni dovute al ballon che raramente si muove in modo regolare.

Un angolo piccolo del filato rispetto al guidafili (Fig. 230) comporta che la torsione giunge al triangolo di filatura in misura maggiore ma anche con una più elevata tensione che limita l'effetto positivo della torsione; inoltre, le vibrazioni arrivano più facilmente al triangolo di filatura.
Un angolo più ampio del filato rispetto al guidafili consente di superare gli inconvenienti precedenti.

Filatura ad anello con fusi a ballon controllato

La caratteristica peculiare della filatura a ballon controllato (Fig. 231) è la particolare forma della sommità del fuso che, impegnandosi nel filato per un certo tratto, permette di ridurre nel modo voluto il ballon e, quindi, consente di limitare la tensione alla quale viene sottoposto il filato in formazione in corrispondenza del triangolo di filatura.

La diminuzione delle tensioni di filatura, riduce il numero di rotture del filato e consente di raggiungere maggiori velocità, a parità di rotture.

Nel caso di filatoi con fusi a "ballon controllato", il guidafili è disposto sempre sul prolungamento dell'asse del fuso ma la sua posizione è fissa per consentire il corretto funzionamento della testa del fuso.

Si può variare la tensione del filato in formazione, tra il cilindro di stiro e la sommità del fuso, variando l'inclinazione del "dito" della "testa filante"; tanto più il "dito" è inclinato tanto minore risulta la tensione del filato nel tratto compreso tra il guidafili e i cilindri di stiro.

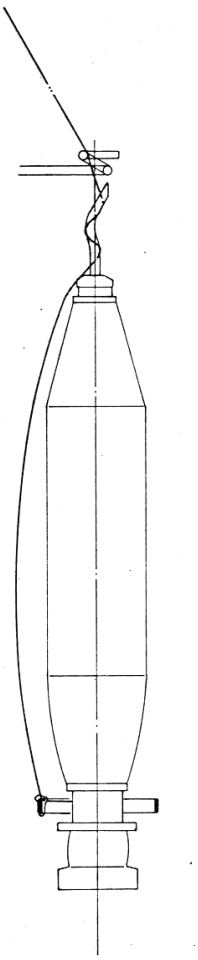


Fig. 231 Fuso a "testa filante"

Filatura ad anello a condensazione

Il principio della "condensazione" è basato sull'uso dell'aria per parallelizzare e condensare (compattare) le fibre in modo da ridurre la dimensione del triangolo di filatura e ottenere un filato con minore pelosità e maggiore regolarità e tenacità.
Come si può vedere nella Fig. 232, il filato tradizionale (schema di sinistra) è meno compatto perchè non tutte le fibre si attorcigliano nel momento di inserimento della torsione; col sistema a condensazione con fusi standard questa dispersione non si verifica per cui si ottiene un filato compatto (schema di destra) la cui struttura ed uniformità determinano importanti vantaggi rispetto ai filati prodotti in modo tradizionale quali:
- migliore regolarità
- maggiore resistenza
- maggiore allungamento
- minore pelosità

Per quanto riguarda i tessuti prodotti con questo tipo di filato si può riscontrare:
- una maggiore resistenza all'usura ed una minima formazione di pilling
- un migliore comfort

