



a cura di Pietro Bellini, Ferruccio Bonetti, Ester Franzetti, Giuseppe Rosace, Sergio Vago

QUADERNI DI TECNOLOGIA TESSILE



Indice

INTRODUZIONEpag. 1
Ciclo di nobilitazione	“ 2
Cicli di lavorazione della lana	“ 3
Ciclo di lavorazione del cotone	“ 5
Ciclo di lavorazione della seta	“ 6
Ciclo di lavorazione delle fibre sintetiche	“ 7
 OPERAZIONI PRE-TINTORIALI	“ 8
Bruciapelo	“ 8
Sbozzima	“ 10
Purga	“ 10
Candeggio	“ 11
Mercerizzo	“ 13
Cloraggio	“ 15
Carbonizzo	“ 15
Oliatura	“ 17
Folloni e lavafolla	“ 17
Carica della seta	“ 21
Termofissaggio	“ 23
Decorticazione	“ 24
Tessuti con elastomeri	“ 24
Lavaggio	“ 25
Asciugamento	“ 31
 IL COLORE	“ 42
Ciclo di riproduzione di un colore	“ 53
 TINTURA	“ 54
Tintura ad esaurimento	“ 55
Macchinari per la preparazione e tintura	“ 63
Autoclave	“ 65
Armadio	“ 70
Macchina a bracci	“ 71
Barca ad aspo o mulinello	“ 72
Jet	“ 74
Overflow	“ 77
Air Jet	“ 81
Jigger	“ 83
Siluro	“ 85
Macchine per la lavorazione in capo	“ 86
Cucine colori	“ 88
Tintura a foulard	“ 89

STAMPA	95
Tipi di stampa	96
Macchine per la stampa	101
Vaporizzatori	107
Macchine per il lavaggio di stampati	110
Evoluzione nelle tecnologie di incisione di quadri, cilindri e nella stampa tessile	116
Ink-Jet	118
FINISSAGGIO TESSILE	132
Finissaggi meccanici	133
Calandratura	134
Goffratura	138
Smerigliatura	138
Garzatura	140
Lucidatrice per lana	145
Cimatura	146
Stabilizzazione dimensionale	147
Fissatura	149
Decatissaggio	153
Vaporissaggio	156
Finissaggi chimici	159
Finissaggio ammorbidente	166
Finitura ingualcibile	169
Trattamenti antifiamma	174
Trattamenti idrofobo, oleofobo, impermeabilizzante	177
Finissaggio antispurco	182
Trattamento antistatico	185
Trattamento antimuffa	185
Trattamento antibatterico	186
Trattamento al plasma	189
Trattamenti con laser	193
Trattamenti con enzimi	197
Finissaggi in capo di tessuti denim	205
L'influenza dei finissaggi su merce tinta	212
ACCESSORI	214
AUTOMAZIONE NELLA NOBILITAZIONE TESSILE	220
Premessa	220
Analisi e gestione del colore	221
Controllori di processo	224
Sistemi di gestione della produzione	225
Cucine colori automatizzate	227
Magazzini automatici	233
Sistemi di movimentazione e robotizzazione	234
Sistemi di monitoraggio macchine	237
TERMINOLOGIA DEI FINISSAGGI	240
TERMINOLOGIA TECNICA DELLA TINTURA	242
AVVERTENZE SULLA TECNICA DI LABORATORIO	244

Collane Fondazione ACIMIT

“STRATEGIE DI ECONOMIA INDUSTRIALE”

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

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)

“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
LA FILATURA COTONIERA E LANIERA
(seconda edizione, novembre 2004), disponibile anche su CD Rom

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

Terza edizione riveduta e corretta
Finito di stampare ottobre 2006

*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 – ampiamente riveduta e aggiornata dagli autori - del “Quaderno” sulle tecnologie meccanotessili nell’area della nobilitazione tessile che la Fondazione ACIMIT ha predisposto per gli Istituti tecnici tessili e le Università con Corsi di laurea in Ingegneria Tessile.

L’esigenza di por mano alla realizzazione dei Quaderni è nata, nel 1999, da una serie di incontri che la Fondazione ACIMIT – nell’ambito delle varie iniziative volte a sviluppare i rapporti con la Scuola – ha avviato con i Direttori dei vari Istituti tecnici e con i loro docenti.

Ci era stato infatti segnalato che i libri di testo allora disponibili non risultavano adeguati alla continua e rapida evoluzione tecnologica che in questi anni ha caratterizzato il settore.

Proprio per rendere il più possibile i Quaderni aderenti alle esigenze di apprendimento degli studenti, la Fondazione ACIMIT ha ritenuto opportuno affidarne la realizzazione, d’intesa con i Direttori di Istituto, ad un gruppo di docenti degli stessi Istituti i quali hanno accettato con entusiasmo questo non facile compito.

Il successo dell’iniziativa – la tiratura complessiva ha superato le 16.000 copie - ci ha anche convinto dell’opportunità di una traduzione dei Quaderni in lingua inglese, cinese e araba, al fine di una loro diffusione presso le principali scuole ed università straniere, soprattutto nei paesi a vocazione tessile.

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

Ottobre 2006

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 “nobilitazione” è stata realizzata dai seguenti docenti:

- prof. Pietro Bellini
Laureato nel '74 in Chimica presso l'Università Statale di Milano, dal '77 docente di Chimica Tessile e Finissaggio dei tessuti e dal '94 di Chimica Tintoria all'ITIS Carcano di Como; collaboratore del Tessile di Como.
- prof. Ferruccio Bonetti
Laureato nel '75 in Ingegneria Chimica presso il Politecnico di Milano, dall'83 docente di Tecnologie Tintoriali e Nobilitazione dei prodotti tessili presso l'ITIS Paleocapa di Bergamo, dal '99 docente di “Chimica Tessile e Tintoriale” per il corso di Laurea in Ingegneria Tessile presso l'Università di Bergamo.
- prof.ssa Ester Franzetti
Laureata in Chimica e Tecnologie farmaceutiche presso l'Università di Milano, dall'85 docente di Chimica, Chimica Tessile e Nobilitazione dei prodotti tessili presso l'ITIS di Varese.
- prof. Giuseppe Rosace
Laureato nel '91 in Chimica presso l'Università di Messina, Dottorato di Ricerca in Scienze Chimiche nel '95 presso l'Università di Bologna, dal '96 docente di Chimica Tessile presso l'ITIS Paleocapa di Bergamo; dal 2001 docente di “Tecnologie per la Nobilitazione dei materiali tessili” per il corso di Laurea in Ingegneria Tessile presso l'Università di Bergamo
- prof. Sergio Vago
Laureato nel '76 in Ingegneria Chimica al Politecnico di Milano, docente dal '78 e dal '91 all'ITIS Carcano di Como, dove dal '98 insegna Chimica Tintoria.

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

INTRODUZIONE

Questa pubblicazione - giunta alla terza edizione - ha lo scopo di fornire una visione il più possibile globale e completa della nobilitazione tessile; poiché gli argomenti trattati sono estremamente vasti e complessi, per ovvie esigenze di spazio, il risultato potrà apparire riduttivo ai tecnici di settore.

Per quanto riguarda gli studenti ci auguriamo che possa fornire comunque una formazione di base, suscettibile di approfondimenti successivi.

Con la denominazione “nobilitazione tessile”, s'intende l'insieme dei trattamenti quali la purga, il candeggio, la tintura e/o stampa, le operazioni finali di finissaggio di carattere meccanico o chimico, a cui si sottopone il prodotto in lavorazione, sia esso in forma di fiocco, nastro o top, fili o filati, tessuti ortogonali o a maglia, per migliorarne le proprietà quali la tingibilità, la stampabilità, l'idrofilia, il colore, la mano, l'aspetto.

Con il termine “finissaggio tessile” si intende l'insieme delle operazioni di lavorazione che, pur rientrando nel ciclo di nobilitazione, si applicano, in genere ai tessuti, allo scopo di migliorarne l'aspetto, la mano, le proprietà, anche in funzione dei possibili campi d'impiego.

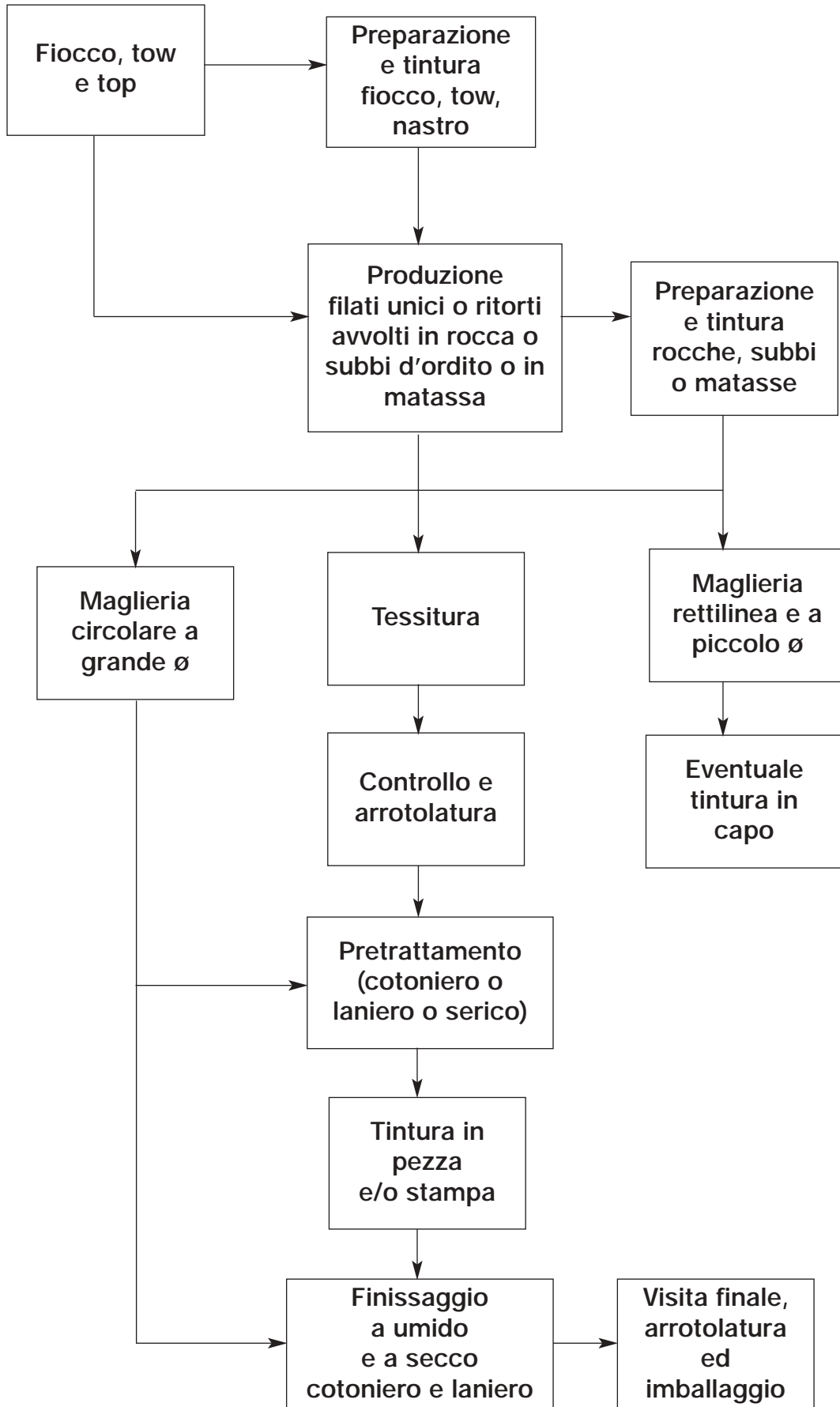
Pur non essendo identici i due termini finissaggio e nobilitazione, sono quindi fra loro fondamentalmente affini e ricoprono un ruolo di grandissima importanza per il successo commerciale del prodotto finito, vincolato a richieste di mercato sempre più esigenti e variabili, con tempi di risposta molto brevi.

Le moderne macchine presenti attualmente sul mercato, che vengono utilizzate nelle operazioni di nobilitazione, hanno generalmente caratteristiche multiuso e la loro flessibilità e versatilità sono in continua evoluzione, garantendo così una soddisfacente uniformità di risultati.

Le operazioni di nobilitazione possono essere effettuate con sistemi discontinui, continui, semicontinui.

- *Sistemi discontinui o ad esaurimento*: tutte le operazioni avvengono su una sola macchina, quindi occorre caricare la macchina, eseguire le lavorazioni secondo il ciclo stabilito, scaricare la macchina, quindi lavarla prima di procedere con altre operazioni. Questo processo di lavorazione è molto flessibile ed adatto per produzioni non troppo elevate: è possibile effettuare per esempio prima la purga, poi il candeggio, poi la tintura con la stessa macchina, ma per grosse partite il processo intermittente richiede molta mano d'opera per il carico e lo scarico, lunghi tempi di lavorazione e può dare disuniformità di risultati per i diversi lotti.
- *Sistemi continui*: le operazioni vengono realizzate con una catena di macchine in successione, in ciascuna delle quali si svolge sempre la stessa lavorazione. Le macchine sono assemblate in base alle esigenze di produzione. Un'impostazione di questo tipo richiede un costo iniziale elevato, ed una laboriosa messa a punto dei processi, ma necessita di meno mano d'opera e garantisce un'ottima uniformità di risultati ed un'elevata produttività; è quindi adatta per ingenti quantitativi di merce per i quali consente dei costi di produzione competitivi.
- *Sistemi semicontinui*: si tratta di sistemi misti nei quali alcune operazioni vengono fatte in continuo ed altre in discontinuo. Per esempio, si impregna il tessuto in continuo con un foulard e si prosegue la lavorazione su una macchina discontinua. Sono adatti per quantitativi piccoli o medi, richiedono costi d'investimento contenuti e garantiscono risultati discretamente uniformi.

Un ciclo di nobilitazione può essere così schematizzato:

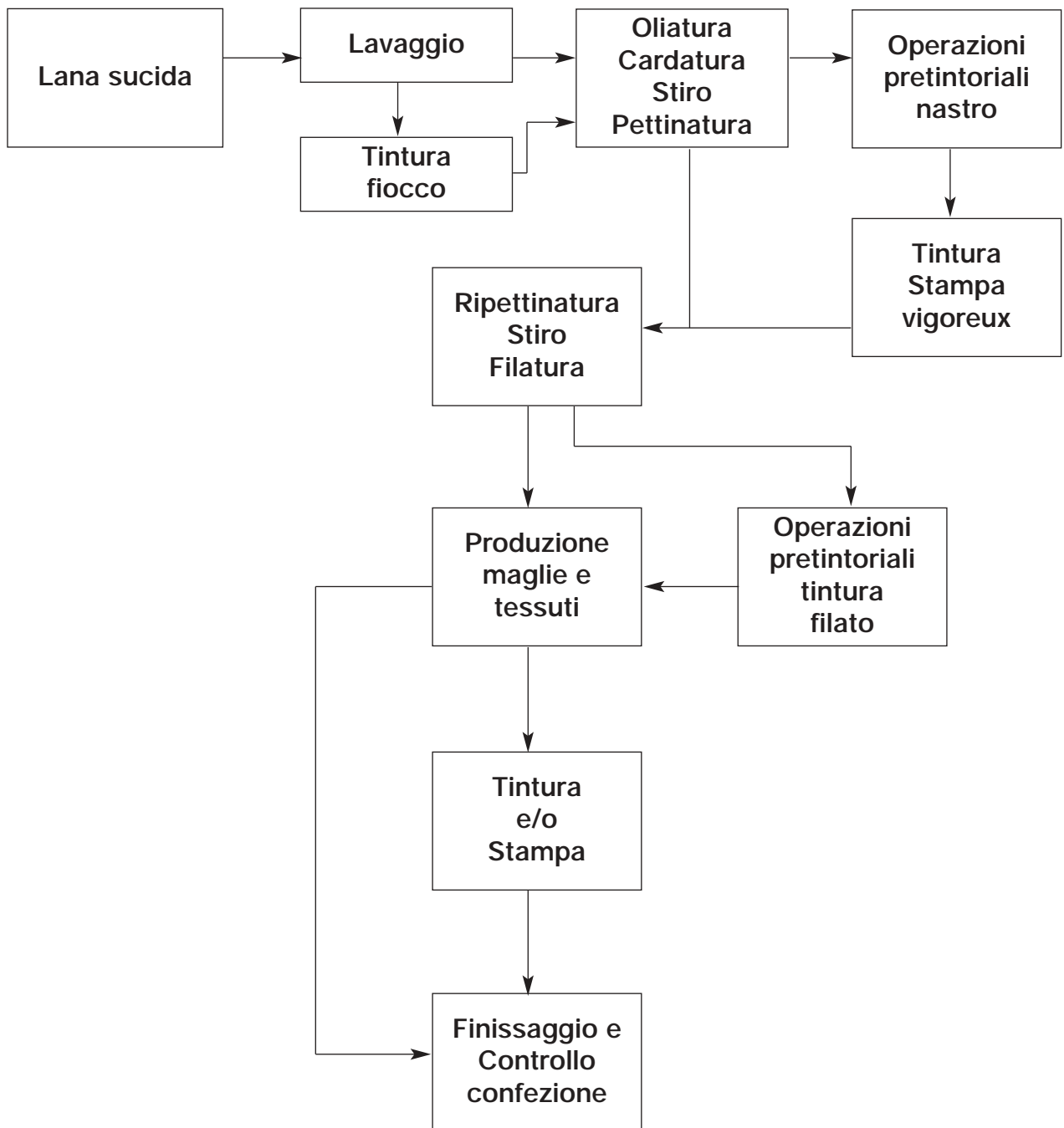


Ciclo di lavorazione della lana

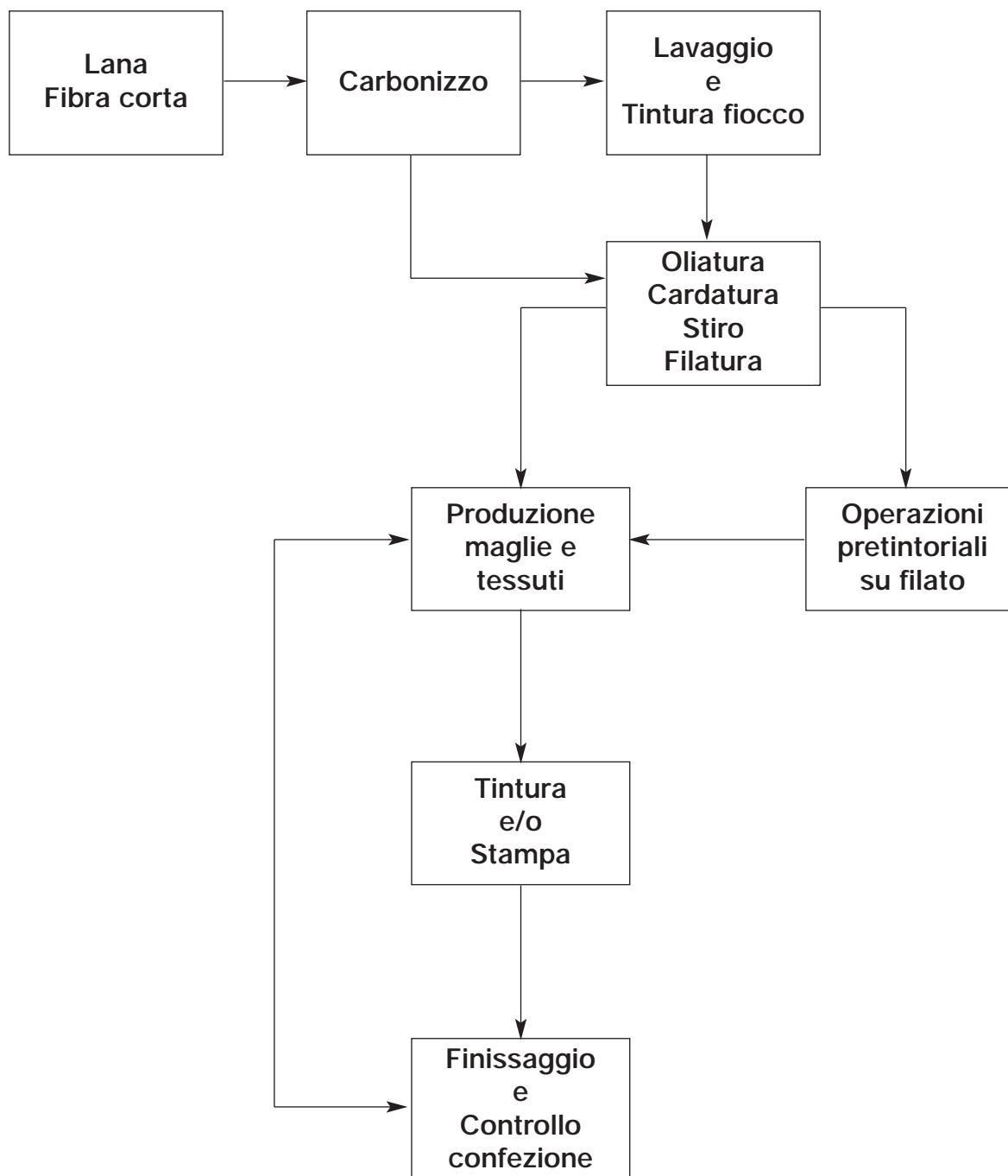
La successione delle operazioni cui vengono sottoposte le fibre di lana nei loro vari aspetti (fiocco, nastro, filato, tessuto, maglia) varia al variare dell'aspetto stesso della fibra, del tipo di impianto a disposizione e dell'esperienza dell'operatore (criterio valido per tutte le fibre).

Di conseguenza lo schema di lavorazione della lana si può prestare a numerose varianti, un esempio esplicativo delle quali viene indicato qui di seguito.