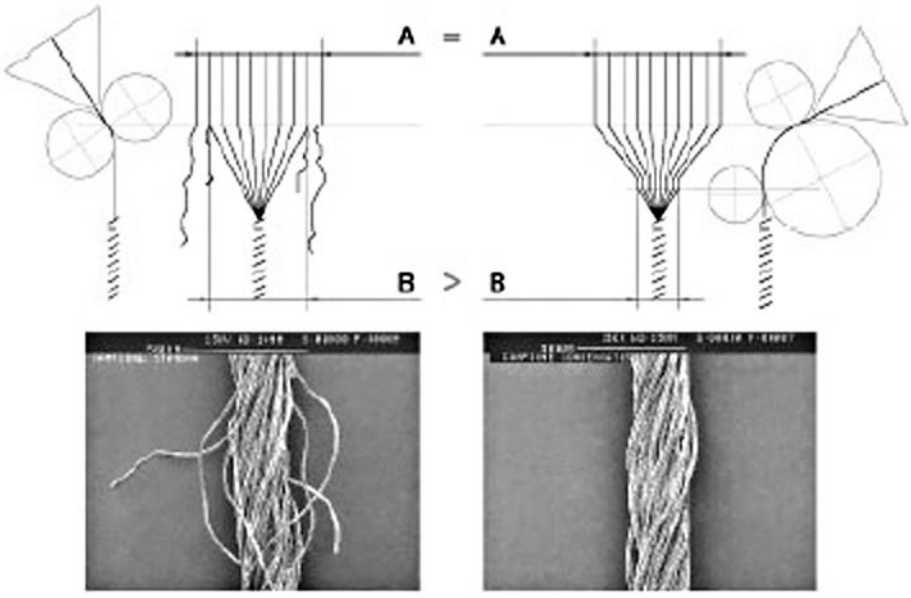


Fig. 232 Confronto tra filato standard e filato a condensazione

La condensazione delle fibre avviene sul cilindro di stiro che è costituito da un tamburo perforato all'interno del quale viene creata una depressione che consente al flusso dell'aria che si genera, dall'esterno verso l'interno, di raggruppare le fibre sulla sua superficie senza modificare l'ordine preesistente (Fig. 233).

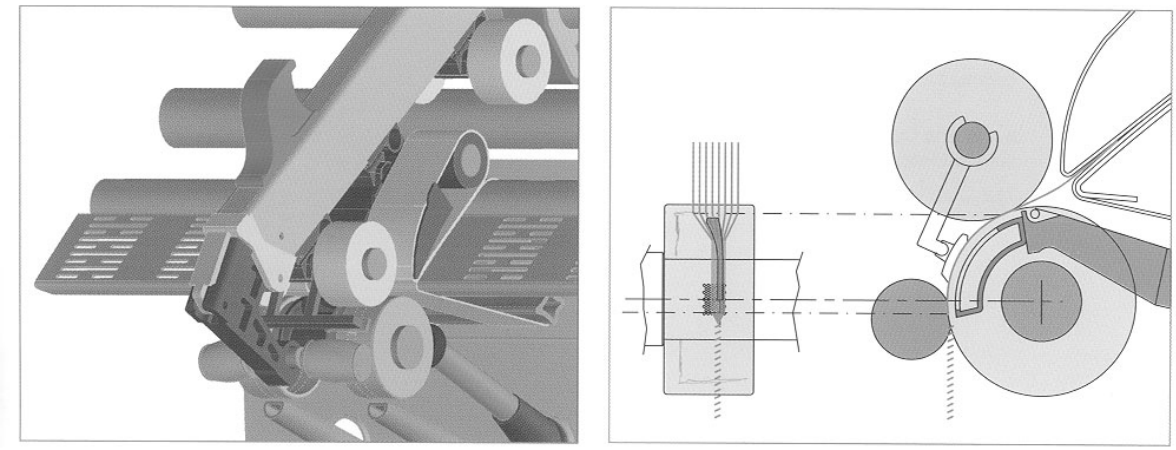


Fig. 233 Filatoio ad anello "a condensazione"