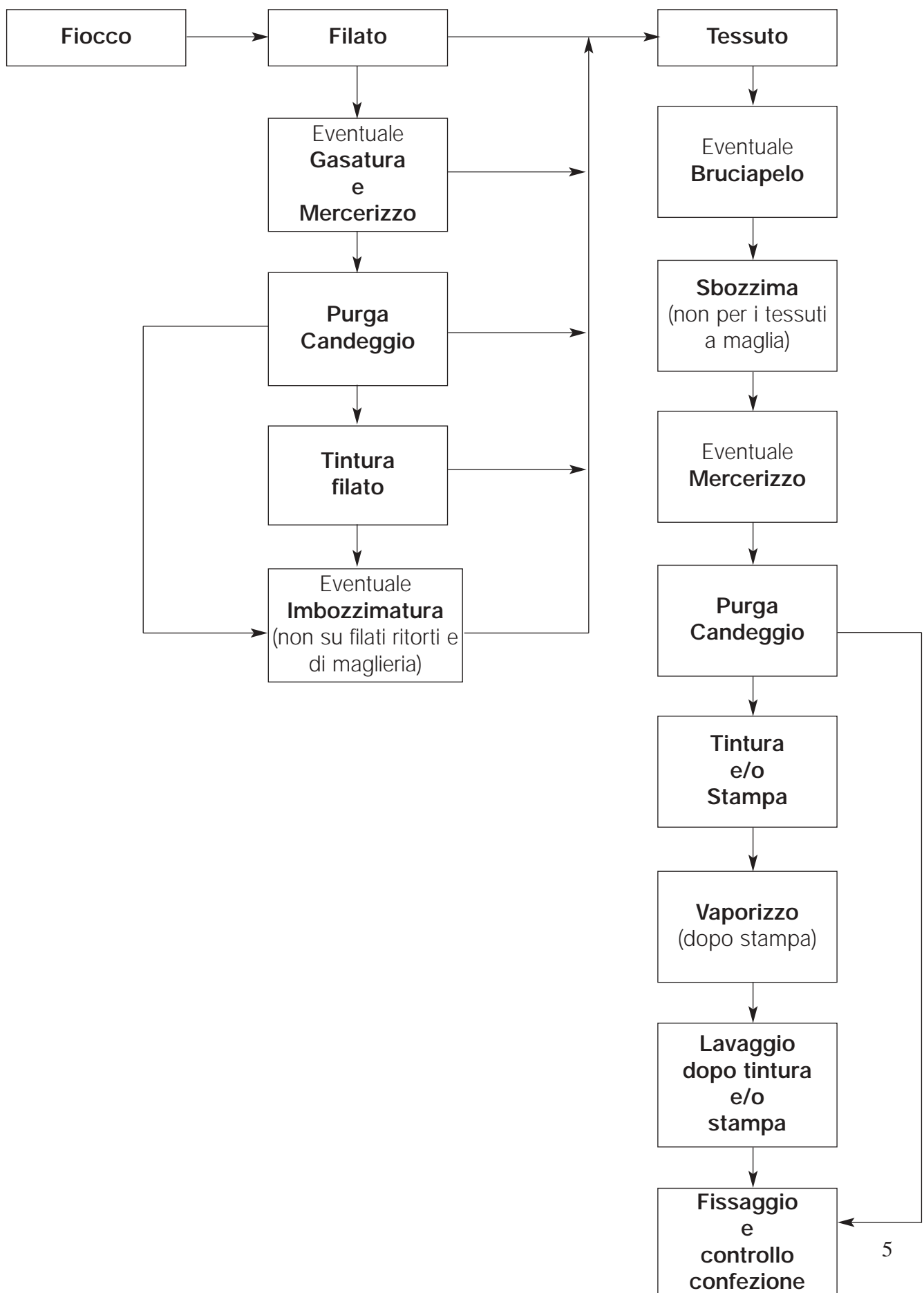
Lana pettinata:

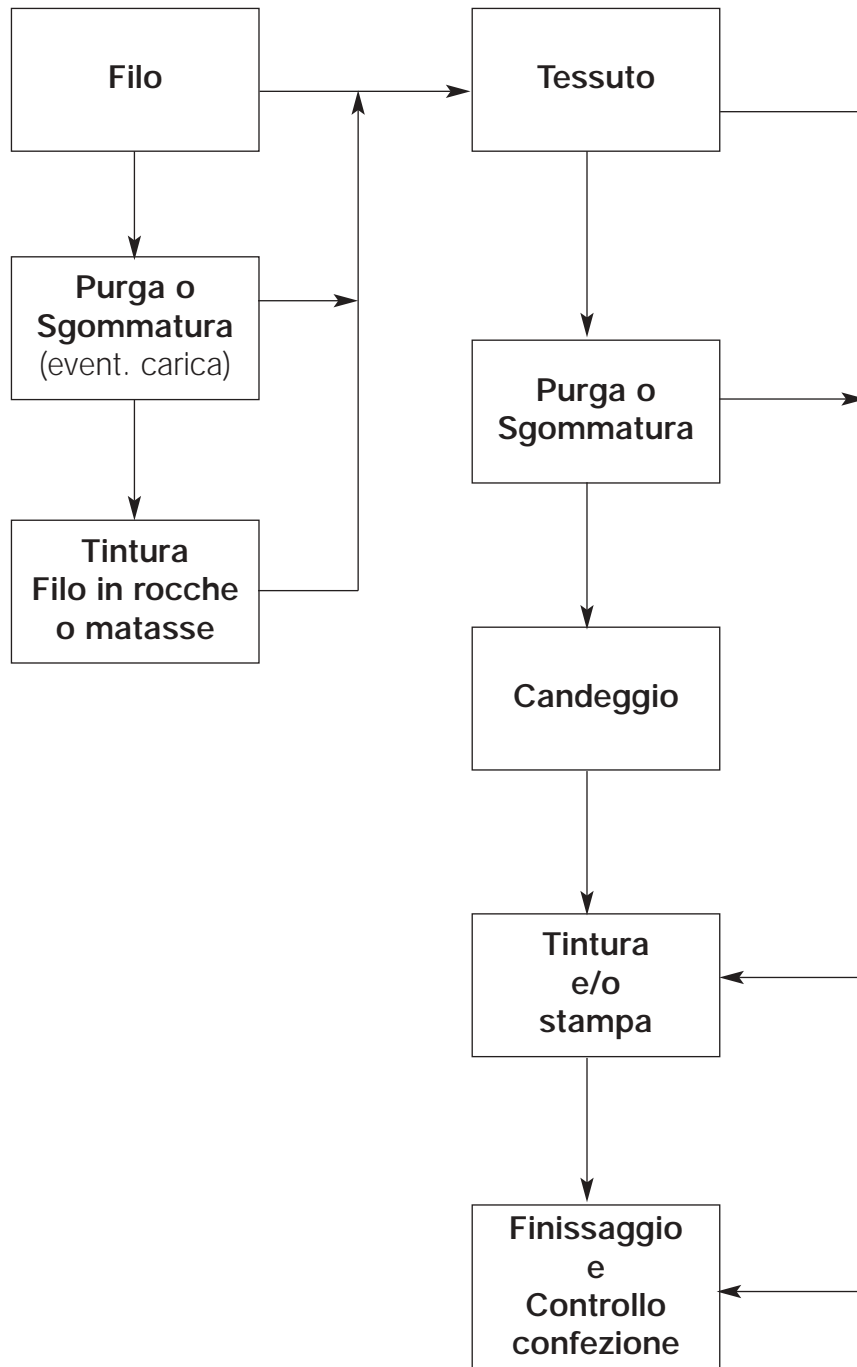


Lana cardata:

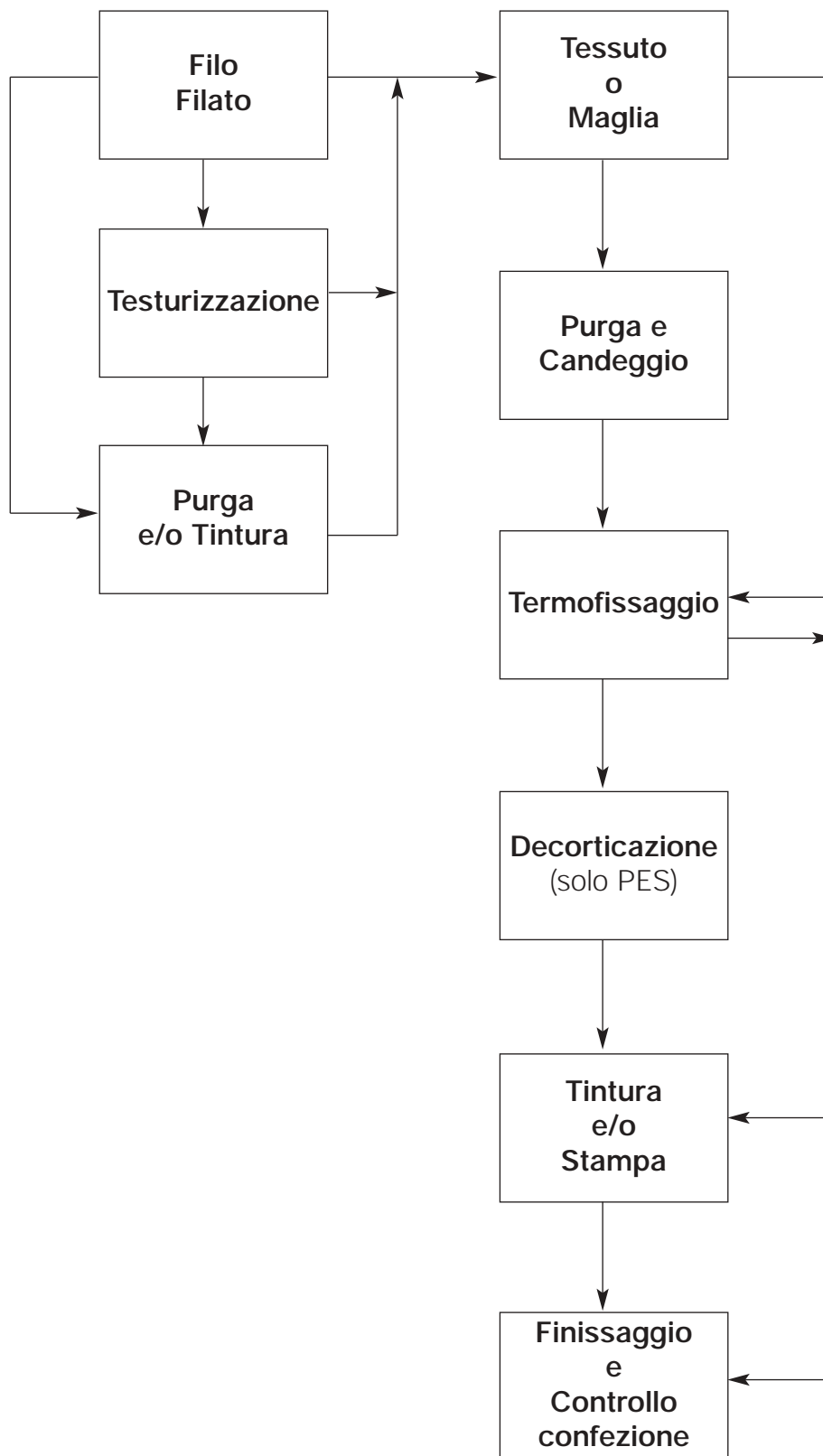


Ciclo di lavorazione del cotone:





Ciclo di lavorazione delle fibre sintetiche:



OPERAZIONI PRE-TINTORIALI

I trattamenti pre-tintoriali rappresentano un insieme di operazioni che preparano il tessile alle successive fasi di nobilitazione come la tintura, la stampa, il finissaggio.

Queste operazioni si differenziano in base al tipo di fibra sulla quale vengono eseguite, allo stadio di lavorazione della merce in questione (fiocco, top, nastro, filato, tessuto), alle lavorazioni successive, che possono variare in funzione delle necessità del mercato, delle richieste dell'acquirente, dell'esperienza del personale e della disponibilità di macchinari dell'azienda.

Operazioni pre-tintoriali sono per esempio: **bruciapelo**, **sbozzima**, **mercerizzo**, **purga**, **candeggio** e si differenziano appunto per condizioni operative in relazione ai casi specifici sopra citati.

Alcune di queste, come ad esempio candeggio e mercerizzo, possono essere considerate di volta in volta operazioni preliminari o finissaggi, a seconda delle lavorazioni alle quali i filati o i tessuti devono essere poi sottoposti.

Bruciapelo

E' un'operazione che serve ad eliminare i peli sporgenti al fine di mettere in evidenza l'intreccio del tessuto, conferire una superficie liscia, garantendo anche una maggior resistenza allo sporco e riducendo la tendenza al pilling.

Viene generalmente effettuata su pezze gregge ed i residui vengono eliminati con il lavaggio.

Il bruciapelo viene effettuato raramente sui tessuti a maglia, frequentemente sui tessuti ad intreccio ortogonale e sui filati.

Una spazzolatura preventiva prepara il tessuto alla bruciapelatura, eliminando piumino ed impurità.

Per effettuare l'operazione si utilizza una fiamma ossidante che non lascia residui fuliginosi sulla fibra.

Nei macchinari più recenti il rapporto gas/aria è regolato da un miscelatore motorizzato, per garantire una perfetta combustione; inoltre un pirometro di controllo della temperatura del tessuto regola l'effetto di bruciapelatura in funzione dell'altezza della fiamma o della velocità del lavoro. Le posizioni della fiamma possono essere distinte in:

- tangenziale: si ottiene una bruciapelatura superficiale del pelo con l'eliminazione delle fibre sporgenti. Ideale per il trattamento di tessuti molto leggeri e delicati;
- perpendicolare al tessuto su cilindro raffreddato ad acqua: il tessuto resta relativamente freddo, grazie al rovescio che passa sul rullo raffreddato. Ideale per il trattamento di tessuti sintetici e termosensibili;
- perpendicolare al tessuto, prima del cilindro raffreddato: in questa posizione si può ottenere la massima efficacia di bruciapelatura. Ideale per tessuti naturali.

La velocità di scorrimento del tessuto può variare da 60 a 120 m. al minuto.

Un gruppo aspiratore ed abbattitore garantisce l'eliminazione dei fumi che si liberano durante il processo.

Anziché la classica bruciapelatura può anche essere effettuato un trattamento enzimatico con l'enzima cellulasi (bio-polishhg), che rimuove la peluria superficiale e le fibrille morte. Se alla cellulasi viene associata una blanda azione meccanica si ottiene un miglioramento della mano, del drappaggio e della brillantezza.

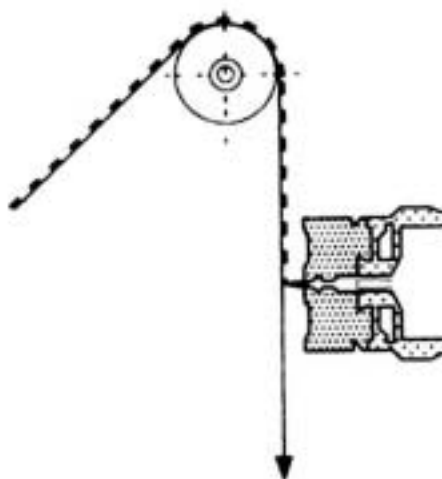


Fig. 1 Schema di un bruciapelo con fiamma perpendicolare rispetto al tessuto

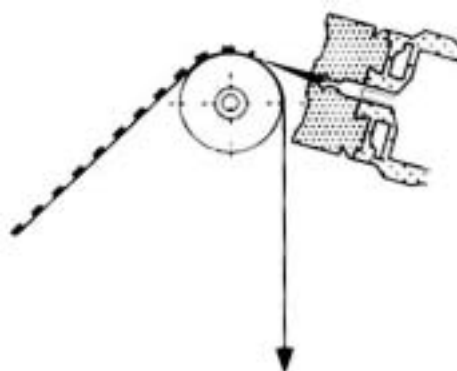


Fig. 2 Schema di un bruciapelo con fiamma tangenziale rispetto al tessuto

Sbozzima

Questa operazione viene effettuata sui tessuti ad intreccio ortogonale per eliminare la bozzima dei fili di ordito. La bozzima deve essere eliminata completamente affinché il tessuto possa assorbire omogeneamente i bagni di lavorazione successivi.

Poiché per i filati di cotone vengono solitamente impiegate bozzime amidacee, per la successiva sbozzima è possibile l'impiego di enzimi amilolitici (*sbozzima enzimatica*), che svolgono un'operazione di degradazione biologica dell'amido, trasformandolo in derivati solubili, eliminabili col lavaggio. L'attività enzimatica dipende dal numero di molecole di enzima per grammo di merce, mentre la stabilità termica dell'enzima stesso, dipende dal ceppo batterico da cui viene prodotto. Poiché gli enzimi possiedono una specificità di substrato, le amilasi reagiscono solo con le molecole dell'amido e non intaccano minimamente l'altro polimero del glucosio, la cellulosa, in quanto agiscono sul legame 1,4 alfa-glucosidico dell'amido e non sul legame 1,4 beta-glucosidico della cellulosa.

Questo fatto rende vantaggioso (nel caso di bozzime amidacee) l'impiego delle amilasi rispetto ad altri agenti di sbozzima come alcali e agenti ossidanti (*sbozzima ossidante*), che intaccano sia l'amido che la cellulosa.

La sbozzima ossidante viene invece impiegata per eliminare bozzime non amidacee insolubili in acqua o per bozzime amidacee in combinazione con alcol polivinilico (in tal caso questa operazione precede il bruciapelo).

In questo caso le condizioni operative devono essere controllate al fine di ottenere la sola solubilizzazione delle bozzime, senza arrivare alla degradazione della fibra. Per la sbozzima enzimatica possono essere utilizzati procedimenti discontinui (*jigger*) ma più frequentemente semicontinui o continui dopo impregnazione del tessuto a foulard. I procedimenti operativi più usuali sono il *pad-roll* e il *pad-steam*.

Se le bozzime sono idrosolubili sono eliminate con lavaggio a caldo.

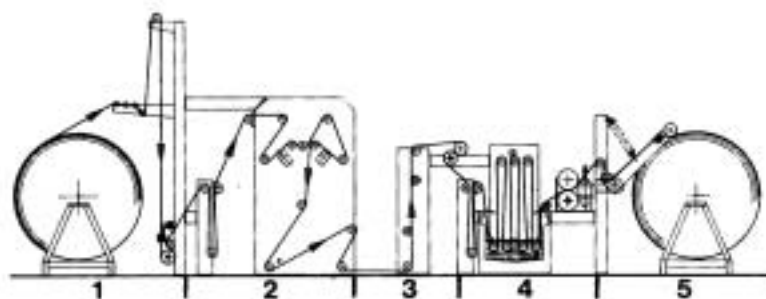


Fig. 3 Impianto in continua di bruciapelo, spazzolatura, impregnazione per sbozzima enzimatica e di precandeggio a freddo per piccole, medie e grandi velocità fino a 200m/min, per tessuti a navetta di cotone, di lino e fibre naturali al 100% o in mischia con fibre chimiche

Purga

Per il cotone questo procedimento ha lo scopo di eliminare le sostanze grasse e pectiche, ammorbidire le guscette e rendere il materiale adatto ad assorbire i trattamenti successivi.

La purga viene generalmente effettuata in mezzo acquoso, con acqua non dura, ausiliari tessili come imbibenti, detergenti, emulsionanti, soda caustica e/o soda solvay, sequestranti.

L'alcali determina il rigonfiamento della fibra e potenzia l'azione dei tensioattivi. Si può effettuare su nastro, su filato, su tessuto.

E' possibile eseguire anche un processo di purga enzimatica (bioscouring) in sostituzione alla classica purga, che ha lo scopo di rimuovere il materiale non cellulosico dalla fibra del cotone, per renderla più idrofila e in grado di assorbire meglio i bagni successivi di lavorazione.

La purga nel caso della seta pura è la sgommatura, che consiste nell'asportazione della sericina dalla bavelle di fibroina. La sericina costituisce la parte gommosa che tiene unite la bavelle di fibroina e conferisce alla seta stessa una mano dura ed un aspetto opaco. Si effettua su filo, per tinto in filo o su tessuto per tinto in pezza o pronto stampa. L'operazione porta ad una perdita di peso (24 – 28%), conferisce alla seta sgommata un aspetto brillante e una mano morbida e si effettua con soluzioni saponose o con disperdenti tamponanti. E' possibile anche l'impiego di enzimi (proteasi), che idrolizzano la sericina ed ultimamente, soprattutto per filato, si va affermando il trattamento con solo H₂O a 120°C.

Per la lana, la purga ha lo scopo di eliminare oli e sporco raccolto durante le fasi di lavorazione e può essere eseguita su nastro, filo, tessuto, con soluzioni contenenti carbonato sodico con sapone o ammoniacale, oppure con tensioattivi anionici e non ionici che operano un lavaggio meno profondo ma danneggiano meno la fibra.

Per le fibre sintetiche la purga serve ad eliminare oli, lubrificanti e antistatici, polvere, sporco e può essere effettuata sia su filo che su tessuto (se i fili di ordito sono stati incollati si chiama disincollaggio). Si effettua con tensioattivi detergenti ed emulsionanti.

Generalmente le purghe vengono effettuate con sistemi continui o discontinui, con gli stessi macchinari usati per i trattamenti successivi; temperatura, tempo di lavorazione, pH, concentrazione dei reagenti, sono in funzione della fibra e del macchinario usato.

Purghe incomplete portano generalmente a difetti di tintura e stampa per effetto di differente idrofilia ed affinità tintoriale del materiale.

Candeggio

Le operazioni di candeggio hanno lo scopo di eliminare eventuali impurezze, ottenere bianchi puri, preparare fondi per tinte o per stampe poco coperte, per scaricare tinte indesiderate.

I candeggianti utilizzati per le fibre cellulosiche sono principalmente l'ipoclorito di sodio ed il perossido d'idrogeno. Entrambi richiedono nel bagno di candeggio l'aggiunta di idrossido di sodio che alcalinizza il bagno favorendo la formazione dello ione candeggiante, che nel primo caso è lo ione ipoclorito e nel secondo lo ione peridrossile.

Con l'ipoclorito è richiesto un pH tra 9 e 11 e una temperatura non superiore a 30° C. Per quanto riguarda il pH infatti, a valori inferiori a 4 si ha formazione di cloro; tra 4 e 9 si forma acido ipocloroso: entrambe queste specie chimiche danneggiano la fibra e non svolgono azione candeggiante. Dopo il candeggio con ipoclorito è necessario un trattamento anticloro con acqua ossigenata per l'eliminazione completa del cloro, al fine di evitare la formazione di cloroammine che, negli essiccatoi, formerebbero HCl dannoso per la cellulosa.

Con il perossido di idrogeno, in presenza di alcali si ottiene l'eliminazione delle guscette ed è quindi possibile evitare la purga in autoclave.

La temperatura ottimale è tra gli 80° e 90° C e il pH compreso tra 10,7 e 10,9.

Il perossido d'idrogeno ad una concentrazione di 1-2 vol. può essere utilizzato anche per la seta dopo sgommatura, ad un pH 8 – 9, a 70-80° C per 1-2 ore.

Per la lana è possibile migliorare il grado di bianco con un candeggio con acqua ossigenata, da 1 a 3 vol., stabilizzata con pirofosfato a pH tra 8 e 9, ad una temperatura di 45-50° C per un tempo variabile tra i 30 minuti e le 3-4 ore. In alternativa può essere effettuato un trattamento ad un pH

3-4, in ambiente acido per HCOOH a temperatura ambiente; in questo caso, l'acido formico reagisce con il perossido diventando performico e svolgendo così un'azione candeggiante. Questo metodo operativo danneggia poco la lana e dà buoni risultati.

Da un punto di vista ecologico, il perossido di idrogeno è più apprezzabile dell'ipoclorito perché ha un impatto ambientale inferiore e rende più semplici le operazioni di depurazione delle acque reflue.

Nei bagni di candeggio è auspicabile la presenza di sequestranti.

Un altro candeggiante usato nel campo tessile è il clorito di sodio (indicato per fibre sintetiche) che sfrutta l'azione ossidante del biossido di cloro che si sviluppa per acidificazione a caldo di una soluzione di tale sale. Il biossido di cloro è però tossico e attacca gli acciai inossidabili, per cui occorre lavorare in apparecchi chiusi e in materiali resistenti come il gres e dotati di impianti di aspirazione.

Le operazioni di candeggio possono essere eseguite su filati, tessuti e maglia, secondo procedimenti discontinui in macchine a circolazione di bagno (autoclavi, jigger, aspo, jet, overflow), semicontinui (pad-batch, pad-roll) e continui. Per esempio vengono prodotte continue di candeggio in corda per grandi e medie partite che possono operare purga e candeggio all'ipoclorito/ perossido per maglieria e tessuti di cotone e lino.

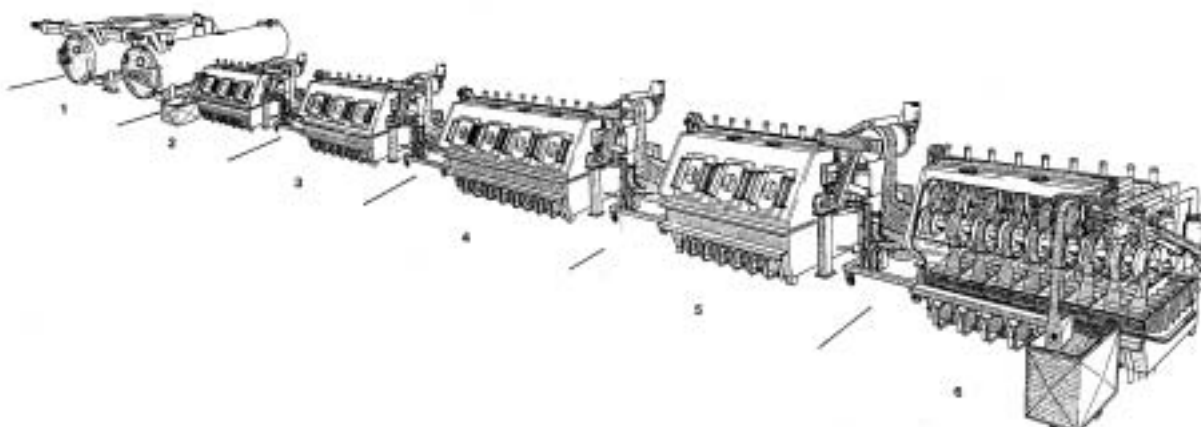


Fig. 4 Continua di candeggio in corda

1. Lavaggio di sbazzima e purga sotto pressione 2. Lavaggi 3. Candeggio sotto bagno ipoclorito 20/30 °C 4. Lavaggi 5. Candeggio sotto bagno a 85°C 6. Lavaggi

Per i tessuti a maglia è possibile anche il candeggio in continuo mediante l'uso dei J/Box. I prodotti da utilizzare sul tessile vengono applicati con foulard posizionati opportunamente, il tessuto viene introdotto nello "stivale" dove rimane il tempo necessario per il candeggio. Temperatura, velocità, pressione e pH vengono controllati automaticamente.

E' possibile anche un candeggio ottico con l'impiego di prodotti che non esplicano un'azione chimica sulla fibra ma ottengono un effetto di bianco con un processo di compensazione ottica di natura fisica. Infatti queste sostanze emettono luce azzurra, complementare del bianco e del grigio, dando così un effetto di bianco candido. Per esempio può essere eseguito un candeggio ottico sulla lana dopo candeggio chimico, utilizzando 0,2-0,6 g/l di candeggiante ottico a pH 4-5 per acido acetico, ad una temperatura di 50-60 ° C per 30 minuti.

Mercerizzo

E' un trattamento tipico per tessuti e filati di cotone, che permette di conferire al materiale un aumento della brillantezza e dell'idrofilia, la copertura del cotone morto, una maggiore stabilità dimensionale, una maggior resa di colore.

Questo trattamento si effettua con soda caustica, che determina un accorciamento e un rigonfiamento della fibra che diventa traslucida, aumenta in resistenza alla trazione, ma perde in resistenza alla flessione e alla torsione. La sezione della stessa da reniforme diventa prima ellittica poi circolare, permettendo così una migliore riflessione della luce con conseguente aumento della brillantezza.

Il trattamento si effettua generalmente sotto tensione, con soda caustica a 28°- 30° Bé (circa 270- 330 g/l). Se la concentrazione è minore di 24° Bé, il trattamento viene detto *caustificazione* ed ha lo scopo di migliorare la tingibilità del materiale.

La temperatura del bagno è compresa generalmente tra 15-20° C e l'uniformità dell'imbibizione è garantita con l'aggiunta di imbibenti di mercerizzazione, stabili in ambiente alcalino. Ad operazione finita bisogna subito neutralizzare l'alcalinità con soluzioni acide diluite.

Da un punto di vista chimico si formano prima le alcalicellulose, in seguito con ripetuti risciacqui con acqua, l'idrocellulosa, più reattiva della cellulosa naturale.

L'impregnazione del cotone provoca un restringimento del materiale che deve perciò essere mantenuto sotto tensione, per evitare che lo stesso assuma un aspetto crespo e lanoso.

La mercerizzazione viene effettuata su filato, su tessuto o su maglia sia in aperto che tubolare. Per quanto riguarda i filati, prima della mercerizzazione in apposite macchine, vengono sottoposti a bruciapelo per eliminare la peluria che impedirebbe la perfetta riflessione della luce dopo la mercerizzazione. Per i tessuti trama ordito esistono due tipi di apparecchiature: a catena o a cilindri.

Mercerizzatrice a catena: è la più antiquata concettualmente, consente però di realizzare un processo perfetto dal punto di vista della brillantezza ottenuta, grazie all'ottimo controllo della tensione. Sono macchine lente e non vi è flessibilità al variare dell'altezza del tessuto

Mercerizzatrice a cilindri: più compatta e più veloce della precedente, non consente il rientro del tessuto in ordito a causa dell'incorsatura sui cilindri.

Il rientro del tessuto è ostacolato anche in senso trama a causa della tensione causata dall'azione contemporanea dei cilindri e dell'impregnazione del tessuto.

Questa apparecchiatura viene utilizzata anche su tessuti a maglia piana.

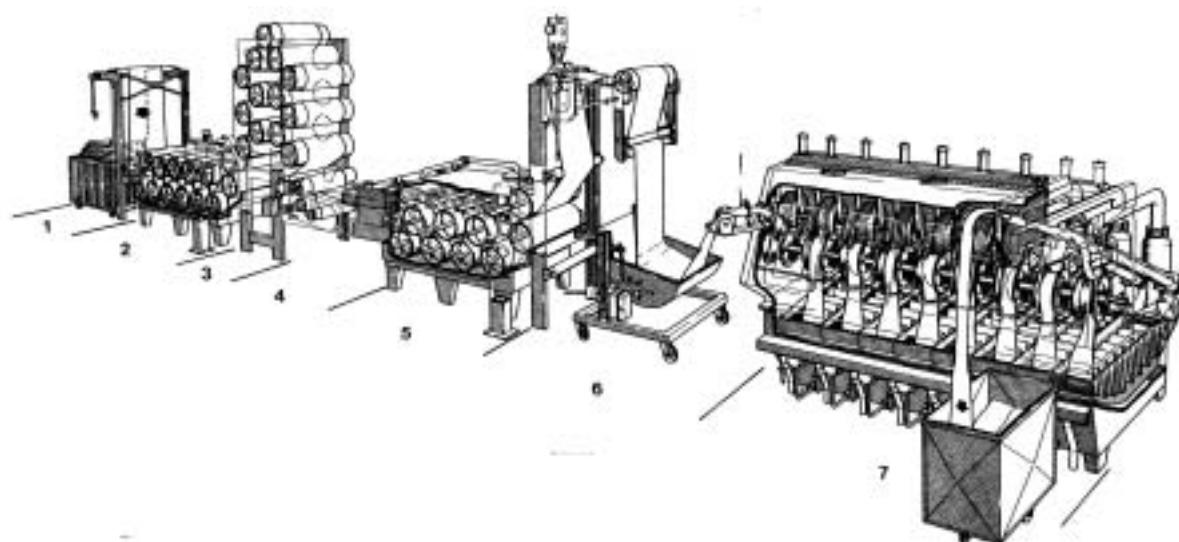
I macchinari più moderni sono generalmente dotati di un circuito di riciclo del bagno di mercerizzo e di un regolatore automatico di densità che permette una perfetta riproducibilità dei risultati su grandi partite anche a distanza di tempo.

Si può sottoporre a mercerizzazione anche il tessuto a maglia tubolare : dopo impregnazione, a foulard si lascia reagire controllando il rientro in larghezza con un estensore variabile ad anelli e in lunghezza "frenando" il tessuto prima della spremitura finale. La concentrazione dell'idrossido di sodio viene abbassata a circa 4 °Bè per mezzo di docce circolari. Infine si lava, si neutralizza e si risciacqua.

Come agente di mercerizzazione è anche possibile utilizzare ammoniaca liquida, con tempi di contatto brevissimi (dell'ordine del mezzo secondo). Gli impianti che utilizzano questa tecnologia sono però poco diffusi a causa delle difficoltà connesse con l'uso di NH₃ liquida (tossicità, formazione di miscele esplosive con l'aria, specifiche severe nella saldatura delle lamiere d'acciaio utilizzate per la costruzione delle apparecchiature che devono essere, ovviamente, sotto pressione dato che il punto di ebollizione normale dell'ammoniaca è di -33°C).

Sono stati sviluppati anche cicli di mercerizzazione in continuo e macchinari di mercerizzo e candeggio combinato per maglieria tubolare costituiti da una continua di mercerizzazione in largo per tubolare e una continua di neutralizzazione e candeggio al perossido e lavaggio in largo.

Questi macchinari permettono di mercerizzare e candeggiare in un unico passaggio con riduzione dei costi di lavorazione.



*Fig. 5 Continua di mercerizzazione e candeggio per maglieria tubolare
1. entrata 2. impregnazione con NaOH 3. esposizione 4. allargatore
5. stabilizzatore 6. uscita 7. neutralizzazione e candeggio*

Cloraggio

E' un trattamento specifico per la lana che ha lo scopo di conferire irrestringibilità e può essere sfruttato anche come finissaggio, oltre che come preparazione alla tintura o alla stampa. Grazie alla riduzione di spessore della cuticola, con scomparsa delle scaglie (smussate, arrotondate, assottigliate), la lana perde la capacità di feltrare e quindi di restringersi (stabilità dimensionale) e di conseguenza si ha la possibilità da parte dei capi di lana di sopportare ripetuti lavaggi in lavatrice (ciclo delicato).

Può essere eseguito in qualsiasi stadio di lavorazione della fibra; la lana così clorata assume una particolare lucentezza e aumenta la sua affinità per i coloranti.

Da un punto di vista operativo, i migliori risultati vengono raggiunti combinando due trattamenti che risultano complementari: in un primo tempo un trattamento ossidante, seguito da un trattamento con resine cationiche speciali.

Il primo trattamento è appunto tradizionalmente il cloraggio che può essere eseguito utilizzando:

- NaClO in presenza di acidi inorganici forti (acido solforico)
- Cl₂ gassoso
- Sali organici di cloro (sale sodico dell'acido dicloroisocianurico) che in soluzione acida liberano cloro.

Il secondo trattamento consiste nell'applicazione di particolari resine che aumentano l'effetto antifeltrante (PA – epicloridrina oppure resine cationiche a base di polisilossani) .

E' necessario un trattamento anticloro con NaHSO₃ per eliminare i residui di Cl₂ che possono rimanere sulla fibra. Attualmente sono allo studio trattamenti alternativi al cloraggio eseguibili sia su tops che su tessuto (trattamenti al plasma).

Procedimenti e macchine impiegate: per i tops vengono utilizzati apparecchi a circolazione di bagno; per i filati in rocca, autoclavi; per tessuti trama/ordito o a maglia, overflow.

Carbonizzo

Nelle lane più fini e lunghe destinate alla produzione di filati pettinati, il materiale estraneo, di natura prevalentemente cellulosa, viene quasi completamente eliminato dai pettini, quindi il nastro pettinato contiene quantità irrilevanti di impurezze che non interferiscono con le operazioni successive, soprattutto per quanto riguarda la tintura.

Diverso è il caso del fiocco per cardati, in cui l'entità delle impurezze richiede un trattamento specifico con acido solforico, al fine di evitare inconvenienti in tintura.

Il carbonizzo è altresì indispensabile quando si parte da stracci o cascami (carbonizzo a secco con HCl gassoso a 80°C): in questo caso ha lo scopo di eliminare i residui vegetali presenti nel fiocco anche dopo lavaggio, sfruttando la buona resistenza della lana all'azione degli acidi, che invece demoliscono la cellulosa, grazie alla drastica azione disidratante dell'acido con una perdita in peso non quantizzabile a priori.

Può essere effettuato su fiocco, filato o tessuto ed in quest'ultimo caso sia su tessuti lavati e talvolta tinti in pezza, sia su tessuti greggi.

Per quanto riguarda le condizioni operative la fibra viene impregnata con H₂SO₄ (2,5 – 4 °Bè o 4 – 6 %), spremuta da una coppia di cilindri e quindi asciugata in rameuse a 85 – 90°C, per 30 – 60 minuti.

L'aria calda concentra l'acido per evaporazione, disidratando ed idrolizzando la parte cellulosa. Per ultimo si lava, avendo cura di eliminare totalmente l'acidità residua, nociva per la fibra e per le operazioni successive. La serie di lavaggi comprende anche un trattamento di

neutralizzazione con acetato di sodio.

Nel caso si lavori un tessuto, la fase di lavaggio viene preceduta da una battitura a secco avente lo scopo di allontanare dall'intreccio del tessuto i residui vegetali ormai carbonizzati.

Procedimenti e macchine impiegate : vasche di impregnazione, cilindri di spremitura, rameuse, follone a secco.

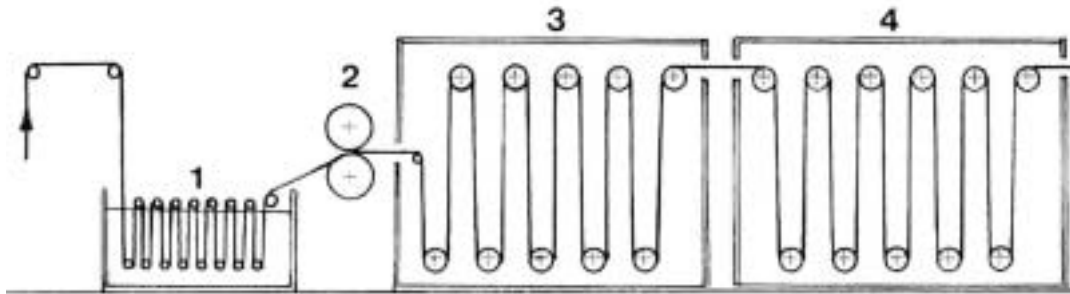


Fig. 6 Impianto di carbonizzo tessuti con metodo tradizionale

1) vasca di impregnazione; 2) spremitore;

3) camera di asciugatura; 4) camera di carbonizzazione.

Procedimento combinato solvente/acqua

Questo procedimento si basa sul fatto che il percloroetilene, grazie alla sua bassa tensione superficiale, ha il potere di imbibere velocemente ed in profondità le fibre tessili molto più di quanto non faccia il mezzo acquoso.

Al contrario le impurezze vegetali presenti nel tessuto , in quanto fortemente idrofile, hanno per il solvente un'affinità molto più bassa rispetto al tessuto stesso, quindi su queste il solvente è presente solo molto superficialmente. Pertanto nel momento in cui il tessuto impregnato di solvente viene in contatto con la soluzione acquosa di acido solforico, questa non ha la capacità di spostare il solvente dalla lana, sostituendosi a questo ed è invece assorbita di preferenza dalle parti vegetali rimaste idrofile. Si realizza in pratica un assorbimento selettivo della soluzione acida da parte delle impurità vegetali, mentre sulla lana l'azione dell'acido è molto contenuta.

Con questo procedimento si hanno numerosi vantaggi: minore inquinamento ambientale, notevole riduzione del danneggiamento della lana, possibilità di omettere la fase di disacidatura (che in ogni caso risulta più facile e rapida).

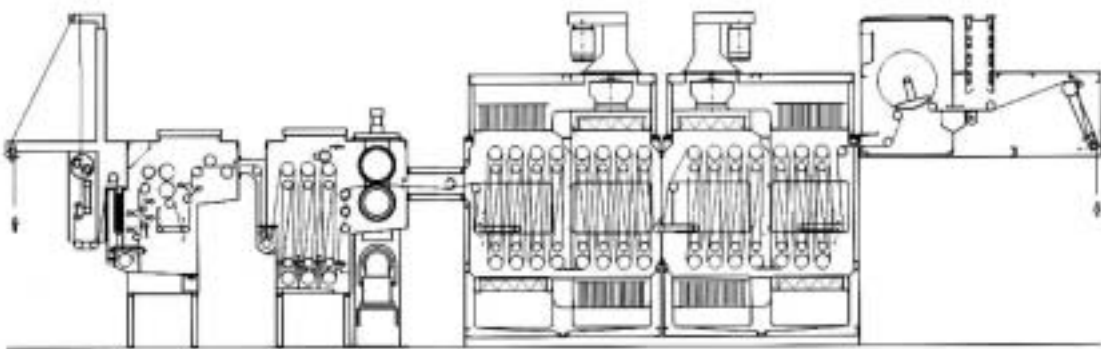


Fig. 7 Schema di impianto di carbonizzo con solvente

Oliatura

L'oliatura serve a ridurre gli attriti nelle operazioni necessarie alla trasformazione del fiocco in filato e successivamente in tessuto.

Condizioni operative : il fiocco viene spruzzato con emulsioni di olio in acqua, stabilizzate con tensioattivi (che favoriscono la loro eliminazione successiva).

Folloni e lavafolla

L'operazione di follatura consiste nel sottoporre i tessuti di lana pettinata, cardata o misti lana (non purgata, purgata o carbonizzata e neutralizzata), a circa 40°C, bagnati ed in presenza di appositi tensioattivi, a continue sollecitazioni di pressione sia in senso trama sia ordito. In queste condizioni le fibre di lana tendono ad infeltrire, provocando un rientro del tessuto, con conseguente compattazione. A fine operazione serve un lavaggio per eliminare l'acqua sporca ed i prodotti utilizzati.

In tutte le fasi si devono controllare attentamente la temperatura e l'azione meccanica, terminando l'operazione al raggiungimento del rientro desiderato. E' evidente che sul tessuto non si dovranno avere pieghe di corda o rientri irregolari.

Sui vecchi folloni, allo scopo di favorire lo spostamento delle pieghe, si introducono le corde dopo aver cucito il tessuto a tubo, evitando tensioni irregolari delle due cimosse; in questo modo il tessuto bagnato conserva all'interno del tubo creato, una sacca d'aria che favorisce lo spostamento delle pieghe. I rientri percentuali in senso ordito vengono controllati tramite dei marcatori posti inizialmente sul centro pezza rigorosamente in senso ordito, a distanza di un metro.

Nelle macchine di nuova costruzione spesso si abbina la possibilità di follare i tessuti a quella del lavaggio ed a volte del lavaggio rapido.

Elementi comuni in tutte le follatrici sono:

Ganasce: piastre verticali e parallele in acciaio poste nella parte anteriore della macchina che schiacciando il tessuto provocano il rientro in senso trama.

Cilindri di pressione: a pressione regolabile, provocano il rientro in senso trama e spingono il tessuto nella cassa.

Cassa: canale a sezione rettangolare nel quale viene impaccato il tessuto, frenato dalla ciabatta regolabile. In questa zona avviene il rientro in senso ordito.

Ciabatta: piastra incernierata nella parte alta della cassa che può essere abbassata riducendone progressivamente la sezione per frenare l'avanzamento del tessuto.

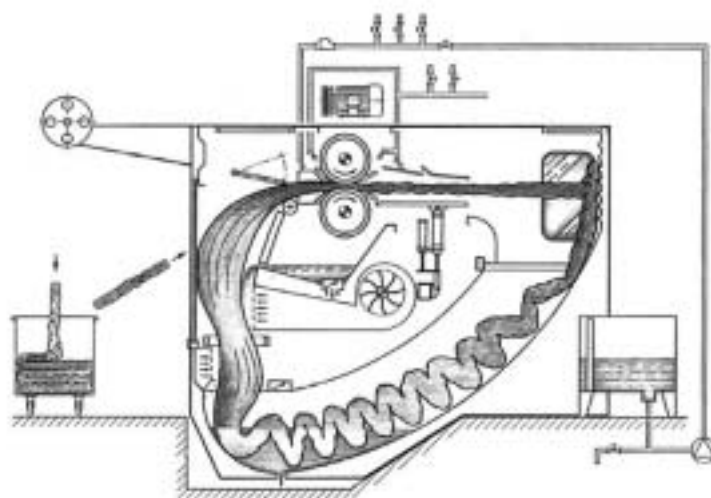
Nei lavafolla sono presenti anche:

Cilindri spremitori: per favorire il ricambio del bagno di lavaggio dal tessuto.

Vaschetta: posta sotto i cilindri spremitori per raccogliere l'acqua sporca e scaricarla. Se aperta, l'acqua ricade nel bagno.

Vari costruttori hanno adottato soluzioni particolari per migliorare i risultati di follatura e/o lavaggio, o per rendere la macchina più versatile o aumentarne la produttività. Le macchine possono trattare in genere tessuti da 80 a 800-1200 g/metro lineare. Ecco alcuni esempi di soluzioni adottate:

Fase di follatura: i getti d'aria movimentano le pieghe di corda in entrata (alcune macchine lo possono fare anche in uscita); la ciabatta è abbassata e le ganasce chiuse. In questa configurazione le macchine possono lavorare ad una velocità massima di 250-300 m/min (Fig. 8).



Figg. 8-13 Schemi di macchine follatrici in diversi assetti di lavoro

Fase di lavaggio dolce: i getti d'aria movimentano le pieghe di corda; la ciabatta è alzata, mentre il bagno viene continuamente alimentato sul tessuto. In questa configurazione le macchine possono lavorare ad una velocità massima di 200-220 m/min. (Fig. 9).

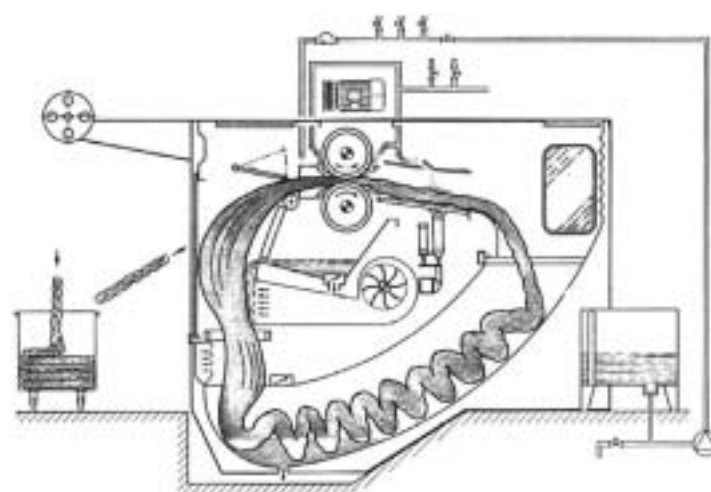


Fig. 9

Fase di lavaggio rapido: i getti d'aria possono sempre essere in funzione. Il tessuto, irrorato dal bagno, circola a velocità da 400 a 600 m/min. con la ciabatta aperta e va a sbattere contro la griglia. Lo sbattimento, unitamente alle alte velocità, porta ad un leggero infeltrimento superficiale e rigonfiamento dei fili, nascondendo le rigature di pettine (Fig. 10).