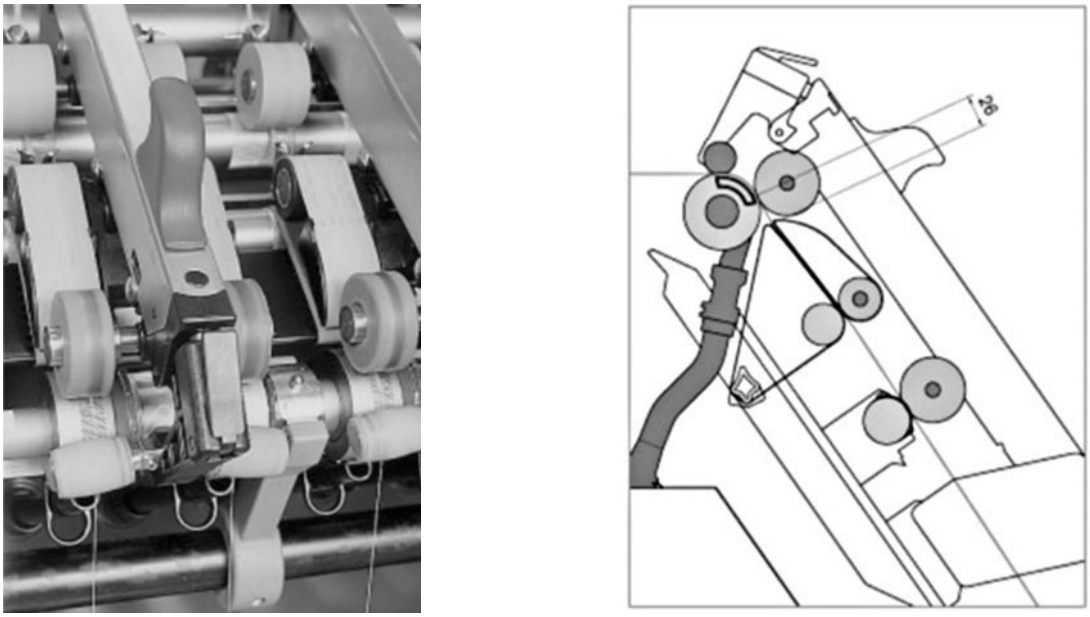


Fig. 234 Particolari e sezione scartamento di stiro sul laminatoio del filatoio

Inoltre, sui bracci pendolari che portano i cilindri di pressione è presente un'appendice costituita da due rulli a botte a pinzatura elastica con gli assi opportunamente inclinati rispetto all'asse di avanzamento del materiale (Fig. 234).
In conclusione, su ogni tamburo perforato agiscono un rullo di pressione ed un rullo frontale ad asse inclinato e lo spazio compreso tra di essi costituisce la zona di condensazione nella quale le

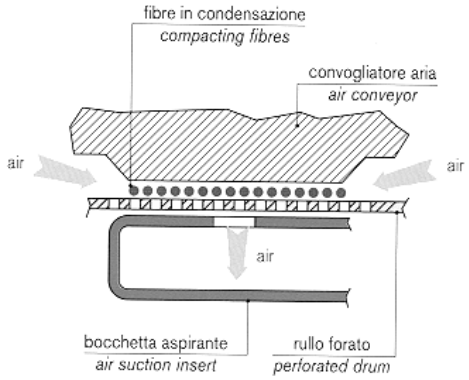


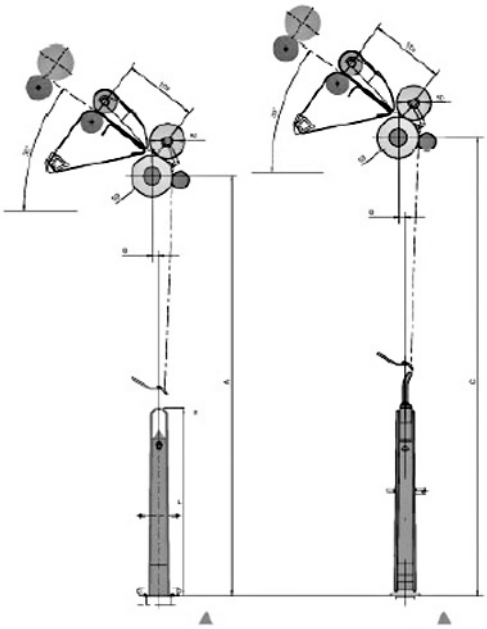
Fig. 235 Convogliatore dell'aria

Fig. 236 Inserto di aspirazione con fessura

fibre, durante il loro avanzamento, sono compattate dall'aria che, richiamata dagli inserti fissi di aspirazione posti all'interno del tamburo, si dirige dall'esterno verso l'interno del tamburo stesso.