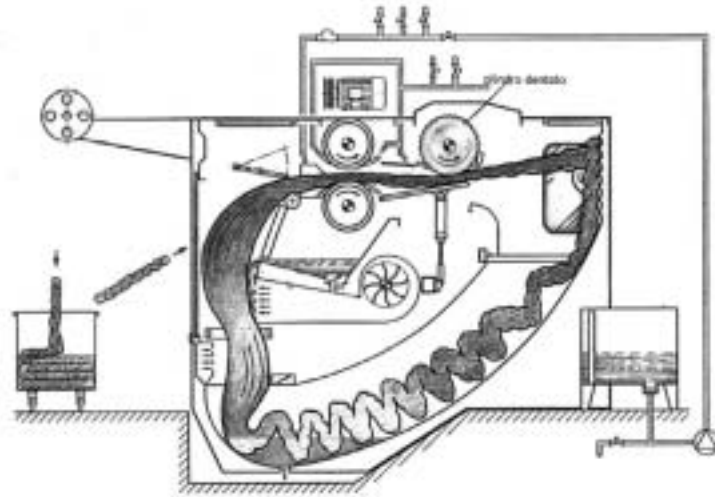


Fig. 10

In alternativa, può essere un cilindro dentato a trascinare il tessuto con l'ausilio della parte inferiore della ciabatta, aumentando l'effetto di follatura (Fig. 11).

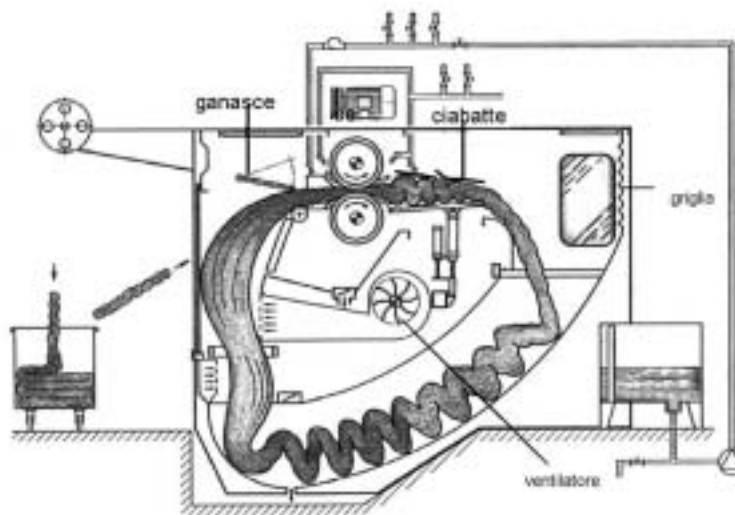


Fig. 11

Alcune case costruttrici adottano due cilindri superiori per il traino del tessuto, con un cilindro inferiore in gomma a superficie scabrosa (Fig. 12).

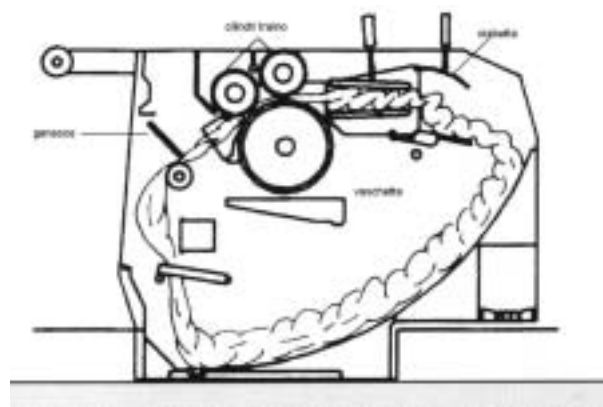
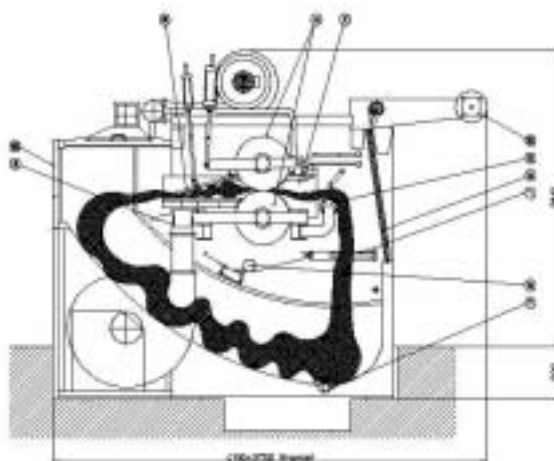


Fig. 12

Fase di follatura e lavaggio in canali indipendenti: alcune macchine consentono i due trattamenti o uno solo dei due, su tessuti di peso completamente differente l'uno dall'altro. I controlli sul restringimento di ciascuno dei tessuti e sulle variabili di funzionamento delle macchine sono indipendenti. In queste macchine dei getti d'aria investono il tessuto mentre è in caduta libera dalla cassa follante, modificando continuamente la posizione della corda.



- 1) Rastrelliera
- 2) Rullo guida-tessuto
- 3) Guanciale
- 4) Rulli acciaio o legno di quercia stagionato
- 5) Ciabatta
- 6) Soffio apri-tessuto
- 7) Scarico vasca
- 8) Scarico vaschetta di raccolta
- 9) Porta anteriore a vetro
- 10) Porta posteriore
- 11) Rullo scarica-tessuto

Fig. 13

Anche per queste macchine la capacità dei costruttori, unitamente alle possibilità fornite dall'elettronica, hanno consentito di introdurre dispositivi che incrementano la produttività e consentono controlli puntuali con conseguente ripetitività di risultati, quali:

dispositivi di controllo per lo slittamento del tessuto;

macchine a più canali follanti indipendenti, con possibilità di lavorare tessuti diversi in condizioni diverse, con conseguenti risultati differenziati;

rilevatore in continuo della posizione della cucitura in ogni canale, con possibile arresto indipendente di ogni singola corda;

posizionamento frontale delle cuciture di tutte le corde al fermo macchina.

Carica della seta

La carica della seta ha lo scopo di aumentarne il peso, di conferirle una mano più sostenuta, di renderla più lucida, più gonfia e più adatta alla produzione di tessuti destinati, ad esempio, alla cravatteria. L'aumento di peso viene espresso come carica % sopra o sotto la pari, intendendo per carica alla pari il recupero del peso che la seta aveva prima della sgommatura:

$$\text{carica \%} = (\text{peso dopo carica} - \text{peso greggio}) \times 100 / \text{peso greggio}.$$

Esistono vari tipi di cariche; quella minerale veniva eseguita fino a pochi anni fa da pochissime ditte ed attualmente è stata abbandonata. Attualmente la più usata è quella sintetica o graffaggio chimico.

Carica sintetica

Principio chimico per la carica con metacrilammide:

il monomero usato per questa carica è spesso un derivato dell'acido acrilico o metacrilico. La carica della seta con acrilonitrile e metilmetacrilato è già stata studiata e descritta; in essa gli iniziatori sono costituiti da un sistema redox a base di sali di ferro (Fe^{++}) e perossido d'idrogeno, persolfati e altri.

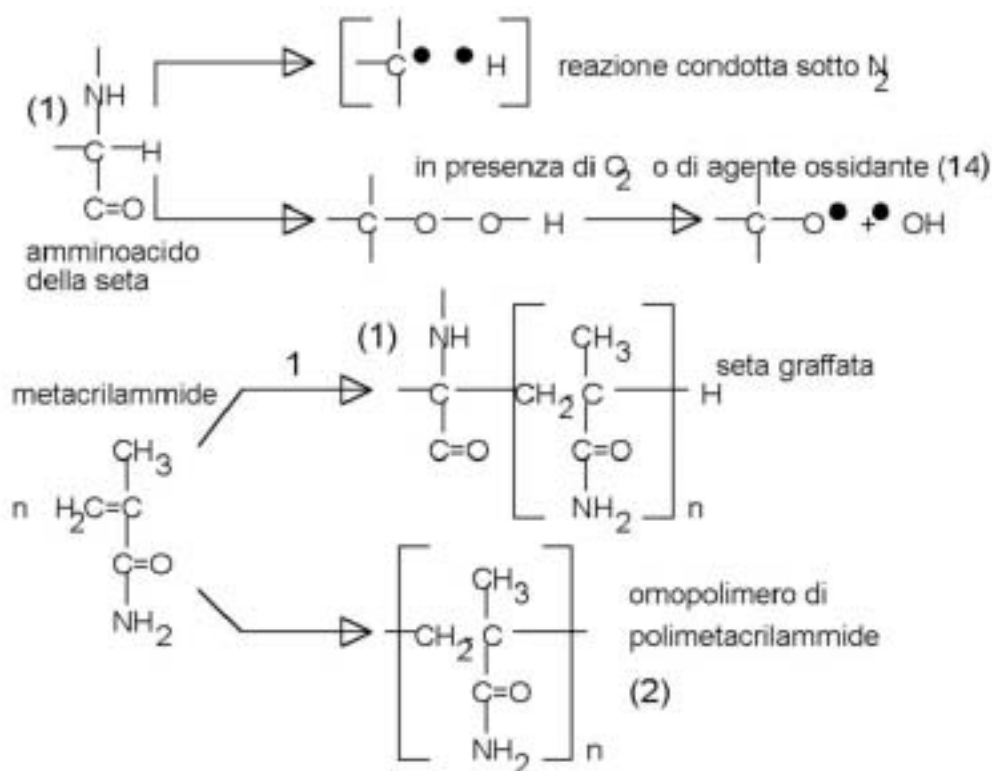


Diagramma schematico dell'avvio della reazione di aggraffaggio per formazione di radicali

La reazione di graffaggio può avvenire sull'atomo di carbonio alfa degli amminoacidi componenti la fibroina (1) o sulle catene laterali, come per esempio sul gruppo metilico dell'alanina.

Contemporaneamente si può avere come reazione competitiva del graffaggio l'omopolimerizzazione della metacrilammide, come da diagramma (2). Questi omopolimeri una volta formati, causano un marcato indurimento della seta e, pur non essendo legati covalentemente alla fibra, non possono essere rimossi con dei lavaggi.

In pratica per la carica vera e propria si opera con una resina a base di MAA (meta acril amide). Si ottiene un buon rigonfiamento della fibra ed una buona brillantezza, ma la mano è meno buona rispetto alla carica minerale e l'affinità tintoriale è minore, anche se, a causa del rigonfiamento della fibra, il tono risulta solitamente più intenso.

Per una carica alla pari si usa il 50% su peso merce di MAA, il 3,5% sul peso della resina di persolfato d'ammonio (catalizzatore), 2 ml/l di acido formico e 0,2 g/l di tensioattivi non ionici. Si parte da 40°C e si porta a 80°C in 20 min, indi si mantiene la T° per 60 min. Si abbassa la T° a 60° si scarica il bagno e si lava per 10 min con 2 g/l di sapone a 80° C., indi si sciacqua.

Attualmente si tende sempre più frequentemente a tentare operazioni di graffaggio con vari monomeri insaturi contenenti funzionalità di vario tipo ed utilizzati in quantità modeste, che agiscono con lo stesso principio della carica, ma conferiscono alla seta mani particolari o caratteristiche di stabilità dimensionale o ingualcibilità.

Vediamo di seguito alcuni esempi di monomeri e catalizzatori utilizzati:

Monomero vinilico	formula	iniziatore
-Metil Metacrilato (MMA)	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CO}_2\text{CH}_3$	1-KPS, APS 2-TBB
-Metacrilammide (MAA)	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CONH}_2$ 6-Irradiazione	3-Sist. redox metallico 4-Sist. redox non metallico 5-Sist. transf. complesso 6-Irradiazione 1-KPS, APS
-Stirene (St)-2-Hydrossietil-metacrilato (HEMA)	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5$ $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	1-KPS 1-APS
-Metacrilonitrile (MAN)	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CN}$	1-NaPS
-N(n-Butossimetil)- Metacrilammide (nBMAA)	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CONH}(\text{CH}_2\text{OC}_4\text{H}_9)$	1-APS
-Etossietil-Metacrilato (ETMA)	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OC}_2\text{H}_5$	1-APS
-Acrilammide (AA)	$\text{CH}_2=\text{CHCONH}_2$	3-Sist. redox metallico
-N,N'-Metilenbiscrilammide (N,N'-MBA)	$(\text{CH}_2=\text{CHCONH})_2\text{CH}_2$	3-Sist. redox metallico
-Etil Metacrilato (EMA)	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5$	6-Irradiazione
-Butil Metacrilato (BMA)	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CO}_2\text{C}_4\text{H}_9$	6-Irradiazione 1-KPS

Monomeri vinilici utilizzati per il graffaggio copolimerico su fibra di seta

- 1) KPS = persolfato potassico; APS = persolfato ammonico; NaPS persolfato sodico.
- 2) TBB = tri-n-butilborano.
- 3) Vanadio (V); Cerio (4); Cromo (VI); Tallio (III); Manganese (III)-ac. ossalico; Complessi di acetil acetonato di Mn (III), Vo (II), Co (III).
- 4) Acqua ossigenate-tiosolfato sodico; Perossidifosfato-tiourea; Perossidifosfato potassico; Bromato-tiourea; Perossidifosfato potassico-fruttosio; Permanganato-ac. ossalico.
- 5) Lutidine-bromine; Isochinolina-diossido di zolfo.
- 6) Raggi X.

Termofissaggio

Questa operazione è indispensabile per tessuti in fibra sintetica (PL., P.A., elastomeri), per il triacetato, ed in parte per la fibra PAC (fissaggio), poiché porta ad un'ottima stabilizzazione dimensionale ed ingualcibilità. L'effetto sarà valido fintanto che il tessuto non verrà sottoposto ad una temperatura (con aria) superiore a quella del termofissaggio (dopo un trattamento in acqua a T° superiore a quella di transizione vetrosa di II ordine, cioè 80-85°C per acriliche).

Si effettua: su tessuto greggio (poco utilizzato), su tessuto purgato (molto utilizzato) e su tessuto tinto (poco utilizzato).

Si ottiene stabilità dimensionale elevata e buona ingualcibilità.

Per quanto riguarda le condizioni operative è preferibile operare in condizioni controllate di umidità e di temperatura del tessuto.

Fibra	T° min.	T° max.	Tempo in secondi
Poliestere (PL)	170	210	15-50
Poliammide P.A. 6-6	170	210	15-40
Poliammide P.A. 6	160	180	15-40
Triacetato	160	180	15-40
Acriliche (PAC)	160	180-200	15-40
Elastomeri	170	180-200	15-40

Macchine impiegate: rameuse.

Temperature poco uniformi nella rameuse portano a variazione di cristallinità nelle struttura delle fibre, quindi a differenti affinità tintoriali.

L'umidità presente nella fibra porta a mano morbida, ma % diverse d'umidità nei vari punti portano al difetto sopra citato (diversa cristallinità).

Temperature troppo basse non consentono una buona fissazione, ma temperature troppo alte e tempi troppo lunghi portano ad ingiallimenti (PA ed elastiche) e mano dura (acriliche), o perdita di elasticità (elastiche).

Presenza di gas di combustione (NOx) causano l'ingiallimento degli elastomeri.

Il termofissaggio effettuato prima della purga potrebbe portare alla fissazione di macchie o rendere molto difficile la purga per la modificazione dei prodotti lubrificanti (cracking con emissione di gas inquinanti).

Il termofissaggio dopo tintura potrebbe portare alla sublimazione di coloranti dispersi (se non selezionati opportunamente).

Decorticazione (solo per poliestere)

E' un trattamento che serve per dare mano serica ai tessuti di poliestere (fino a qualche anno fa anche per ottenere microbave per effetto della riduzione del titolo); conferisce anche aspetto brillante e miglior drappeggio. I risultati migliori si ottengono sui tessuti realizzati con fili a titolo basso.

L'operazione può essere effettuata sia in continuo sia in discontinuo, ma deve sempre essere preceduta da purga e termofissaggio del tessuto, operazione quest'ultima che potrebbe essere ripetuta anche dopo decorticazione.

In continuo si opera su apposite macchine che lavorano in largo senza tensione, mentre in discontinuo è possibile operare sia in largo su siluro, più raramente su jigger, sia in corda su jet o overflow.

Per quanto riguarda le condizioni operative, si lavora a T° variabili da 90-95°C a 115-120°C per tempi di 15-30 min utilizzando soluzioni contenenti 30-60 g/l di NaOH 36°Bé. Trattandosi di un'idrolisi basica superficiale del polimero, le condizioni verranno regolate in funzione della percentuale di polimero che si desidera idrolizzare: la reazione risulterà più veloce all'aumentare della temperatura e della concentrazione di NaOH, e la velocità determinerà il tempo di trattamento. Alla fine si sciacqua e neutralizza con acido acetico.



Fig. 14 Impianto per la decorticazione in continuo del PES

Tessuti con elastomeri

Per queste fibre i trattamenti dipendono dalla loro composizione chimica che può essere molto varia.

Per quanto riguarda i tessuti contenenti fibre poliuretatiche segmentate sono consigliati i seguenti trattamenti:

- rilassamento
- termofissaggio
- purga
- candeggio/tintura/stampa
- finissaggio

Rilassamento: prima di procedere a qualsiasi trattamento è opportuno rilassare il tessuto o la maglia, allo scopo di avere un rientro regolare ed evitare distorsioni delle maglie o deformazioni, pieghe ed ondulazioni del tessuto. Tale necessità deriva dal fatto che il tessuto a telaio avrà sempre un'altezza superiore al tessuto finito (fili in tensione a telaio), per consentire un rientro e quindi favorire l'elasticità. Il metodo migliore è un vaporizzaggio su tavolo, ma è possibile anche un trattamento con vapore all'entrata di una rameuse o una purga con solventi caldi o un rilassamento in acqua calda mediante purga senza tensione; questi ultimi metodi portano a risultati di stabilizzazione inferiori con pericoli di formazione di pieghe permanenti.

Termofissaggio: è indispensabile termofissare per stabilizzare dimensionalmente il tessuto ed è consigliabile effettuare questo trattamento prima delle lavorazioni ad umido per evitare pieghe ed increspature indesiderate. Per un adeguato termofissaggio si devono raggiungere i 180°-200°C e devono essere mantenuti per almeno 45", con temperatura uniforme. Opportuno l'utilizzo di rameuse con riscaldamento indiretto dell'aria, che consente temperature più uniformi e assenza di gas che potrebbero ingiallire la fibra. All'entrata della rameuse si controlla il peso metrico del tessuto e lo si tratta con vapore. L'altezza in rameuse dovrà essere superiore del 5-10% rispetto a quella desiderata, poiché dopo termofissaggio il tessuto dovrà avere un rientro residuo. Un fissaggio eccessivo può scolorire il tessuto (sublimazione del colorante) e ridurne l'elasticità, mentre se è insufficiente si avrà una scarsa elasticità.

Purga: occorre tenere conto delle caratteristiche della fibra che accompagna l'elastomero poliuretano.

Candeggio: si effettua con idrosolfito sodico e si può eventualmente aggiungere un candeggiante ottico opportuno.

Lavaggio

La risciacquatura e il lavaggio sono le operazioni più frequenti in un ciclo completo di nobilitazione tessile. Esse sono quasi sempre collegate ad un trattamento principale ed hanno lo scopo di eliminare dal tessuto sostanze estranee insolubili o già in soluzione o un'emulsione delle altre impurità.

Nella preparazione dei tessuti, per esempio, il lavaggio segue la sbozzima, la bollitura e tutti i processi di candeggio e mercerizzazione; in fase di tintura serve a completare la tintura stessa o ad eliminare il colorante non fissato; in stampa determina la rifinitura. In tinture con coloranti al tino o dispersi, lo scopo del lavaggio mira all'eliminazione dalla superficie della fibra di sostanze pigmentarie insolubili con l'aiuto di imbibenti e disperdenti.

Da quanto detto si può quindi comprendere l'importanza di questa operazione nell'intero ciclo di lavorazione del tessile, sia in riferimento all'uso frequente che ne viene fatto, sia per quanto riguarda l'aspetto economico globale che comporta. L'attenzione dei costruttori si è sempre più focalizzata sulla riduzione dei consumi di acqua, con risparmi conseguenti nel consumo di energia, di acqua calda e nel trattamento finale delle acque di scarico. Sul mercato sono presenti le tradizionali macchine per lavare del tipo vasca a "rulli verticali" accanto alle macchine per lavare con percorso orizzontale e conseguente riduzione del rapporto bagno, del consumo di energia e di acqua per ogni chilogrammo di merce lavata.

Il processo di lavaggio comprende quindi una operazione chimico-fisica di distacco dello sporco dal substrato, unita ad una serie di operazioni fisiche che mirano a coadiuvare la "reazione".

La sequenza dei vari stadi dell'operazione è la seguente:

- a. formazione del bagno detergente (trasferimento di materia + energia per mescolamento);
- b. raggiungimento della temperatura di lavoro e bagnamento (trasferimento del bagno sul materiale);
- c. distacco dell'impurità e suo emulsione (trasferimento di materia da una fase all'altra);
- d. allontanamento del bagno dalla fibra (trasporto di materia macroscopica);
- e. asciugamento (trasferimento di calore e materia interfase).

Spesso questi stadi avvengono contemporaneamente. L'impiego dei tensioattivi (detergenti) durante il lavaggio riveste una importanza notevole per rendere rapida l'imbibizione del tessile, facilitare l'asportazione dello sporco dal substrato, mantenendo l'emulsione all'interno del bagno, ed impedire la rideposizione delle particelle sulla fibra.

Fattori importanti sono l'acqua (che deve avere un basso grado di durezza per evitare la precipitazione di sali di Ca e Mg che renderebbero il tessile ruvido) ed i prodotti chimici utilizzati, quali emulsionanti, ammorbidenti, tensioattivi.

Impurità da eliminare

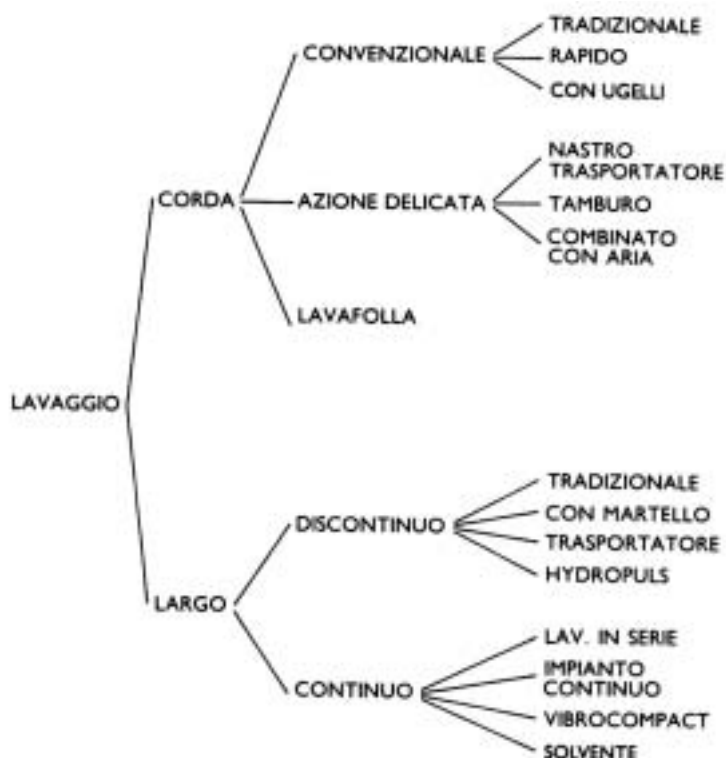
Naturalmente l'impiego dei detergenti, come pure le condizioni operative, dipendono dalla natura delle sostanze da eliminare, delle quali è quindi opportuno tentare una classificazione di massima. Distingueremo quindi:

- 1) gli oleanti di filatura. Occorre distinguere fra tessuti fabbricati con filati cardati e pettinati, fra i quali esistono notevoli differenze sia come quantità di sostanze aggiunte (rispettivamente dell'ordine del 5% e 1%), sia come natura di esse: a quest'ultimo proposito, prevalgono oggi in entrambi i casi oleanti sintetici od oli minerali, di solito resi autoemulsionabili con opportuni additivi (anche se il finitore farà sempre bene a non fidarsi, data l'ampissima gamma di prodotti, e di prezzi, in commercio); ma possono trovare impiego anche l'oleina (acido oleico) per i cardati e gli oli vegetali neutri per i pettinati;
- 2) le bozzime. Nel caso della lana (a differenza di quanto avviene per il cotone, dove può essere usato amido, che richiede un trattamento particolare), i prodotti oggi in uso (carbossimetilcellulose o polivinilalcol) sono facilmente eliminabili, e non presentano particolari problemi;
- 3) le macchie oleose. Data la loro natura e la penetrazione nella stoffa, possono essere molto difficili da eliminare, tanto da richiedere un pretrattamento con solvente applicato localmente a spruzzo (con apposita "pistola"), oppure l'impiego di speciali e costosi saponi contenenti solventi, oppure addirittura un lavaggio a secco;
- 4) residui solidi di varia natura (polvere, colorante non fissato, ecc.), in genere placcati sul tessuto da sostanze grasse che li conglobano. Per questi, valgono le considerazioni generali sulla detergenza, con particolare accento sull'azione meccanica di sfregamento.

È da notare che quanto sopra non ha pretese di esaustività; in particolare, prescinde totalmente dal problema dell'eliminazione delle vere e proprie macchie (di colore, dovute a metalli, ad attacchi microbiologici, ecc.), che esula dal fenomeno della detergenza e per il quale il lettore interessato può riferirsi ad eccellenti trattazioni in letteratura.

Macchinari per il lavaggio

Lo schema proposto riassume tutte le tipologie di macchinario attualmente in uso, ad eccezione dei lava folla (macchine combinate per lavare e follare):



Il lavaggio può essere effettuato *in largo* o *in corda*. Il lavaggio in corda è più efficace per la maggior azione meccanica che favorisce sia detergenza che rilassamento della armature, ma se i tessuti sono delicati è consigliabile il lavaggio in largo per evitare bastonature e pieghe. Il lavaggio in largo è consigliato anche per grandi produzioni.

Lavaggio in corda

Sostanzialmente una macchina per lavare le pezze in discontinuo comprende una coppia di cilindri spremitori, che servono anche a far alzare il tessuto, previamente cucito testa e coda in modo da formare un anello continuo; detti cilindri sono montati all'interno di una vasca, la cui parte inferiore contiene il bagno detergente. Un tessuto può esservi lavato alimentandolo in una zona ristretta senza distenderlo.

L'efficacia dell'operazione è favorita dall'azione meccanica che facilita sia la detergenza che il rilassamento delle tensioni. L'operazione è anche economicamente vantaggiosa: infatti, mentre in un lavaggio in largo, che ha una sola posizione di lavoro, è possibile trattare solo cariche limitate (fino ad un massimo di circa 180 kg), una macchina per lavaggio in corda può contenere da due a otto corde, con carichi complessivi che possono superare i 600 kg; inoltre, nel secondo caso i tempi sono tendenzialmente più ridotti, grazie alla più efficace azione meccanica.

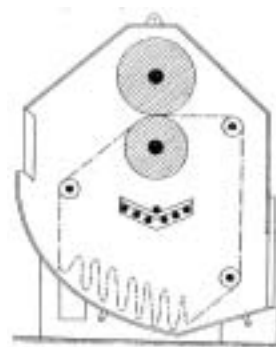


Fig. 15 Schema di macchina per lavaggio in corda

Lavaggio in largo

Un esempio di apparecchio in largo è una macchina con la quale si propone un lavaggio con percorso verticale e circuito forzato dei bagni ad azione multipla che determina un risparmio pari al 30-40 % di acqua e di vapore. Questa unità operativa è prodotta in varie versioni (da 10-15-30 metri) e può essere impiegata universalmente nei trattamenti di preparazione e di finissaggio. In questa macchina si alternano quattro azioni di lavaggio:

- 1) sui tratti in salita;
- 2) sui tratti in discesa, proveniente dagli ugelli spruzzatori operanti sul diritto e sul rovescio del tessuto, con azione penetrante;
- 3) effetto "vibraplus" che provoca il distacco, dal tessuto, delle fibrille a pelouches non solubili in acqua;
- 4) lavaggio estrattivo derivante dalla spremitura intermedia alla vasca.

La tensione longitudinale del tessuto rimane assolutamente costante su tutto il percorso e può essere selezionata tra 5 e 20 Kg, grazie ai cilindri superiori muniti di comando autoregolabile, determinando così un andamento senza pieghe, anche sui tessuti più delicati.

Le fibrille a pelouches sono estratte dalla vasca senza l'ausilio di spazzole e senza diluizione dei bagni.

Un'altra tipologia di macchina suddivide il lavaggio in singoli passi che si ripetono regolarmente. In tal modo tutto il processo può essere non solo osservato, ma anche calcolato. In ciascuna delle camere di lavaggio, separate tra loro, avviene uno scambio tra bagno di lavaggio e prodotti chimici misti a sporco presenti sul tessuto in una percentuale che varia dal 50 al 80%. Il bagno di lavaggio si arricchisce quindi di sporcizia e di prodotti chimici. Mediante la spremitura con cilindri posti nella parte finale di ogni camera si evita che il bagno sporco venga trasportato in avanti con il tessuto. Nella camera successiva si ripete lo scambio di bagno nella stessa misura, ma con un bagno di lavaggio con concentrazione di sporcizia inferiore. Tale regolarità di processo, insieme con l'apporto di acqua fresca anch'esso noto, costituisce la base per calcolare in anticipo il processo di lavaggio.

Queste unità di lavaggio ad alto rendimento, a doppia incordatura e cilindri superiori di appoggio in gomma, consigliati specialmente per tessuti medi e pesanti, permettono di raggiungere un'efficacia massima di lavaggio. I cilindri superiori, comandati singolarmente e completi di cilindri spremitori ad appoggio, costituiscono un perfetto comando dell'unità. In ogni camera di lavaggio il tessuto s'immerge due volte nel bagno, che negli interstizi dei cilindri è premuto contro il tessuto attraversandolo. L'intenso scambio del bagno nel tessuto è supportato anche dalla corrente trasversale del bagno stesso.

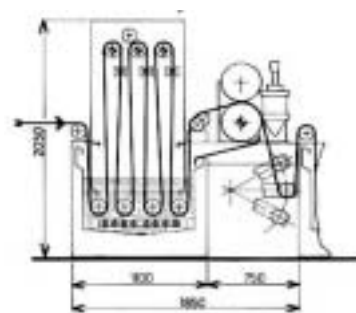


Fig. 16 Schema di macchina per lavaggio in largo

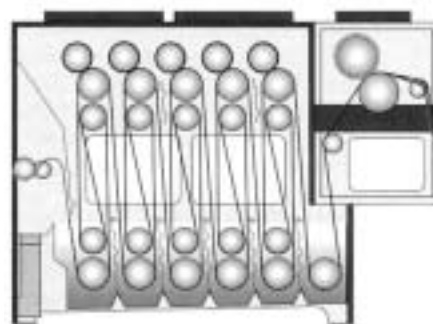


Fig. 17 Schema di unità di lavaggio in largo

Impianti continui

Dal punto di vista produttivo, il trattamento in continuo di tessuti da lavare in largo consente di raggiungere velocità dell'ordine di almeno 25 m/min: si tratta quindi di valori di gran lunga superiori a quelli non solo di un lavaggio in largo discontinuo, ma anche di uno in corda discontinuo.

La produzione è d'altro canto strettamente legata alle dimensioni d'ingombro (numero di unità di lavaggio e risciacquo), e può quindi essere aumentata in maniera anche considerevole. Dal punto di vista tecnico, i problemi da risolvere per un impianto in continuo sono essenzialmente quelli tipici di qualsiasi lavaggio, specialmente se effettuato in largo: la detergenza ed il rilassamento delle tensioni interne. Come esempio di impianto moderno, riportiamo la seguente macchina, che dispone in serie di:

1. un'unità di prelavaggio, in cui il tessuto è investito dalla soluzione detergente tramite 7 spruzzatori: il trattamento avviene fuori bagno, e la soluzione è forzata a raccogliersi nell'ansa formata a causa del percorso obliquo del tessuto, e ad attraversarlo (sistema Idropress); il senso di passaggio è tale che l'azione avviene alternativamente su entrambi i lati e la speciale costruzione dei rulli di rinvio (parte interna comandata e parte esterna messa in movimento dal tessuto) consente di realizzare un minimo di tensione;

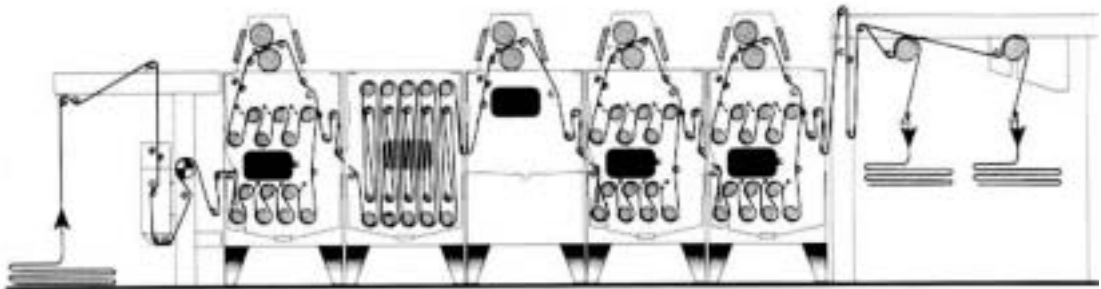


Fig. 18 Schema di impianto di lavaggio in continuo

2. un'unità di insaponatura e lavaggio (operante sempre con il tessuto fuori bagno), la cui capacità (rispettivamente 25 e 50 metri) determina la velocità di produzione dell'impianto, essendo fisso il tempo dell'operazione (1 min);
3. due o tre unità di risciacquo, con il sistema Idropress.

Particolarmente originale è infine la macchina il cui elemento-base è costituito da 8 rastrelliere vibranti, che spingono l'acqua in pressione contro le facce del tessuto, facendolo sbattere alternativamente contro le rastrelliere stesse; dato che il flusso è orientato nel senso di avanzamento del tessuto, viene altresì contrastato l'effetto della tensione di trascinamento, il che è essenziale per consentire il rilassamento nel senso dell'ordito (è chiaro che, anche negli altri modelli, particolare cura è riservata a far sì che tale tensione sia la minima possibile).

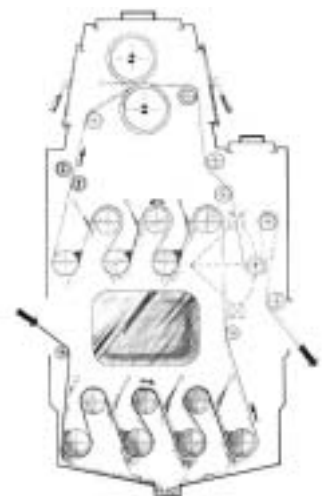


Fig. 19 Sistema Idropress

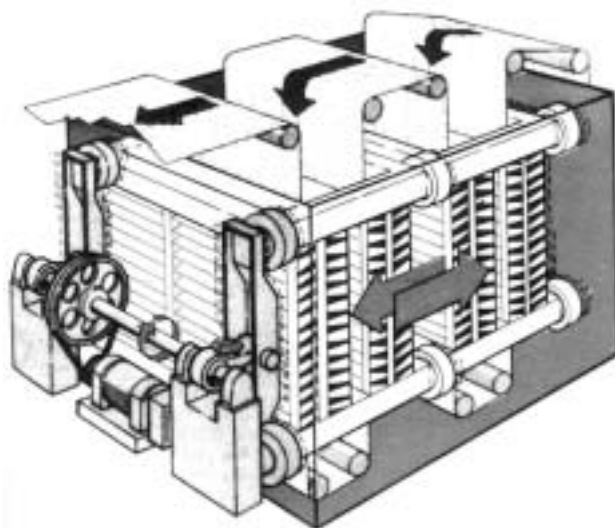


Fig. 20 Lavaggio in continuo: particolare di funzionamento del sistema vibrante

Alcuni tipi di macchinario sono dotati di dispositivi a lame d'acqua (anzichè di ugelli spruzzatori) che consentono di indirizzare sul tessuto una massa notevole di acqua ad elevata velocità ed in modo uniforme sulla piena altezza del tessuto per ottenere un lavaggio più efficace. Il sistema è formato da uno speciale tubo sagomato con una fenditura dalla quale escono getti d'acqua a forma di lame; l'acqua pompata attraverso queste lame ha un notevole impatto sul tessuto e asporta così fili, addensanti, colorante non fissato, ecc. Inoltre molti apparecchi sono modulari e permettono quindi vari adattamenti per le esigenze specifiche di lavorazione.



Fig. 21 Sistema di lavaggio a lame d'acqua

Tra le soluzioni possibili vi è anche il lavaggio in controcorrente dove il tessuto incontra inizialmente il bagno più sporco ed esce incontrando acqua pulita. Una serie di ricicli consente di riutilizzare più volte il bagno.

Accanto ai tradizionali lavaggi con solvente, per quanto riguarda le linee di lavaggio e di preparazione (purga) di tessuti elastici, attualmente le soluzioni più innovative prevedono il trattamento in acqua, grazie anche alla disponibilità di nuovi detergenti che garantiscono risultati adeguati.

Una linea base per questa applicazione è normalmente costituita da un sistema integrato che ha il suo nucleo centrale in due unità di lavaggio, ciascuna spesso divisa in due sezioni indipendenti, in controcorrente.

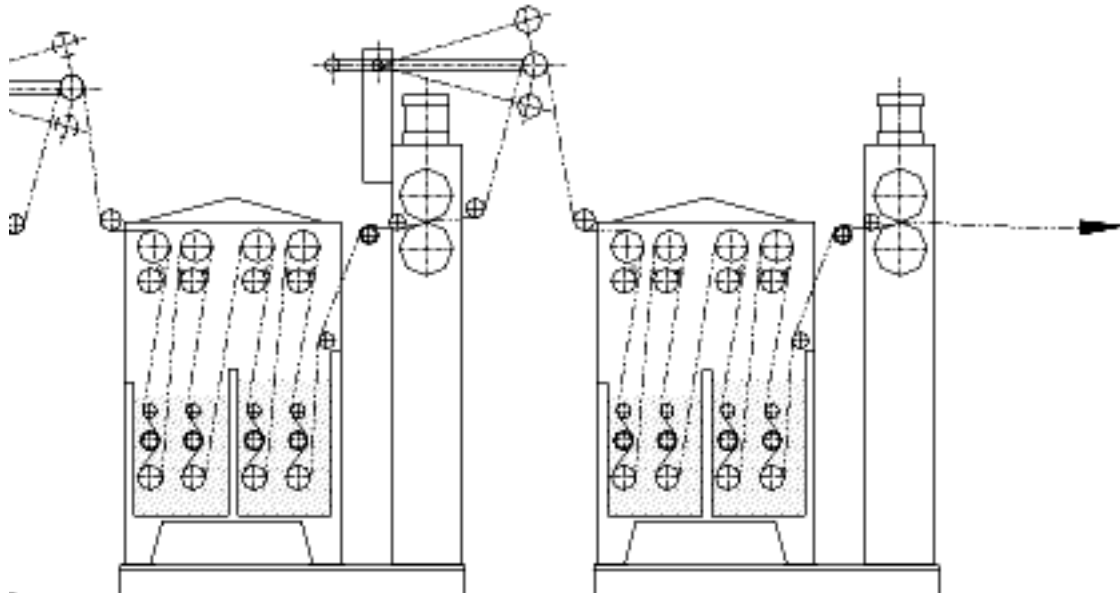


Fig. 22 Schema di lavaggio per tessuti elastici

Le soluzioni tecniche adottate garantiscono:

- 1- assenza di arrotolamenti in corrispondenza delle cimosse (ogni unità è munita di più una serie di cilindri allargatori).
- 2- libertà di rientro sia in lunghezza che in altezza, grazie ad un sistema di trascinamento che sviluppa tensioni ridottissime e consente di sovralimentare il tessuto (cilindri motorizzati singolarmente garantiscono una velocità di avanzamento indipendente dalla velocità dei foulard di trascinamento, ballerini pneumatici ad alta sensibilità e attrito sui cilindri quasi nullo minimizzano le tensioni).
- 3- alta efficacia di lavaggio (più spruzzatori per unità, abbinati all'azione del bagno in controcorrente che sfiora in corrispondenza al lato di ingresso di ciascuna vasca garantiscono l'allontanamento dello sporco e la facilità di pulizia della linea, con conseguente flessibilità di utilizzo).
- 4- Elevata flessibilità della linea con rapido adeguamento delle funzioni di controllo al variare delle caratteristiche del tessuto trattato, grazie alla disponibilità di nuovi software e componentistica elettronica di ultima generazione.

Asciugamento

La frequenza delle lavorazioni, che richiedono l'impregnazione del substrato tessile (lavaggio, impregnazione in bagno di tintura o finissaggio, imbozzimatura e così via), comporta di conseguenza la necessità di successivi asciugamenti, con costi economici rilevanti.

Le fibre tessili, a secondo della loro natura e della loro struttura, assorbono maggiori o minori quantità d'acqua che, trattenuta dal tessile, in parte si localizza superficialmente negli interspazi fibrosi e nei pori del tessuto, in parte, a causa del rigonfiamento delle fibre, è incorporata più intimamente. L'acqua trattenuta tra le fibre o comunque solo superficialmente, può essere eliminata per via meccanica, mentre quella incorporata per rigonfiamento può essere eliminata solamente per mezzo dell'asciugamento.

Osservazioni sulla tecnica di asciugamento

L'asciugamento si deve spingere fino al punto in cui il tessuto conserva la propria umidità naturale. Un asciugamento spinto può influire negativamente sull'aspetto finale del materiale tessile oltre che sulla mano. È comunque possibile regolare automaticamente i processi di asciugamento per mezzo di moderni apparecchi elettrici indicatori. Nella scelta del metodo di asciugamento bisogna tenere sempre presente l'economicità di un impianto di asciugamento cioè la quantità di vapore, di acqua o di energia elettrica necessaria per evaporare un kg di acqua, così come la capacità di evaporazione di una macchina che si esprime in kg di acqua per ora lavorativa.

Regolazione dell'umidità nell'asciugamento

La velocità di asciugamento dipende dalla differenza tra la tensione di vapore d'acqua sulla superficie del tessile e la tensione di vapore d'acqua nelle camera di asciugamento: aumenta quindi con il diminuire del contenuto di umidità nell'aria delle camera.

Per mantenere basso questo contenuto occorre immettere nell'asciugatoio elevate quantità di aria secca che deve essere riscaldata alla temperatura dell'asciugatoio, con un elevato consumo di energia. Nella scelta del contenuto in umidità dell'aria nell'asciugatoio esiste pertanto una % ottimale che realizza il giusto compromesso tra una buona velocità di produzione ed un consumo di energia non eccessivo.

Regolazione della velocità di asciugamento

Il tempo di permanenza del tessuto nell'asciugatoio deve essere quello strettamente necessario all'eliminazione dell'umidità superficiale e presente negli spazi capillari delle fibre, ma non deve essere eccessivo per non eliminare l'umidità "naturale" del tessile, provocando una sovraessicazione. Quindi, la velocità di avanzamento del tessuto è regolata da appositi dispositivi, posti all'uscita dell'asciugatoio stesso, che la modificano in relazione all'umidità del tessile in uscita.

Riscaldamento degli asciugatoi

Gli asciugatoi sono normalmente riscaldati mediante vapore con un rendimento termico medio dell'ordine del 64%.

Un migliore rendimento termico hanno gli asciugatoi riscaldati a fluido termico (circa l'80%). Quando è possibile, si ricorre al riscaldamento mediante combustione diretta di gas che dà un rendimento fino al 95%. Inoltre, il raggiungimento della temperatura di esercizio avviene in tempi brevi ed con la possibilità di arrestare il riscaldamento contemporaneamente alla fermata della macchina.

Idroestrazione

Serve ad allontanare, attraverso un'azione meccanica (che ha lo scopo di ridurre i consumi energetici), l'acqua presente in quantità più o meno rilevanti in funzione della natura della fibra, prima di asciugare definitivamente il tessuto oppure nelle pause tra i vari processi ad umido (lavaggio, tintura).

Può essere effettuata :

- *per spremitura*

l'acqua superficiale ed interstiziale viene meccanicamente spostata dal tessile, mediante la pressione esercitata da due cilindri.

- *per centrifugazione*
riduce la maggior parte dell'acqua presente sulla superficie del tessile sfruttando la forza centrifuga. E' applicata soprattutto a filati, maglieria e tessuti in genere sufficientemente resistenti.
- *con pressione di vapore*
su tutta l'altezza del tessuto teso viene insufflato vapore ad alta velocità che passa attraverso la pezza asportando l'acqua in eccesso. L'acqua estratta e il vapore vengono condensati e recuperati.
- *per aspirazione*
utilizza la tecnologia del vuoto ed è impiegata quando si devono asciugare tessuti molto bagnati, oppure tessuti delicati che non sopportano la pressione dei cilindri di uno spremitore che altererebbero la sua struttura superficiale. Il tessuto teso scorre in largo sopra la fenditura di un corpo cilindrico collegato ad un sistema aspirante. L'aria richiamata dall'esterno nell'attraversare lo strato tessile asporta l'acqua eccedente.

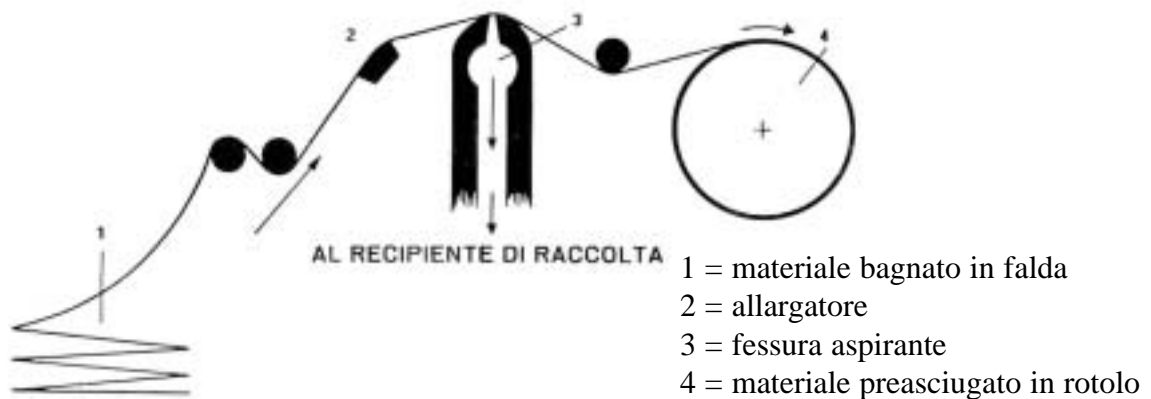


Fig. 23 Macchina aspiratrice per tessuti

Sistemi di asciugamento

L'eliminazione dell'acqua trattenuta dal tessile per via chimico-fisica, avviene sempre, come principio, per azione del calore che ne provoca l'evaporazione; in questa operazione è di grande importanza il modo in cui viene trasmesso il calore.