Un apposito convogliatore dell'aria (Fig. 235), posto sopra il percorso di condensazione delle fibre (che può anche non essere presente) e la particolare conformazione della fessura presente nell'inserto di aspirazione (Fig. 236) fanno confluire l'aria aspirata in maniera tale che l'orientamento del suo flusso, dall'esterno verso l'interno, produce sulla massa fibrosa uno spostamento delle fibre laterali favorendo il loro raggruppamento (condensazione) con quelle più interne.
I rulli a pinzatura elastica agiscono in modo da non mettere in tensione le fibre lunghe che sono contemporaneamente a contatto con la loro superficie e pinzate dai cilindri di stiro in quanto al fascio di fibre parallele e condensate deve essere sempre lasciata la possibilità di ruotare intorno al proprio asse (in altre parole, nel percorso di condensazione, l'azione del flusso dell'aria aspirata deve sempre prevalere sulla tensione delle fibre).

Le fibre vengono condensate, in altre parole raggruppate, in una sezione molto piccola che, oltre a ridurre la dimensione del triangolo di filatura, coinvolge completamente tutte le fibre, fra loro parallele, che subiscono la torsione.



Sezione filatura fusi — Sezione filatura fusi più ballon controllato

Fig. 237

Si ottiene un ulteriore vantaggio se il sistema a condensazione viene utilizzato con fusi ad impuntatura per ballon controllato; la particolare conformazione superiore del fuso (Fig. 237), oltre a permettere la riduzione del triangolo di filatura determina la minore tensione di avvolgimento del filato (ballon controllato) e l'aumento della produttività del filatoio.
Queste nuove tecnologie (condensazione + ballon controllato) consentono di ridurre e semplificare i processi a valle della filatura; infatti, possono anche permettere la sostituzione dei filati ritorti d'ordito con filati semplici.

Dati tecnici del filatoio ad anello
Nella Tabella I sono riportati i dati tecnici dei filatoi ad anello.

TABELLA I

Caratteristica		monocomando		bicomando	
Levata automatica		si			
Gruppo di stiro		3 o 4 cilindri			
Stiro		oltre 26			
Scartamento	mm	max 222			
Campo di stiro libero (cont-cil. uscita)					
3 cilindri	mm	26			
4 cilindri	mm	19			
Campo di stiro libero (cil. alim-cont)					
3 cilindri	mm	117			
4 cilindri	mm	88			
Cilindri di stiro/rullo di pressione					
3 cilindri	mm	40/50			
4 cilindri	mm	35/50			
Scartamento fusi	mm	75	82.5	75	82.5
Anelli	mm	42 ÷ 51	48 ÷ 55	42 ÷ 51	48 ÷ 55
Numero fusi	n°	fino a 1056	fino a 960	fino a 672	fino a 624
Lunghezza tubetti	mm	220 ÷ 260	240 ÷ 280	220 ÷ 260	240 ÷ 260
Titolo dei filati	Nm	40 ÷ 140	30 ÷ 60	40 ÷ 140	30 ÷ 60
Velocità massima dei fusi	giri/min	16.000	16.000	16.000	16.000

Piani di lavoro di preparazione alla filatura e filatura
Il flusso tecnologico di preparazione alla filatura si deve progettare considerando due fasi basilari:
1° fase – regolarizzazione dei nastri,
2° fase – drastico affinamento dei nastri in rapporto al titolo finale.

Nel caso della produzione di filati fini (Nm 40 ÷ 70) ed extrafini (> Nm70) per i quali è ritenuto necessario l'impiego dello stiratoio di quarto passaggio di preparazione alla filatura, alle due fasi precedenti si aggiunge la:
3° fase – regolarizzazione dei nastri in previsione degli affinamenti senza accoppiamenti successivi.

Per la preparazione alla filatura di questi filati, infatti, le materie prime impiegate sono pregiate, i nastri in lavorazione hanno titoli bassi e poche fibre per sezione e ciò rende necessario effettuare le operazioni con la massima precisione e regolarità; il quarto passaggio di stiro consente un intimo controllo delle fibre, un elevato numero di accoppiamenti ed una migliore sequenza degli stiri nei vari passaggi.