L'asciugamento può avvenire:

- per convezione
- per contatto con superfici metalliche riscaldate
- mediante radiazioni infrarosse
- mediante microonde ed onde ad alta frequenza
- per combustione

Il materiale alla rinfusa e i filati vengono per lo più asciugati in camere ad aria calda. Per tessuti in pezza si sono costruite, secondo diverse concezioni, macchine di asciugamento che elenchiamo brevemente.

Asciugamento per convezione

La trasmissione del calore, al tessuto umido, avviene mediante aria calda in circolazione nella camera di asciugamento. Gli asciugatoi che applicano questo principio si suddividono in asciugatoi a camera ed asciugatoi a canale.

1 - Asciugatoi a camera

Asciugatoio a falde sospese: costituito da camere ad aria calda in cui il tessuto forma falde, di lunghezza fino a tre metri, sospese su una serie di cilindri ruotanti che le trasportano verso l'uscita. La circolazione dell'aria avviene lentamente e dall'alto verso il basso. È adatto per tessuti leggeri o di media pesantezza, che sopportino le sollecitazioni dovute all'avanzamento.

Asciugatoio a falde corte: ha il vantaggio di eliminare quasi completamente la tensione data al tessuto dal proprio peso ed il rischio di migrazione del colorante o appretto verso il basso.

Hot-flue: il tessuto avanza in falde verticali attraverso una camera ad aria calda. L'avanzamento è ottenuto per mezzo di numerose coppie di rulli comandati, mentre le falde del tessuto sono separate da appositi cilindri. La temperatura di asciugamento è generalmente compresa tra gli 80 e i 100° C. Questo tipo di asciugatura è adatta sia per tessuti stampati, specialmente per i tipi leggeri e di media pesantezza, come pure per asciugamento intermedio dopo la stampa, l'impregnazione in genere, l'applicazione delle tinte di fondo ed altre operazioni simili.

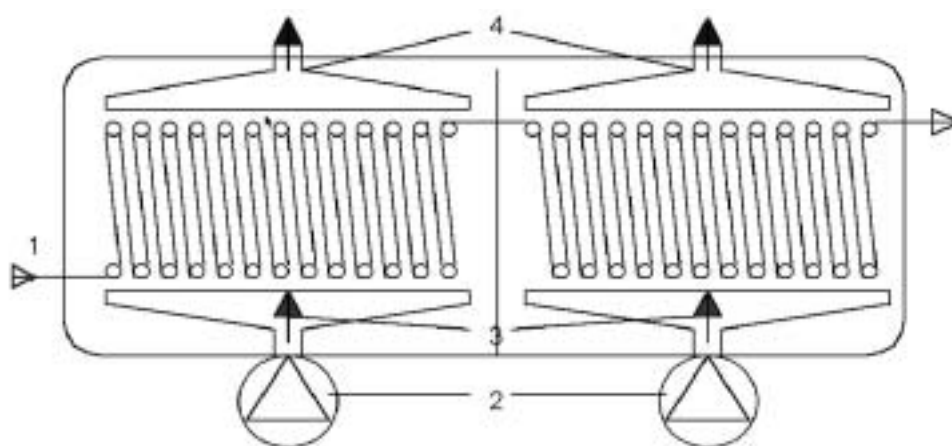


Fig. 24 Hot-flue

1 Tessuto; 2 Bruciatori-ventilatori; 3 Flusso aria calda; 4 Flusso aria esausta

Risulta spesso utile, sia dal punto di vista economico che produttivo, per lavorazioni in continuo di tessuti o anche di filati confezionati in forme diverse, utilizzare asciugatoi a nastro o cilindri perforati.

Il materiale tessile, per effetto dell'aspirazione dell'aria calda attraverso le perforazioni, aderisce alla superficie esterna dei cilindri in rotazione e avanza nell'asciugatoio asciugandosi progressivamente.

2 - Asciugatoi a canale

Asciugatoi ad ugelli portanti: in cui il tessuto viene mantenuto in sospensione su un cuscino d'aria ottenuto mediante adeguata disposizione degli ugelli.

Rameuse: è costituita da più elementi modulari comunemente detti "campi", a sviluppo longitudinale, riscaldati da una circolazione forzata di aria calda ed attraversati orizzontalmente dal tessuto, supportato sia con nastro di sostegno, sia con ugelli portanti o con cuscino d'aria.

L'aria calda, venendo a contatto col tessuto, si raffredda e si umidifica assorbendo l'acqua evaporata. Parte di questa aria viene scaricata all'esterno e sostituita da un uguale volume di aria di rinnovo. La restante parte viene riciclata e, dopo essere stata miscelata all'aria fresca, passa nuovamente attraverso l'elemento riscaldante.

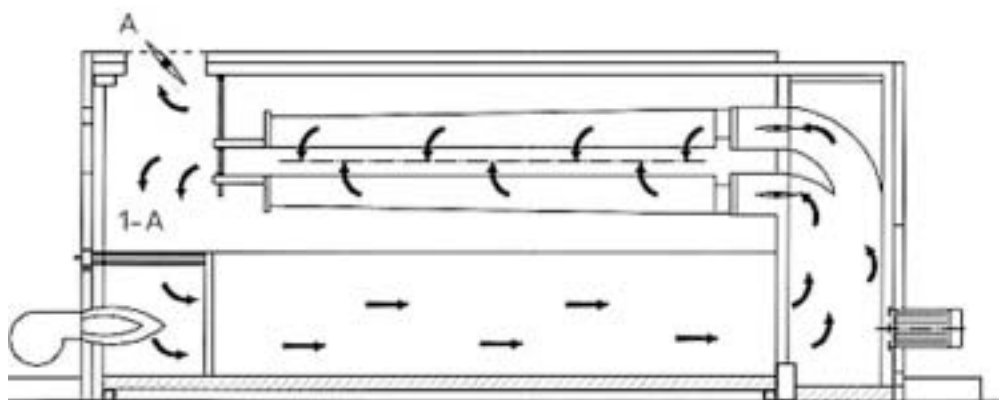


Fig. 25 Schema di circolazione d'aria per convezione di rameuse

La macchina è di grande impiego nel settore dell'asciugatura dei tessuti, ma viene anche utilizzata come mezzo di termofissazione e di polimerizzazione di finissaggi o di leganti nella stampa a pigmento; è costituita da una sezione di "entrata" del tessuto equipaggiata da un foulard, per potervi applicare eventuali appretti o finissaggi o semplicemente per spremere.

In tal caso risulta particolarmente vantaggioso l'uso di un cilindro rivestito con materiale poroso, capace di disidratare efficacemente il tessuto, prima di asciugarlo.

È corredata da un sistema tenditore per tenere ben allargato il tessuto e da dispositivo di controllo della perpendicolarità tra l'ordito e la trama.

Nella seconda sezione si trovano tutti i dispositivi per l'asciugamento; essi comprendono il gruppo di introduzione col sistema di guida del tessuto e la camera vera e propria di asciugamento. Le catene senza fine, di pinze o spilli, percorrono la parte anteriore, la camera di asciugamento e la zona d'uscita, guidando il tessuto che vi è agganciato per le cimosse. All'uscita il tessuto è staccato automaticamente dagli organi di presa ed arrotolato.

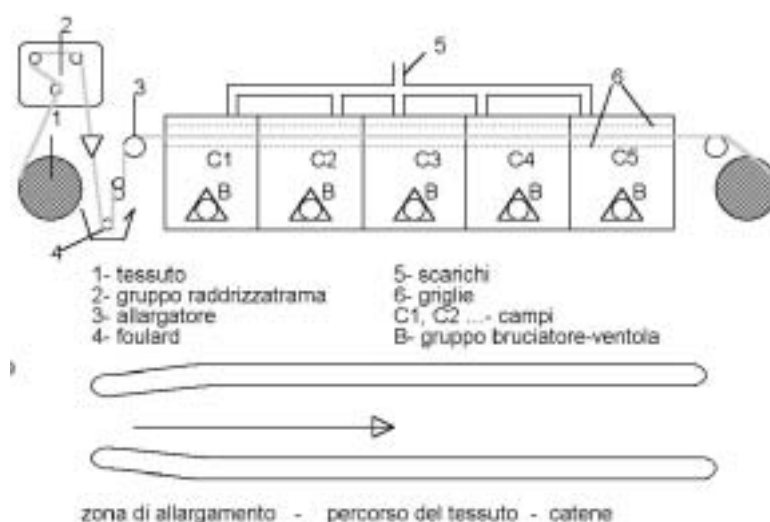


Fig. 26 Schema di una rameuse

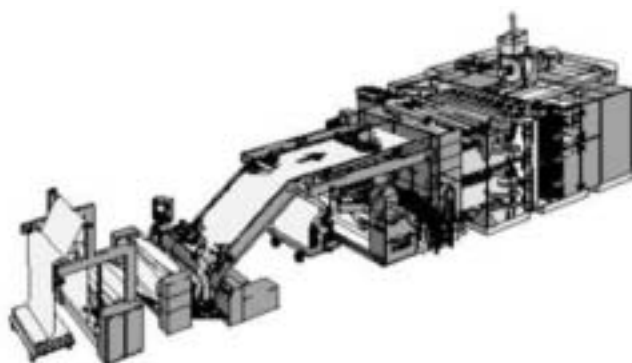


Fig. 27 Rameuse a ripiani con entrata ed uscita del tessuto dallo stesso lato

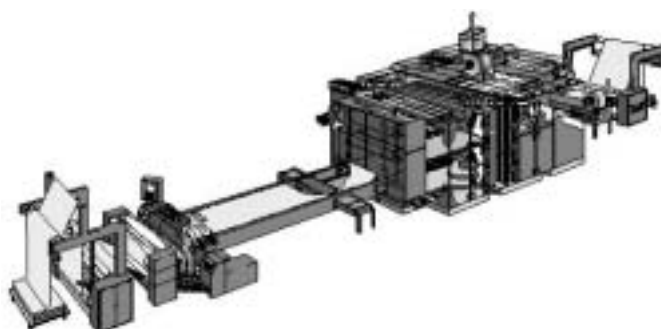


Fig. 28 Rameuse a ripiani utilizzata per la spalmatura ed integrata in linee di lavorazioni già esistenti

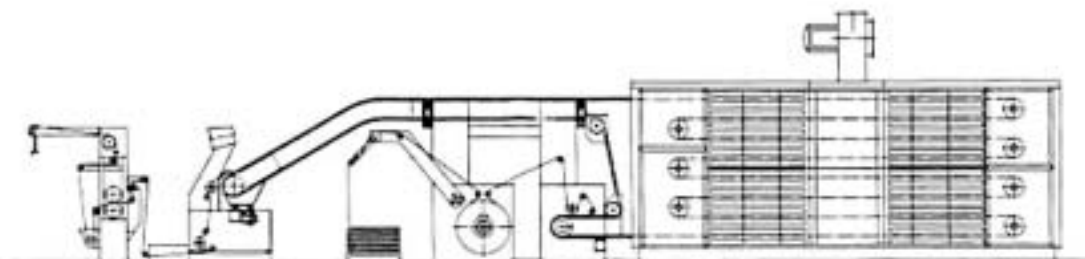


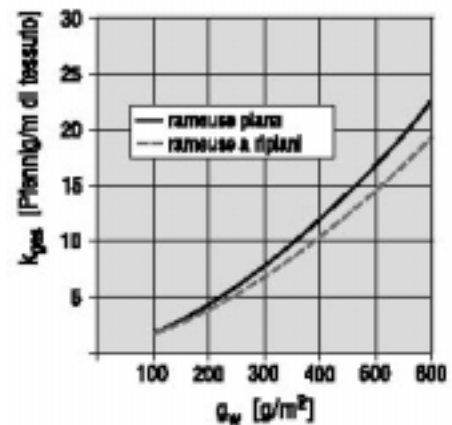
Fig. 29 Sezione longitudinale di una rameuse a piani sovrapposti con canali di sfiato interni

Nelle nuove rameuse si è cercato di rispondere alle richieste più pressanti degli utilizzatori. In particolare si è cercato di ottenere tessuti di migliore qualità grazie ad una più razionale guida del tessuto e a soluzioni innovative per il trattamento termico e la riproducibilità delle fasi di lavorazione. Si è mirato ad un aumento della produzione in regime di funzionamento continuo, ad un miglioramento dell'indice di utilizzo, alla riduzione al minimo degli interventi di manutenzione e dei consumi energetici.

Rameuse a piani sovrapposti

Grazie al suo ottimo rapporto capienza/spazio occupato, la rameuse a piani sovrapposti è anche particolarmente vantaggiosa per tutti i trattamenti che prevedono un certo periodo di stasi, come per esempio la termofissazione delle fibre sintetiche, la fissazione dei prodotti e il carbonissaggio.

Nel grafico sono confrontati i costi specifici di produzione tra rameuse a piani sovrapposti e rameuse piana: Kges per l'essiccazione in funzione del peso del tessuto gw



Vantaggi delle rameuse a piani sovrapposti:

- Compattanza della costruzione: grazie alla costruzione dei piani sovrapposti la rameuse a ripiani richiede molto meno spazio di una normale rameuse piana di pari capacità.
- Alto rendimento nei processi di essiccazione: negli articoli pesanti non è l'evaporazione superficiale che determina il rendimento della macchina, ma la durata dell'essiccazione. Una ventilazione molto intensa, frequente nelle rameuse piane, può provocare una sovraessiccazione superficiale e quindi danneggiare il materiale, mentre all'interno del tessuto la fibra è ancora umida. L'umidità interna migra molto lentamente alla superficie.
- Essiccazione delicata: in una rameuse a ripiani l'essiccazione non provoca danni al materiale ed elimina l'umidità dall'articolo in maniera ottimale. Infatti sappiamo che un trattamento termico cosiddetto delicato, sia esso di essiccazione o termofissazione, si ottiene con una ventilazione blanda del materiale. Inoltre una durata di trattamento più prolungata, anche a temperature più basse, conferisce un migliore aspetto alla merce finita rispetto ad un trattamento in condizioni più drastiche. La mano finale risulterà essere più morbida e il tessuto sembrerà più voluminoso determinando una sensazione di maggiore pesantezza.
- Costi di esercizio più bassi: per il minor numero di personale che deve intervenire, per il minor spazio occupato, per il minor calo di resa degli articoli pesanti e per il minor consumo di energia elettrica a parità di capacità rispetto a una rameuse piana.

Limiti della rameuse a piani sovrapposti:

- solo alcune rameuse a ripiani possono utilizzare catene ad aghi.
- nei punti di passaggio da un piano all'altro il tessuto deve essere sostenuto per evitarne l'arcuazione e quindi la deformazione. Per sostenere la pezza si impiegano dei tamburi telescopici che assecondano tutta l'altezza del tessuto in modo da sostenerlo da cimosa a cimosa che, però, a contatto con articoli delicati, come ad esempio i vellutini garzati o i tessuti in viscosa molto lucidi, sviluppano sulla loro superficie striature e marcature visibili ed antiestetiche.



Fig. 30 Rameuse piana

Asciugamento per contatto

Asciugatoio a cilindri: in questo caso il tessuto avanza a contatto di più cilindri riscaldati. La temperatura di asciugamento si aggira su i 120-130° C, il riscaldamento dei cilindri è ottenuto con vapore a 1-3 atm. Questo sistema di asciugamento, molto efficace ed economico, risulta particolarmente adatto per tessuti lisci, dalla struttura poco evidenziata e non sensibile alle sollecitazioni dovute all'avanzamento per trazione. Usato per l'asciugamento intermedio e per appretti leggeri; al contrario poco adatto per finissaggi permanenti a base di resine termoindurenti.

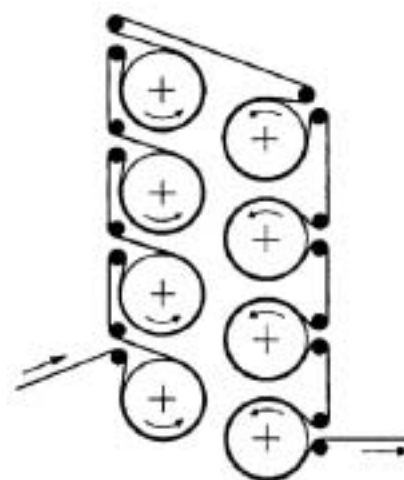


Fig. 31 Schema di asciugatoio a cilindri

Asciugamento mediante l'impiego di radiazioni infrarosse

Le radiazioni infrarosse (vicino e medio infrarosso) possono essere assorbire dai materiali tessili e trasformate in calore per "degradazione" energetica.

Infatti il loro assorbimento corrisponde a livelli vibrazionali "eccitati" dei legami dei raggruppamenti atomici dai quali il passaggio al livello fondamentale avviene con cessione di energia.

Perciò soltanto le radiazioni aventi lunghezza d'onda corrispondente ad assorbimenti del materiale tessile sono assorbite dal medesimo e quindi trasformate in calore.

La capacità di alcune radiazioni di penetrare in profondità corrisponde alla possibilità di sviluppare calore all'interno del materiale tessile.

Ciò può essere evidenziato ad esempio con le fibre cellulosiche, il cui spettro di assorbimento nel vicino infrarosso è tale per cui:

- a) la radiazione avente $\lambda = 2.5 \mu\text{m}$ è assorbita solo in piccola parte, cede poco calore ed attraversa un notevole spessore di materiale tessile.
- b) la radiazione avente $\lambda = 3 \mu\text{m}$ è fortemente assorbita dal materiale tessile quindi non penetra oltre la superficie, alla quale cede tutta la sua energia sotto forma di calore.
- c) la radiazione avente $\lambda = 3,4 \mu\text{m}$ corrisponde ad un medio assorbimento, penetra parzialmente nel materiale e determina la generazione di calore all'interno del medesimo.

Anche l'acqua assorbe le radiazioni infrarosse (il suo assorbimento massimo è a $3 \mu\text{m}$).

Considerando che a questa lunghezza d'onda assorbono la maggior parte dei materiali tessili (fibre cellulosiche, poliammidiche, proteiche) e anche l'acqua, la stessa zona è considerata la zona più significativa del campo infrarosso per l'asciugamento.

Infatti queste radiazioni danno, con la maggior parte dei tessili, un eccellente fattore di assorbimento alla superficie e quindi una possibilità di riscaldamento rapido con un buon rendimento termico.

Questa zona rappresenta solo una piccola porzione (dal 3 al 7%) delle radiazioni infrarosse emesse da una normale sorgente.

Le radiazioni di $3 \mu\text{m}$ sono pure assorbite dal vapore di acqua, mentre quelle di λ inferiore attraversano il vapore acqueo con assorbimenti trascurabili.

Le sorgenti di radiazioni infrarosse, praticamente usate, sono caratterizzate da spettri di emissione notevolmente differenti e vengono raggruppate in tre tipologie:

- a) lampade per radiazioni infrarosse corte;
- b) emettitori incandescenti (per infrarossi medi)
- c) emettitori infrarossi non luminosi (per radiazioni lunghe).

La presenza sul materiale tessile di incollaggi, coloranti, prodotti di finissaggio, non modifica in modo notevole gli spettri di assorbimento ed ha quindi un'influenza che nella maggior parte dei casi è ridotta.

Asciugamento mediante microonde

Impiego di microonde ed alte frequenze nell'asciugamento dei tessili

La trasmissione del calore nel materiale tessile, dalla superficie verso l'interno, avviene con una certa difficoltà a causa della scarsa conducibilità termica del materiale stesso con conseguente difficoltà nell'ottenere una uniformità di temperatura in tutta la massa sottoposta al riscaldamento, in un tempo relativamente breve.

Mediante l'impiego di onde a frequenza radio, il calore si forma invece nel materiale in quantità proporzionale all'acqua presente.

Infatti le molecole d'acqua sottoposte ad un campo elettrico si polarizzano, cioè si orientano secondo le linee del campo stesso: se quest'ultimo è alternato, ad ogni movimento del campo elettrico corrisponde un'inversione della direzione di polarizzazione.

Di conseguenza le molecole d'acqua in un campo elettrico alternato sono costrette ad oscillare con la stessa frequenza del campo, dissipando energia per effetto dell'attrito molecolare.

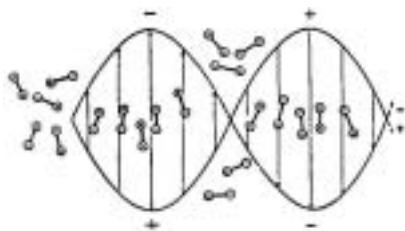


Fig. 32 Azione del campo elettromagnetico $P = K \cdot E^2 \cdot f \cdot \sigma$
 ⊕ Molecola dipolare ↑ Vettore campo elettromagnetico
 ⊙

Il lavoro prodotto da questa oscillazione causa il riscaldamento del materiale (senza necessità di apporto di calore per contatto o convezione) e la quantità di calore sviluppata dipende sia dalla frequenza e dall'intensità del campo elettrico, sia dalla capacità delle molecole polari ad oscillare. Questa capacità, delle molecole non conduttrici, si esprime mediante una grandezza dielettrica chiamata fattore di perdita:

$$P = K \cdot E^2 \cdot f \cdot \sigma$$

dove

K = costante numerica

E = intensità del campo elettromagnetico

f = frequenza del campo elettromagnetico

σ = fattore di perdita del materiale

Possono subire riscaldamento solo i materiali polari o polarizzabili dotati di una certa libertà di movimento traslazionale e/o rotazionale, mentre i polimeri tessili, costituiti da lunghe catene rigidamente connesse tra loro, non possiedono una struttura adeguata per entrare in vibrazione e quindi assorbire energia. Per questo l'acqua contenuta in un tessile, grazie alla sua polarità ed alla sua mobilità, ha un "fattore di perdita" circa 100 volte superiore a quello delle fibre secche. Conseguentemente un materiale umido assorbirà una quantità di energia proporzionale all'acqua che contiene: mano a mano che l'umidità si abbassa, diminuirà l'energia dissipata.