Piano di lavoro n° 1 – Produzione di 500 kg/h di filato di lana di Nm 40 (Tabella J).
L'utilizzo del terzo passaggio di stiro con testa a dischi, dopo due passaggi con testa a catena, consente di raggiungere i necessari risultati qualitativi unitamente alla minima manutenzione possibile e all'alta velocità di esercizio (Fig. 238).

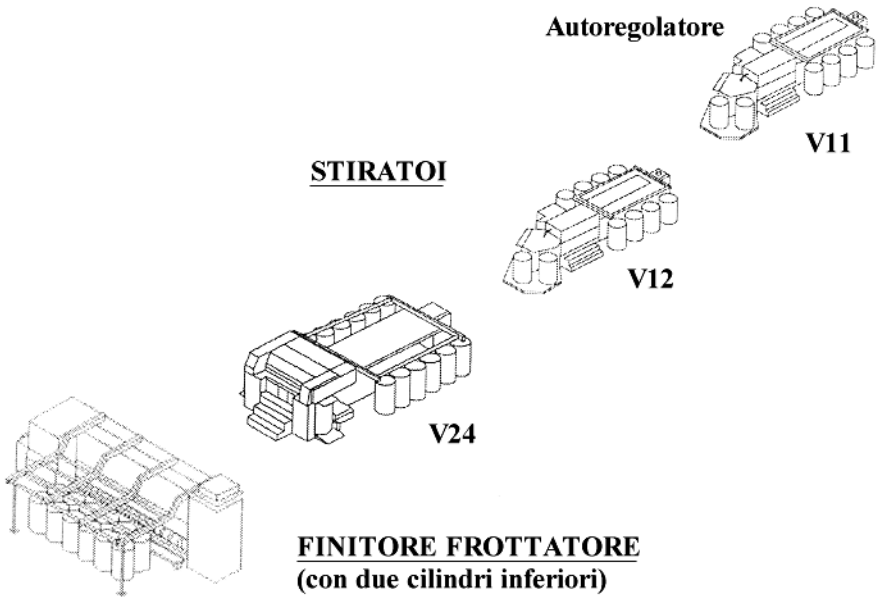


Fig. 238 Ciclo di preparazione alla filatura dei filati di lana di titolo medio-basso

TABELLA J

Macchina	Te g/m	A	Ce g/m	S	Tu g/m	Elem. uscita n°	Vu m/min	Pt kg/h	η %	Macch. n°	Pp kg/h
1° passaggio 1 nastro in 1vaso	25	8	200	7.14	28	1	400	672	75	1	504
2° passaggio 2 nastri in 1 vaso	28	4x2	112x2	8,0	14	2	400	672	75	1	504
3° passaggio 4nastri in 2 vasi	14	4x4	56x4	8,0	7	4	375	630	80	1	504
Finitore frottatore 2 stoppini in 1 bob.	7	1	7	13,31	0.526	2x24	231	349.9	72	2	503.9
Filatoio filato in spola	Nm 1.9	1	Nm 1.9	21	Nm 40	1x576	23.8	20.6	94	26	502.6

Finitore frottatore: 24 teste
Filatoio: 576 fusi;

Questo piano di lavoro può essere anche realizzato con lo stiratoio a catena a 2 teste, con autoregolatore elettronico per ogni testa (Fig. 239), adatto per la lavorazione di nastri di peso medio/leggero.
La presenza dell'autoregolatore sullo stiratoio che effettua il secondo passaggio di stiro della preparazione alla filatura (Fig. 240), consente di effettuare:

- il controllo della regolarità dei nastri durante una lavorazione più vicina alla filatura,
- l'autoregolazione dello stiro su nastri con meno fibre e, quindi, maggiormente precisa.

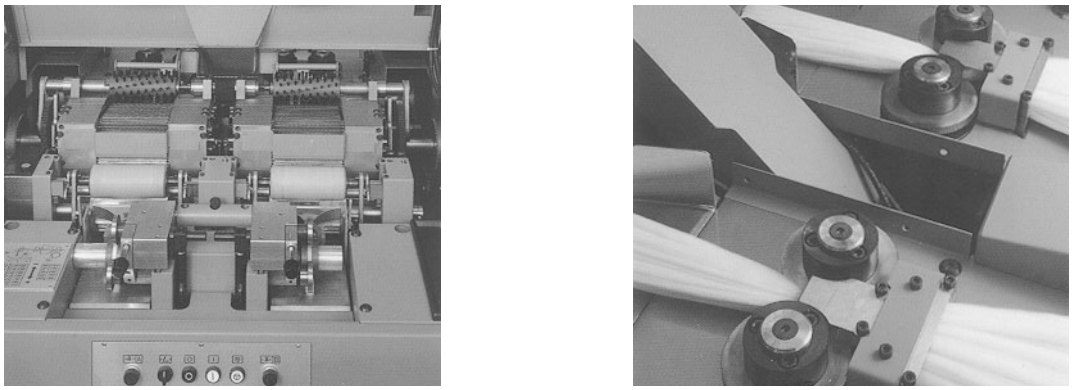


Fig. 239 Stiratoio con due teste a catena con autoregolatore elettronico

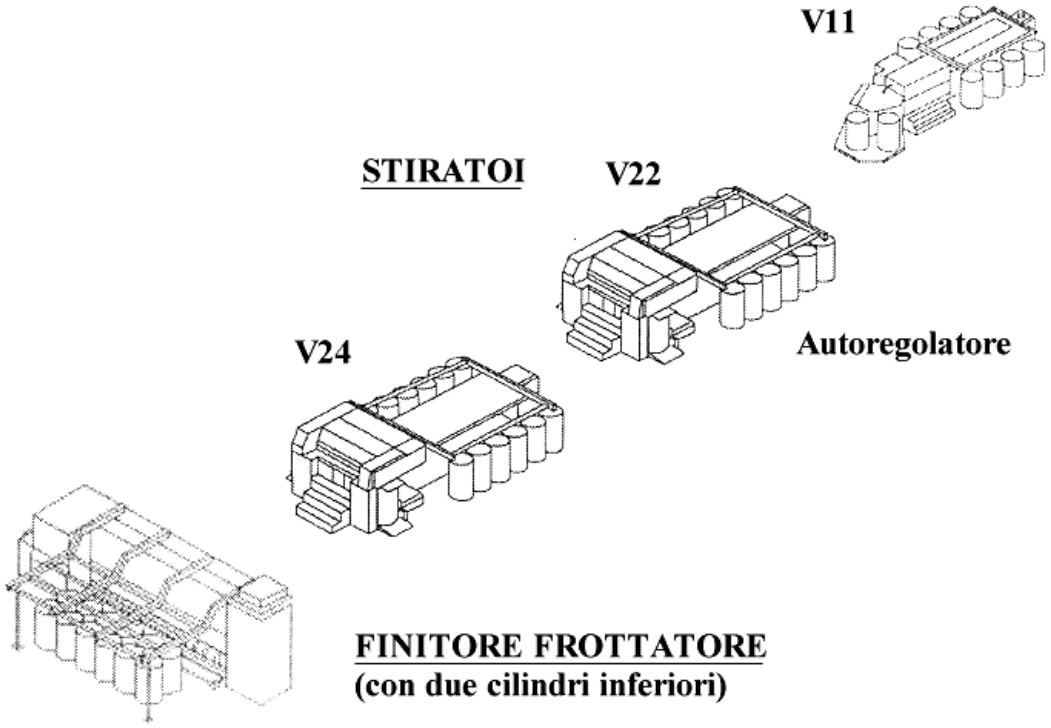


Fig. 240 Ciclo di preparazione alla filatura dei filati di lana di titolo medio-basso (con autoregolatore al 2° passaggio di stiro)

Piano di lavoro n° 2 (Fig. 241)
Produzione di 315 kg/h di filato di lana di Nm 70 (Tabella K).