Inoltre, qualora il materiale abbia una distribuzione irregolare di umidità, nelle parti più ricche di acqua il calore sviluppato e quindi l'evaporazione sarà maggiore. Ne consegue un'azione termica rapida ed omogenea che permette di arrestare l'asciugamento al tasso di umidità prefissato mediante semplice controllo della potenza dissipata. Gli apparecchi sono costituiti da un nastro trasportatore che scorre in una zona in cui un forte campo magnetico inverte velocemente la sua polarità, attuando un sistema più rapido rispetto ai classici essiccatoi ad aria calda e un asciugamento finale più uniforme con valori di umidità finale residua precisi. La progettazione di elettrodi particolari permette il trasferimento dell'energia a radiofrequenza in concomitanza al convogliamento di aria calda. Tenendo conto che la profondità di penetrazione delle onde elettromagnetiche è inversamente proporzionale alla loro frequenza e per evitare interferenze nelle telecomunicazioni, le bande di frequenza internazionalmente assegnate a questi tipi di macchinari sono:

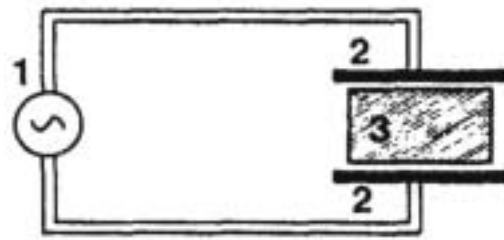
Radiofrequenza: 13,56 e 27,12 MHz.

Microonde: 915 e 2.450 MHz.

In genere l'applicazione delle alte frequenze è relativa a capi di notevole spessore (matasse rocche, balle) o per provocare il coagulo rapido di strati di latex, mentre le microonde trovano applicazione nel trattamento termico rapido di filati e tessuti.

Gli elementi dell'asciugatoio a radiofrequenza sono:

- a) il generatore;
- b) gli elettrodi;
- c) la camera di essiccazione;



Schema di funzionamento dell'asciugamento ad alta frequenza

- 1 Sorgente di corrente elettrica
- 2 Piastra del condensatore
- 3 Materiale

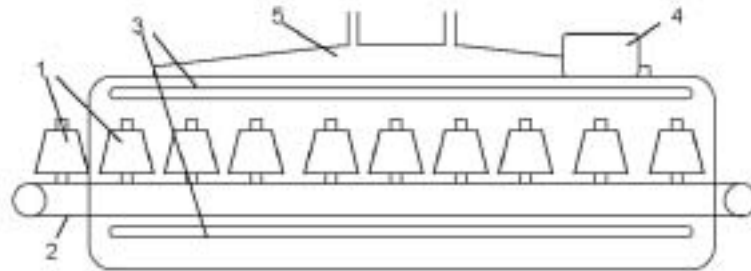


Fig. 33 Immagine e schemi di funzionamento di un asciugatoio a radiofrequenza
1 - merce 2 - nastro trasportatore 3 - elettrodi 4 - generatore 5 - scarico vapore

Asciugamento per combustione (procedimento Remaflan)

L'asciugamento del tessuto è ottenuto sfruttando il calore di combustione di un solvente organico distribuito sul tessuto stesso.

L'applicazione dei prodotti di finissaggio avviene mediante foulardaggio di una loro soluzione in una miscela idroalcolica costituita da circa il 36% in volume di metanolo. Il tessuto entra verticalmente nel dispositivo di asciugamento, posto sulla verticale del foulard, dove un breve percorso tra radiatori infrarossi provoca l'evaporazione del metanolo e l'ignizione dei vapori (la temperatura di ignizione è compresa tra 31 e 37°C, a seconda della concentrazione dell'alcol; la temperatura di ignizione del metanolo anidro è di 11°C).

Poiché le dimensioni del canale di asciugamento sono ridotte, la temperatura raggiunta nella zona di combustione è di 600-750°C; considerando che l'evaporazione di un liquido avviene con assorbimento di calore, il tessuto trattato, finché cede umidità, si mantiene ad una temperatura compresa tra 45 e 70°C, ottenendo in tal modo un asciugamento delicato e rapido.

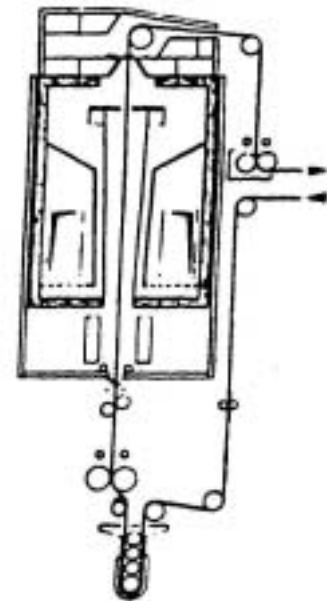


Fig. 34 Schema di asciugamento per combustione

La velocità di avanzamento del tessuto, che dipende dalle caratteristiche dello stesso, è regolata da dispositivi automatici in base all'umidità residua desiderata (con tessuti di medio peso si aggira sui 40m/min.). Dato che l'evaporazione dell'alcool metilico richiede meno energia che l'evaporazione dell'acqua e che dalla sua combustione si produce solo CO₂ ed acqua, il procedimento Remaflan offre vantaggi economici e di antinquinamento.

IL COLORE

Uno dei problemi basilari che si presentano nel campo della nobilitazione è rappresentato dalla necessità di riprodurre, nel più breve tempo possibile, con la maggior fedeltà possibile, con i costi più bassi possibili e rispettando le specifiche dei capitolati, i colori richiesti dai clienti.

Per soddisfare tali esigenze è fondamentale la capacità tecnica e l'esperienza degli operatori, unitamente al know-how aziendale.

Non va comunque dimenticata la soggettività della visione e la conseguente disparità di giudizi sia in fase di riproduzione dei colori, sia in fase di valutazione dell'accettabilità delle differenze se i giudizi sono espressi da diversi operatori (dovuta a fattori fisiologici, di età, emotivi, di cultura e di ... ruolo), disparità che frequentemente comporta discussioni, malumori, ritardi nelle consegne ed a volte merce non accettata o resa, con costi considerevoli e/o perdita di clienti.

Non essendo possibile trattare in modo approfondito l'argomento in questa sede, accenniamo brevemente ai principi che governano la visione del colore, ed ai mezzi che la tecnologia attuale ci mette a disposizione per facilitare il compito degli operatori del settore.

Luce e colore

Il colore è un'interpretazione soggettiva di uno stimolo percepito dal nostro occhio.

Per poter affermare di vedere un oggetto colorato è necessario disporre di:

- una fonte di radiazioni elettromagnetiche nel campo del visibile (da 380 a 760 nm) che viene comunemente indicata come **illuminante**
- un oggetto in grado di interferire con le radiazioni che lo colpiscono (**assorbire, riflettere, diffondere**)
- un rilevatore: l'insieme occhio-cervello che **rileva ed analizza** le radiazioni che gli pervengono, dirette o riflesse, per **interpretarle** come oggetto di un determinato **colore**, oppure, l'insieme di colorimetro o spettrocolorimetro collegati ad un computer con adatto software.

a) Luce ed illuminanti

Quanto noi percepiamo come "luce" non è altro che un fascio di radiazioni elettromagnetiche con λ compresa tra 380 e 760 nm. Gli illuminanti sono fonti di tali radiazioni.

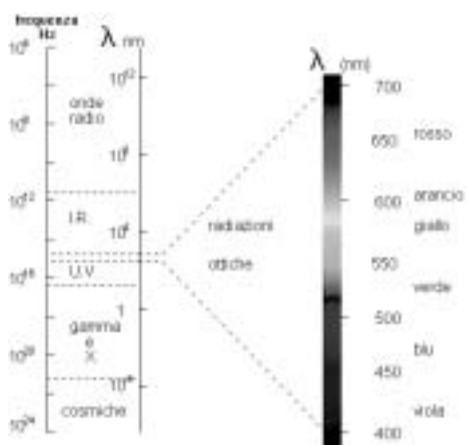


Fig. 35 Radiazioni elettromagnetiche e spettro del visibile

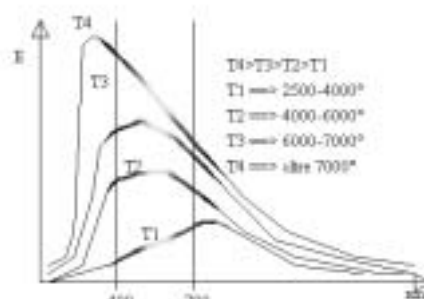


Fig. 36 Curve di emissione del corpo nero

Le diverse lunghezze d'onda vengono da noi percepite ed interpretate come colori (spettro del visibile riportato in Fig. 35 e tavola allegata), mentre un fascio che contiene tutte le λ in "quantità uguale" viene da noi percepito come luce bianca (sintesi additiva).

I vari illuminanti differiscono tra loro per la composizione spettrale delle loro emissioni e possono essere classificati in base alla loro Temperatura Colore (temperatura in °K che deve raggiungere il corpo nero per avere uno spettro di emissione sovrapponibile a quello dell'illuminante).

In altre parole la luce emessa dal corpo nero costituirà uno spettro continuo, la cui composizione varierà con la temperatura (secondo la legge di Plank), risultando più bilanciata (luce bianca) per T° colore variabili tra 5500 e 6500°K; spostandosi a T° inferiori prevarrà progressivamente la componente giallo-rossa, mentre a T° superiori prevarrà la componente blu-viola (Fig. 36 e tavola allegata).

La **C.I.E.** (Commission Internationale de l'Eclairage) ha definito (e/o normalizzato) la composizione spettrale degli illuminanti utilizzabili per la valutazione dei colori; di seguito alcuni esempi (Fig. 37):

Illuminante A: illuminante di tipo Plankiano (emissione spettrale che segue la legge di Plank), ottenuto tramite filamento di tungsteno portato all'incandescenza in atmosfera estremamente rarefatta; la sua T° colore è di 2856°K. Corrisponde alle normali lampade ad incandescenza utilizzate per l'illuminazione domestica, che emettono una luce giallo-arancio (**normalizzato**).

Illuminante B: illuminante non Plankiano (non segue la legge di Plank), viene ottenuto filtrando opportunamente un illuminante di tipo A. La sua T° colore è di 4874°K, e vorrebbe imitare la luce di mezzogiorno con esposizione a Nord, in una giornata serena.

Illuminante C: illuminante non Plankiano; viene ottenuto filtrando opportunamente un illuminante di tipo A o altro. La sua T° colore è di 6774°K, e vorrebbe imitare la luce di mezzogiorno proveniente da Nord con cielo nuvoloso ed è di colore bianco-azzurro (definito).

Illuminante D65: Illuminante standard consigliato dalla C.I.E., con T° colore di 6504°K, ottenibile filtrando opportunamente lampade allo Xenon, lampade a filamento di tungsteno o lampade fluorescenti. In ogni caso corrisponde ad una luce media diurna misurata in diversi periodi del giorno, molto simile all'illuminante C, ma più ricco di radiazioni del vicino U.V (**normalizzato**).

Illuminante F: è una lampada Philips TL84 utilizzata per l'illuminazione delle vetrine di negozi, tra i quali quelli della catena Mark & Spencer, con T° colore di 3900°K.

Illuminante E o W: illuminante equienergetico teorico (mai utilizzato).

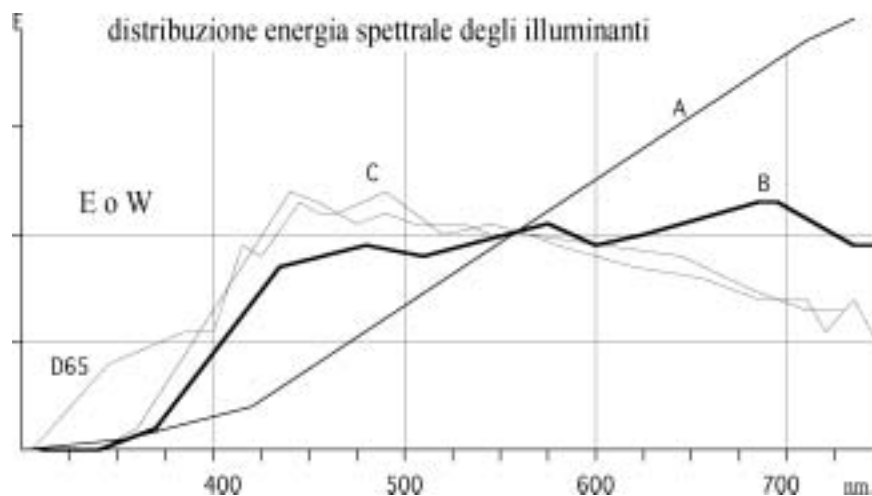


Fig. 37

b) Oggetto, riflessione, assorbimento, diffusione

Quando un fascio di radiazioni luminose aventi una determinata composizione spettrale colpisce un oggetto, si possono verificare i seguenti fenomeni:

1. Riflessione
2. Diffusione
3. Rifrazione
4. Assorbimento

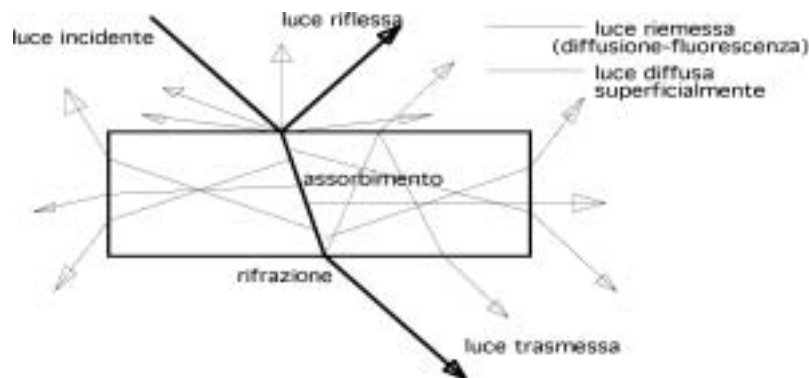


Fig. 38 Interazione luce materia

1- Riflessione

Avremo una riflessione speculare se gli angoli di riflessione rispetto alla normale, nel punto d'incidenza delle radiazioni sull'oggetto, saranno uguali a quelli d'incidenza.

2- Diffusione

Avremo una riflessione diffusa se le radiazioni riflesse, saranno in parte orientate in tutte le direzioni a causa di una superficie costituita da vari micropiani diversamente orientati, o/e, per corpi traslucidi (parzialmente trasparenti), anche per una serie di rifrazioni, riflessioni e diffusioni interne che fanno riemergere le radiazioni con direzioni varie, più o meno modificate nella composizione spettrale.

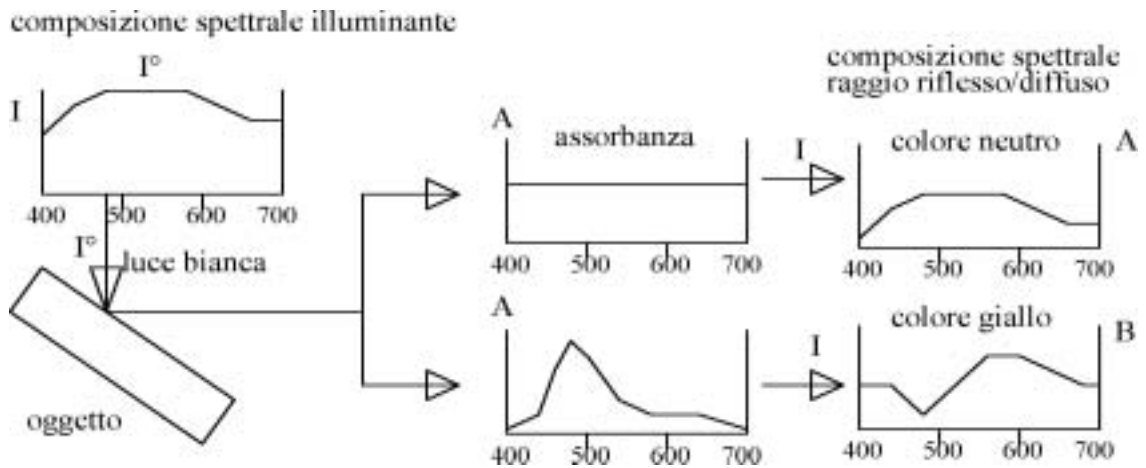
3- Rifrazione

Se il materiale di cui è costituito l'oggetto è trasparente (o parzialmente trasparente), le radiazioni lo attraverseranno per riemergere dalla parte opposta, originando in entrata ed in uscita, il fenomeno della rifrazione che consiste in una deviazione del raggio, rispetto all'asse, all'entrata ed all'uscita del corpo.

4- Assorbimento

Se inviamo un fascio di radiazioni contenente tutte le λ del visibile, su un corpo semitrasparente o semiopaco, alcune molecole in esso contenute potrebbero interferire con le radiazioni: in questo caso l'intensità del raggio uscente (riflesso e/o diffuso) è minore di quella del raggio entrante; si è verificata un'interferenza (assorbimento) da parte delle molecole dell'oggetto.

Se l'assorbimento è selettivo, quindi di intensità diversa alle varie λ , il raggio uscente, oltre ad avere minor intensità, ha diversa composizione spettrale rispetto al raggio entrante (sintesi sottrattiva, vedi tavola allegata a fine volume), con conseguente percezione del colore complementare.



L'insieme di tutti i fenomeni sopra citati determina l'aspetto del nostro oggetto: liscio, rugoso, opaco, satinato, lucido, nonché colore inteso come tono, saturazione e luminosità.

C) Rivelatori

1- Occhio e percezione del colore

Il nostro occhio qui sotto rappresentato funziona come una videocamera mettendo a fuoco le immagini nella fovea, regione nella quale si trovano i coni ed i bastoncelli.

I coni sono terminazioni nervose che fungono da fotorecettori, con una sensibilità molto inferiore rispetto ai bastoncelli, ma in grado di distinguere tra le diverse λ , con la conseguente possibilità

di "interpretare" i vari colori spettrali e tutti i colori riproducibili mediante sintesi additiva (vedi tavola allegata). E' ormai accertato che esistono tre tipi di coni fotorecettori che si differenziano per le diverse curve di sensibilità alle varie lunghezze d'onda, con massimi posti a 440 nm, a 535 nm ed a 570 nm (Fig. 39 e tavola allegata).

I bastoncelli sono più sensibili dei coni alle radiazioni elettromagnetiche, ma non hanno la capacità di distinguere le diverse λ , e sono utilizzati per la visione notturna.

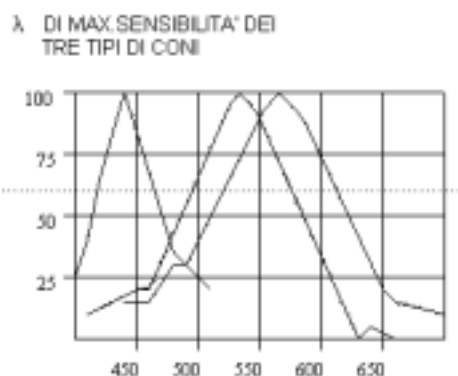
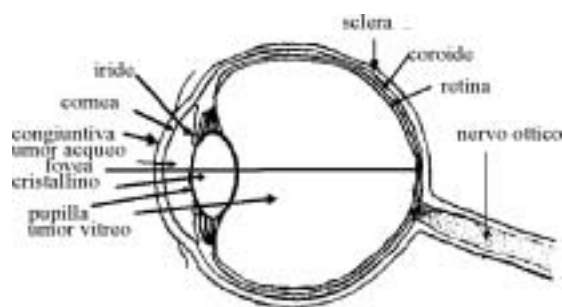


Fig. 39 Curve di sensibilità dei coni fotorecettori — blu — verde rosso

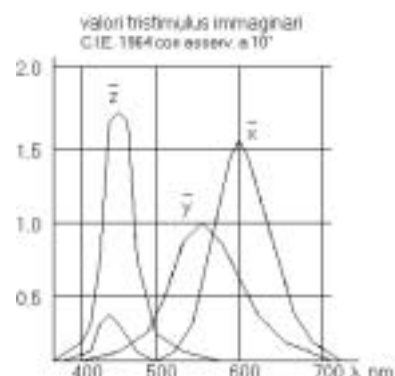


Fig. 40 Stimoli blu verde rosso — \bar{z} — \bar{y} \bar{x}

Le ricerche *sulla teoria della visione del colore* hanno consentito di spiegare il complesso meccanismo col quale l'apparato visivo, intercetta le radiazioni con i fotorecettori, li trasforma in segnali e li interpreta per opera del cortex del nostro cervello, per generare la sensazione di colore attraverso una sintesi additiva. Vediamo le più importanti teorie:

Teoria di Young-Helmholtz (o teoria dei tre componenti)

Helmholtz riprese e perfezionò gli studi di Thomas Young; questa teoria si basa sull'esistenza di tre tipi diversi di recettori, eccitati rispettivamente dalle radiazioni rosse, verdi e blu.

Secondo questa teoria (Fig. 39), le radiazioni del visibile stimolano in modo diverso i tre tipi di coni, sia in funzione della curva di sensibilità di questi ultimi, sia in base alla loro composizione spettrale. Ogni tipo di cono invia al cortex un proprio segnale, codificato sotto forma di potenziale elettrico, quindi, nel cortex, questi segnali vengono decodificati, sommati ed interpretati come colori, anche in base alla memoria ed alle esperienze dell'individuo in questione.

Teoria di Muller (o teoria a più fasi)

Questa teoria è la più recente (1930), e si basa su un meccanismo a più stadi.

Inizialmente, come ipotizzato per la teoria dei tre componenti, i tre diversi tipi di coni generano tre diversi segnali. In un secondo tempo questi segnali vengono codificati nel passaggio attraverso particolari cellule in tre nuovi stimoli, di cui uno risulta acromatico (luminosità), mentre gli altri due sono di tipo cromatico in opposizione (giallo-blu, verde-rosso, bianco-nero). Nella terza fase il cortex decodifica tali stimoli, interpretandoli come colori anche in base alle esperienze visive accumulate da ogni singolo osservatore.

La C.I.E. ha definito l'osservatore medio (**tricromato**) e lo ha codificato con le *funzioni color-matching 1931 (ora C.I.E. 1964)* (Fig. 40 e tavola allegata).

Non va comunque dimenticato che esistono anche soggetti con forti disturbi nella visione del colore quali i **daltonici**: questo difetto della visione del colore è di tipo ereditario recessivo. Esistono individui daltonici detti **dicromati**, che dispongono di soli due tipi di coni.

La maggior parte delle persone con difetti nella visione del colore rosso sono comunque costituite da **tricromati anomali** che possiedono un tipo di cono (rosso o verde) con massimo di sensibilità a λ diversa rispetto ai normali tricromati.

Anche se "normale", l'occhio può sempre presentare, da individuo ad individuo, delle piccole differenze per quanto riguarda la trasparenza delle varie parti, quali cornea, umor acqueo, umor vitreo, cristallino e macula lutea, con conseguenti leggere alterazioni della composizione spettrale delle radiazioni, che giungono ai coni filtrate. Inoltre, pur nello stesso individuo, anche il tempo porta a delle alterazioni; normalmente la massima capacità di selezionare i colori si raggiunge a circa 25 anni, oltre inizia una lenta ma continua diminuzione di questa capacità, legata alla riduzione della trasparenza ed all'ingiallimento soprattutto del cristallino.

Per quanto detto, risulta evidente che anche un individuo che abbia una percezione normale dei colori, non sarà comunque in grado di effettuarne una valutazione oggettiva e riproducibile nel tempo. Noi non siamo dotati di una memoria del colore, per cui, anche a breve distanza di tempo, non siamo in grado di stabilire se un colore visto sia uguale quali e quantitativamente ad un altro simile osservato qualche minuto prima.