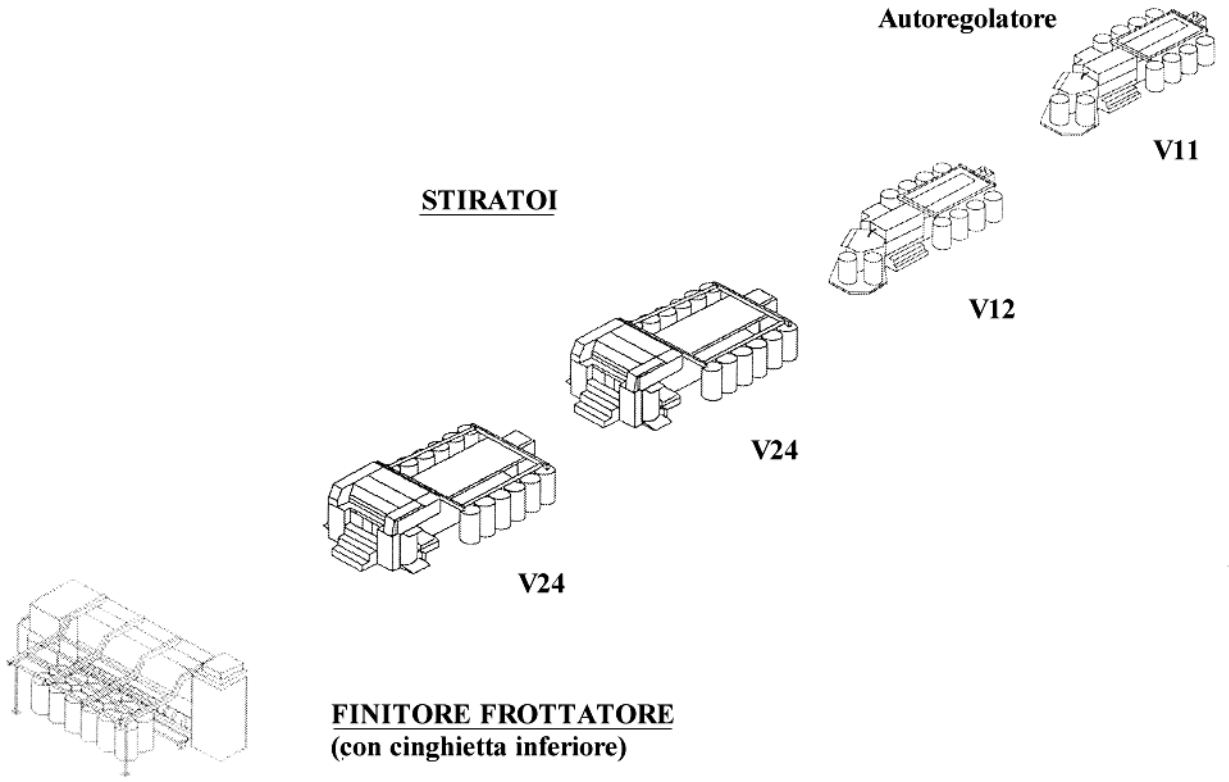


Fig. 241 Ciclo di preparazione alla filatura dei filati di lana fini ed extra-fini

TABELLA K

Macchina	Te g/m	A	Ce g/m	S	Tu g/m	Elem. uscita n°	Vu m/min	Pt kg/h	η %	n° macch.	Pp kg/h
1°passaggio 1 nastro in 1 vaso	25	7	175	7.95	22	1	320	422.4	75	1	316.8
2° passaggio 2 nastri in 1 vaso	22	4x2	88x2	8	11	2	320	422.4	75	1	316.8
3° passaggio 4 nastri in 2 vasi	11	4x4	44x4	8	5.5	4	300	396	80	1	316.8
4° passaggio 4 nastri in 2 vasi	5.5	6x4	33x4	8.25	4	4	206	197.8	80	2	316.4
Finitore frottatore 2 stoppini in 1 bob.	4	1	4	12	0.333	2x24	229	219.6	72	2	316.3
Filatoio filato in spola	Nm 3	1	Nm 3	23.33	Nm 70	1x576	17.8	8.8	97	37	315.4

Finitore frottatore: 24 teste
Filatoio: 576 fusi;

Quando non sono richieste alte potenzialità produttive, questo piano di lavoro può essere anche realizzato utilizzando, nei primi due passaggi di stiro, gli stiratoi con testa a vitoni (Fig. 242); in questo caso il controllo della regolarità dei nastri viene effettuato con l'autoregolatore meccanico dello stiro (Tabella L).

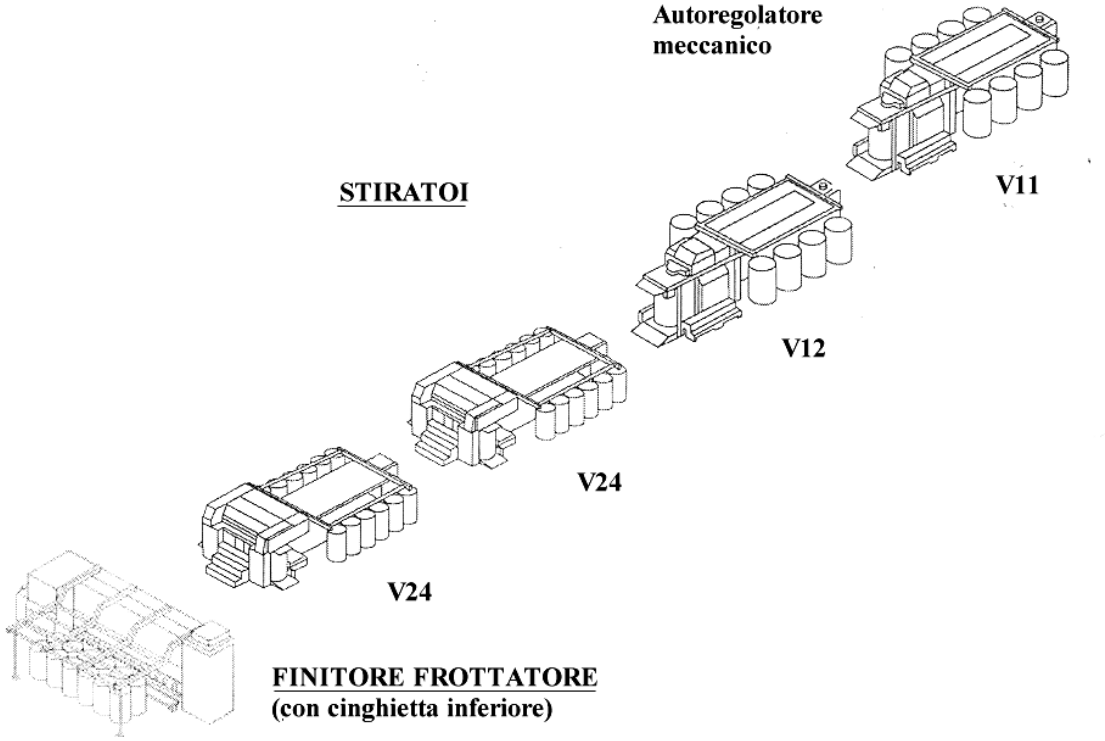


Fig. 242 Ciclo di preparazione alla filatura dei filati di lana fini ed extra-fini utilizzando gli stiratoi con testa a vitoni

TABELLA L

Macchina	Te g/m	A	Ce g/m	S	Tu g/m	Elem. uscita n°	Vu m/min	Pt kg/h	η %	n° macch.	Pp kg/h
1° passaggio 1 nastro in 1 vaso	25	7	175	7.95	22	1	107	141.2	75	3	317.8
2° passaggio 2 nastri in 1 vaso	22	4x2	88x2	8	11	2	107	141.2	75	3	317.8
3° passaggio 4 nastri in 2 vasi	11	3x4	33x4	6	5.5	4	150	198	80	2	316.8
4° passaggio 4 nastri in 2 vasi	5.5	4x4	22x4	5.5	4	4	206	197.8	80	2	316.4
Finitore frottatore 2 stoppini in 1 bob.	4	1	4	12	0.333	2x24	229	219.6	72	2	316.3
Filatoio filato in spola	Nm 3	1	Nm 3	23.33	Nm 70	1x576	17.08	8.8	97	37	315.4

Finitore frottatore: 24 teste
Filatoio: 576 fusi;