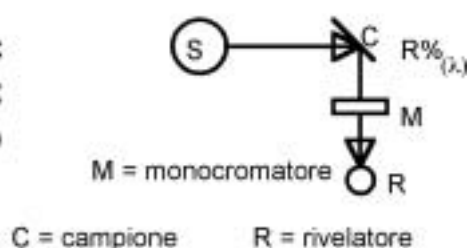
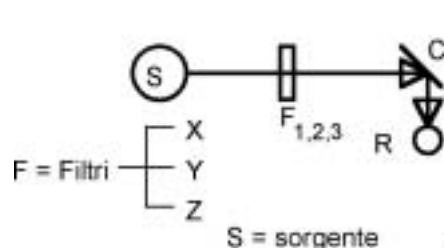
2-Spettrocolorimetro e colorimetro

Gli strumenti utilizzati per valutare i colori sono generalmente costituiti da una *sorgente luminosa*, un *portacampioni* ed un *sensore o rivelatore del segnale*.

Il funzionamento è il seguente: il campione colorato, colpito dal fascio di radiazione a

composizione nota emesso dall'illuminante, ne varia la composizione per effetto dell'assorbimento-diffusione; il fascio riflesso/diffuso così modificato viene analizzato dal rivelatore. Il rivelatore (fotocellula o tubo fotovoltaico, sensore CCD) è in grado di registrare la presenza di radiazioni elettromagnetiche e di trasformarle in segnali elettrici di intensità proporzionale all'energia del flusso di radiazioni che lo colpiscono; la sensibilità e la precisione possono essere molto elevate, ma il rivelatore non è in grado di fornire indicazioni circa la distribuzione spettrale di tali radiazioni.

In base al sistema di individuazione della composizione spettrale si possono differenziare in:



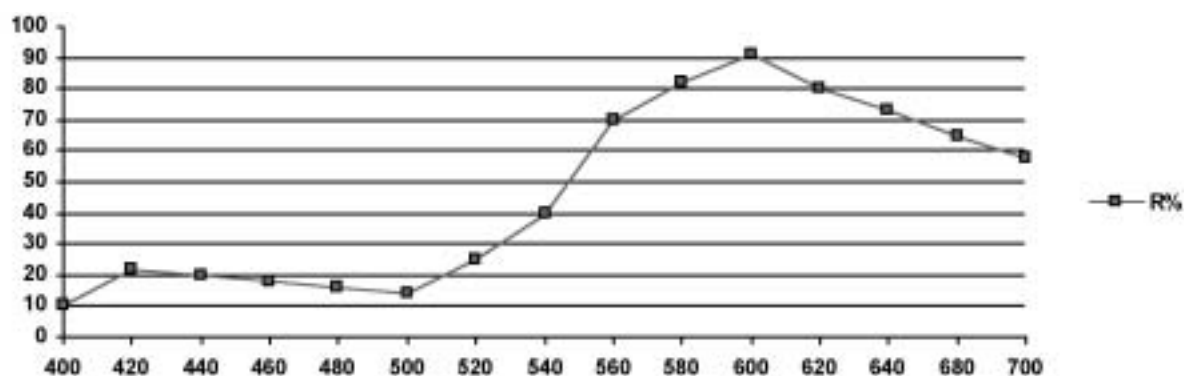
Colorimetro: è dotato di tre filtri che permettono di risalire direttamente i valori di X, Y e Z di un colore letto tramite apposito software; i valori possono poi essere utilizzati in tutte le applicazioni di ricetta strumentale e controllo qualità. Questi strumenti, sono precisi, poco costosi e molto maneggevoli, ma non consentono di avere lo spettro di riflettanza del colore stesso, con conseguenti limitazioni nell'impiego (Fig. 41).

Spettrocolorimetro: è dotato di un monocromatore per avere le possibilità di registrare la curva di riflettanza; è più preciso del precedente e consente una maggior varietà di applicazioni, ma è anche più costoso e meno maneggevole.

Funziona nel seguente modo:

vengono inviate sui campioni colorati varie serie di flash, un monocromatore, posto tra le radiazioni riflesse/diffuse dal campione ed il rivelatore, lascia passare in rapida sequenza le radiazioni a λ prefissata (ad es. da 400 a 700 nm ogni 20, ogni 10 o ogni 5 nm); lo strumento leggerà i segnali collegati alla λ corrispondenti.

λ	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	620	640	680	700
R%	10	22	20	18	16	14	25	40	70	82	91	80	73	65	58



I segnali, inviati all'elaboratore e interpretati mediante apposito software, vengono registrati come valori di riflettanza ($R\%$) rispetto allo standard bianco alle varie λ selezionate, previa effettuazione della media tra le letture (se le letture differiscono oltre i limiti prefissati sono da ripetere). L'elaboratore potrà visualizzare i risultati come curva di riflettanza (Fig. 43) e, in caso di necessità, modificarle matematicamente in base al tipo di illuminante che si desidera utilizzare (purchè la curva di emissione di tale illuminante sia contemplata dal software impiegato) o di trasformare i dati in valori X, Y e Z (Fig. 42).

Per quanto riguarda l'illuminante, pur essendo quello impiegato abbastanza stabile, nel tempo può variare leggermente lo spettro d'emissione (lampada appena accesa o dopo varie ore di funzionamento, lampada nuova o dopo 1.000, 2.000 ore di funzionamento), fornendo dati di lettura non attendibili. Per questo motivo, ogni volta che si avvia lo strumento è indispensabile tararlo con un campione considerato bianco ideale (piastrella in ceramica bianca al BaO, o altro materiale, fornita con lo strumento); la lettura del bianco viene considerato come riflettanza del 100% ad ogni λ . Con alcuni software è necessaria una successiva lettura di un campione nero.

Il corpo colorato riflette in parte le radiazioni, ma in parte le diffonde in tutte le direzioni. Per questo motivo tutti gli spettrocolorimetri sono dotati di un dispositivo in grado di raccogliere ed inviare al rivelatore le radiazioni sia riflesse sia diffuse, oppure solo le radiazioni diffuse o solo le riflesse, con diverse geometrie in base alle esigenze; è quindi possibile:

- a- illuminare il campione con angolo di 0° e raccogliere le radiazioni diffuse (0/d).
- b- illuminare il campione con luce diffusa e raccogliere le radiazioni con angoli di 0° (d/ 0°), con angolo di 2° (d/ 2°), con angolo di 10° (ed è quest'ultimo il metodo più utilizzato per la valutazione dei tessuti) .
- c- illuminare il campione con un certo angolo e raccogliere le radiazioni con lo stesso angolo (0/ 0° utilizzato per radiazioni riflesse).

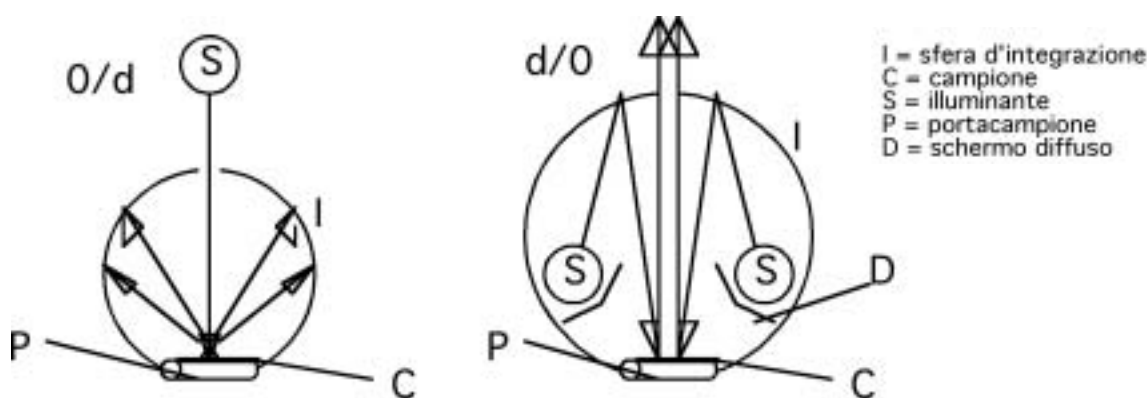


Fig. 44 Esempi di geometrie



Fig. 45 Spettrocolorimetri e colorimetri portatili

Sistema C.I.E. 1931

Lo studio della colorimetria interpreta i colori mediante uno spazio geometrico-matematico basato sulle componenti tricromatiche di tre stimoli di riferimento (o vettori) \underline{X} , \underline{Y} e \underline{Z} determinati mediante sistemi di “misurazione” basati su recettori “oggettivi”, e quindi indipendenti da fattori ambientali, fisiologici e/o psicologici (partendo comunque dal principio delle trivarianza visiva dell’occhio).

La C.I.E. (Commission Internationale de L’Eclairage) ha adottato uno spazio matematico del colore denominato C.I.E 1931 (successivo C.I.E. 1964) partendo dai seguenti presupposti:

1- Standardizzazione degli illuminanti (vedi definizioni e Fig. 37).

2- Individuazione degli stimoli di riferimento immaginari $X_{(2)}$, $Y_{(2)}$ e $Z_{(2)}$ (nel C.I.E. 1964 $\underline{X}_{(10)}$, $\underline{Y}_{(10)}$ e $\underline{Z}_{(10)}$) e delle funzioni color-matching (Fig. 40 e tavola allegata)

3- Stimolo \underline{Y} e luminosità

Lo stimolo \underline{Y} è stato utilizzato con il valore di λ corrispondente a quello di massima sensibilità dell’osservatore standard alla luce, ed assunto come valore di Luminosità .

4- Geometria a triangolo rettangolo.

I tre stimoli \underline{X} , \underline{Y} e \underline{Z} vengono utilizzati come vettori orientati a 90° generando così uno spazio del colore con un piano unitario a forma di triangolo rettangolo; questo spazio è adatto a calcoli matematici e quindi è la base per la ricetta strumentale (Fig. 46 e tavola allegata).

Specificazione di un colore.

In questo spazio, fissi i tre valori di X , Y e Z , determinati mediante lettura spettrocolorimetrica di un colore, viene individuato un punto in corrispondenza biunivoca con quel colore.



Fig. 46 Spazio C.I.E.

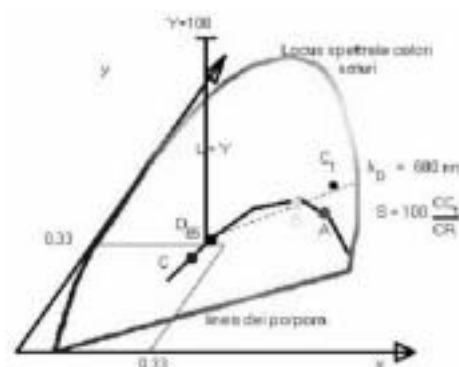


Fig. 47 Diagramma di cromaticità x , y , Y

Partendo dal posizionamento di un colore nello spazio C.I.E., individuato con i valori X , Y e Z , è possibile passare ad un diagramma di acromaticità, sul cui piano unitario la luminosità Y (rapportata a 100 per l’illuminante utilizzato), è posta perpendicolarmente al punto acromatico dell’illuminante stesso, mentre il punto di colore viene individuato con le coordinate

tricromatiche x , y e la luminosità Y definita come sopra (Fig. 47 e tavola allegata) dove:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

In questo modo avremo sempre

$$x + y + z = 1$$

E' anche possibile specificare un colore con grandezze che ne rendano intuitivamente più facile l'interpretazione:

Stabilito nel diagramma di cromaticità la posizione del colore C_1 , si collega il punto acromatico con C_1 , e si prolunga il segmento fino ad incrociare la curva del locus spettrale, individuando la lunghezza *d'onda dominante o λD* (individua il tono). Se il prolungamento cade sulla linea dei porpora, si allungherà il segmento nella direzione opposta, individuando sulla curva del locus spettrale il valore di $-\lambda D$.

La *saturazione* sarà data dal rapporto tra i segmenti CC_1 e CS , rapportato a 100 (un colore saturo al 100% è monocromatico o spettrale, cioè costituito da una radiazione contenente una sola λ).

$$\text{Sat.} = 100 \cdot CC_1 / CS$$

La *luminosità* sarà sempre il valore dello stimolo Y presente nel colore, rapportato al valore di 100 per l'illuminante utilizzato. (Fig. 47)

Differenza di colore, metameria

Quanto sopra riportato consente di individuare in modo oggettivo ed univoco un colore all'interno di uno spazio matematico.

Se consideriamo due colori simili nello spazio matematico, legando la distanza tra i due punti (colori) alla differenza di colore, ed esprimendola con un valore numerico oggettivo ($D\Delta$), abbiamo definito con un numero, quindi oggettivamente, la differenza tra due colori. In questo modo possiamo calcolare le differenze tra un campione ed una sua imitazione.

Per risolvere molti problemi legati alla valutazione soggettiva, mediante prove sperimentali si è tentato di definire la tolleranza cromatica, o valore massimo di $D\Delta$ accettabile (non percepibile) nelle riproduzioni di un colore. Affinché quanto esposto sia praticamente utilizzabile è necessario che il limite di tolleranza misurato, corrisponda alla soglia di percezione visiva di differenza tra due colori dell'osservatore medio. Il calcolo del $D\Delta$ nello spazio C.I.E. (sia 1931 che 1964), non consente tali risultati, poiché tale spazio non è percettivamente uniforme (è uniforme nell'atlante di Munsell, vedi tavola allegata al volume, che però non è uno spazio matematico), quindi non si adatta allo scopo prefissato. Sono stati quindi elaborati gli spazi UCS (spazi approssimativamente uniformi, es. C.I.E. $L^*a^*b^*$ 1976 ed altri, che si collegano alla teoria di Muller) (Fig. 48 e tavola allegata) che meglio si adattano alla percezione del colore dell'osservatore medio; in questi spazi si valuta la differenza di colore ($D\Delta^*$) mediante apposite formule (che tengono conto, o vengono modificate, per adattarsi alle minime soglie percettibili di un osservatore standard).

CIE $L^*a^*b^*$ 1976

$$a^* = 500 \left[\left(\frac{X}{X^0} \right)^{1/3} - \left(\frac{Y}{Y^0} \right)^{1/3} \right]$$

$$b^* = 200 \left[\left(\frac{Y}{Y^0} \right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z^0} \right)^{1/3} \right]$$

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y^0} \right)^{1/3} - 16$$

con X/X^0 , Y/Y^0 e $Z/Z^0 > 0,01$ e quindi:

$$\Delta E_{\text{CIE } L^*a^*b^*} = [(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2]^{1/2}$$

CIE $L^*h^*c^*$ 1976

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y^0} \right)^{1/3} - 16$$

$$C^*_{ab} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$h = \arctan (b^*/a^*)$$

$$\Delta E_{\text{CIE } L^*C^*h^*} = [(\Delta C^*)^2 + (\Delta h^*)^2 + (\Delta L^*)^2]^{1/2}$$

X° , Y° e Z° sono i valori tristimulus di un bianco ideale relativo all'illuminante utilizzato, con $Y^\circ = 100$ per qualsiasi illuminante.

Il valore di differenza di colore ΔE normalmente utilizzata come limite di tolleranza è 1, ma detto valore può variare in base alle applicazioni, alle destinazioni dei prodotti ed agli accordi tra produttore e cliente.

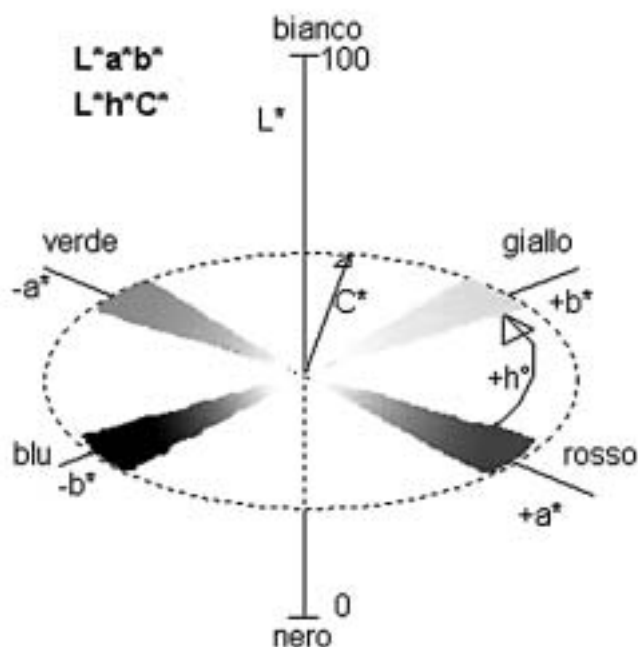


Fig. 48 Spazio C.I.E. $L^*a^*b^*$ e $L^*h^*C^*$

Principali spazi del colore e formule di differenza colore che esprimono ΔE con un singolo indice numerico:

CIE 1964

CIE $L^*a^*b^*$ 1976, CIE $L^*h^*C^*$ 1976

FMC I, FMC II

CMC (2:1), CMC (1:c)

CIE 2000

JPC79

Un grosso problema nella riproduzione dei colori è la metameria.

Due colori sono metamericici se hanno uguali coordinate nello spazio del colore in certe condizioni d'osservazione e coordinate diverse variando una delle condizioni d'osservazione (vedi tavola allegata al volume).

Quanto sopra si verifica se le curve di R% di campione e imitazione, pur essendo simili, non sono sovrapponibili.

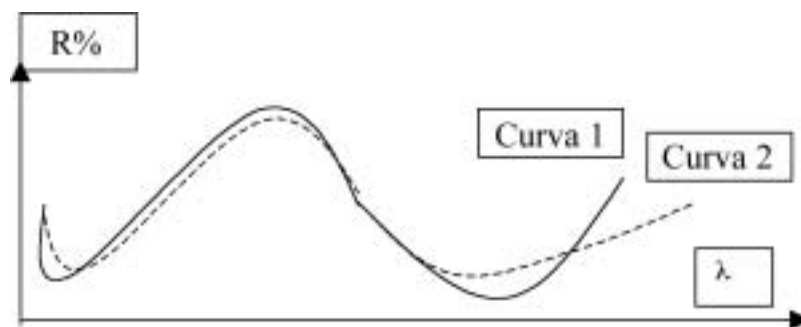


Fig. 49 Curve di riflettanza di colori metamerici

La metameria che normalmente viene considerata è quella relativa all'illuminante che si verifica quando un colore campione viene riprodotto con una terna di coloranti diversa da quella del colore campione. Nella ricettazione strumentale è possibile prevedere l'indice di metameria con l'uso di uno spettrocolorimetro, mentre non è possibile con un colorimetro.

Ricettazione strumentale, controllo qualità e automazione

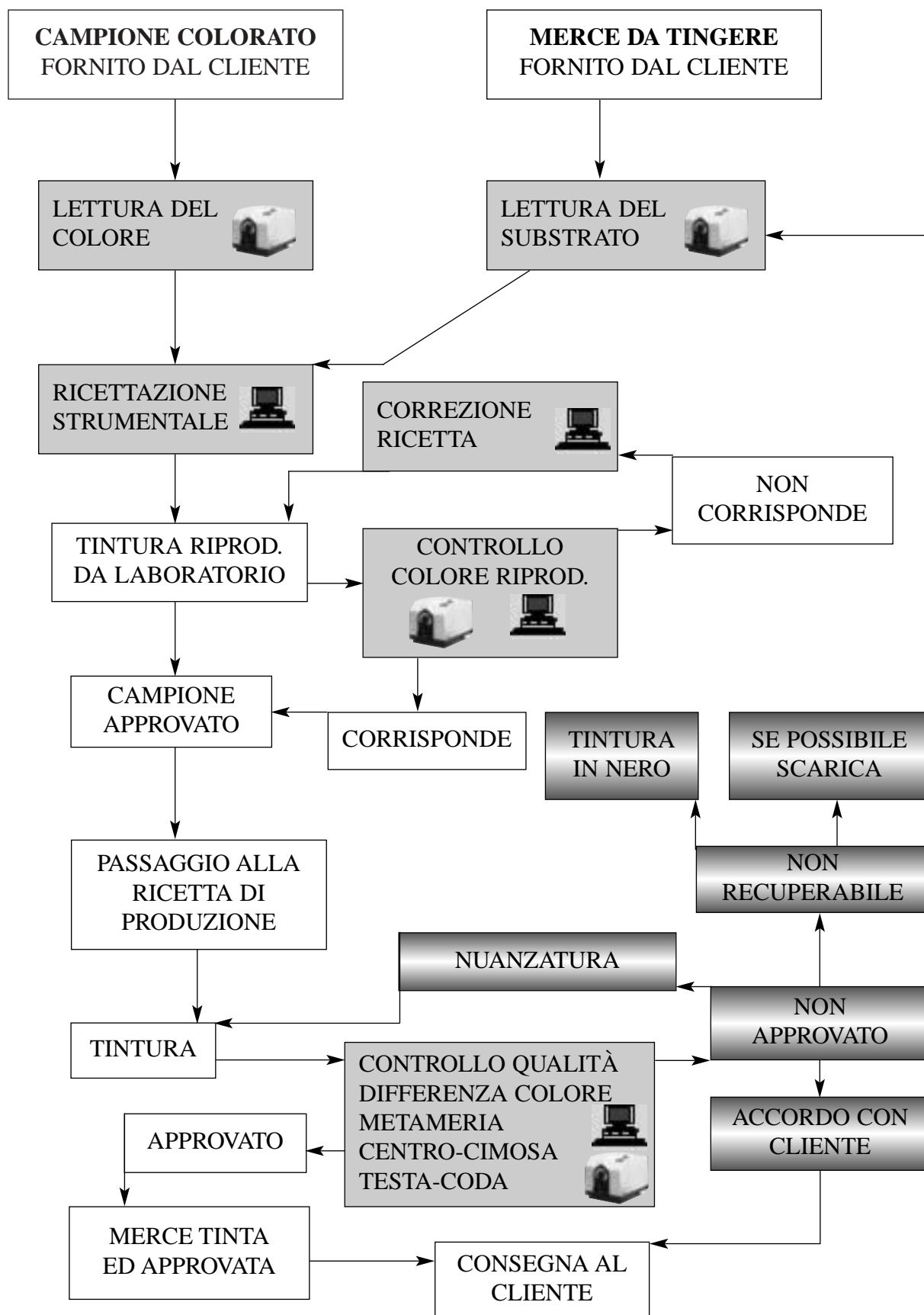
Come detto, i colori individuati nello spazio C.I.E. sono dei vettori, e come tali godono di proprietà additiva, quindi possono essere sommati e sottratti. Con la somma di due o più colori (vettori) possiamo calcolare il colore che otterremo dalla loro miscelazione. In particolare, tenendo conto di alcuni fattori che sono legati alla riflettanza delle molecole coloranti, del substrato tessile ed alle caratteristiche di diffusione del substrato stesso, mediante la relazione di **Kubelka-Munk (K/S) e la funzione additiva ($F(R_\lambda)$)**, potremo prevedere i risultati di una tintura effettuata con una determinata miscela di coloranti; meglio: invertendo il problema, attraverso un sistema di ricettazione strumentale, possiamo trovare la giusta miscela di coloranti da utilizzare per riprodurre un colore dato.

L'utilizzo di un sistema di ricettazione strumentale richiede:

- a- un computer
- b- un adatto software
- c- uno spettrocolorimetro (o colorimetro)
- d- appositi database di dati colorimetrici relativi a prove di tintura (meglio se effettuati in azienda, ma anche forniti dalle case di coloranti) su vari substrati, distinti per classi tintoriali di coloranti, oltre ai dati colorimetrici dei substrati stessi.

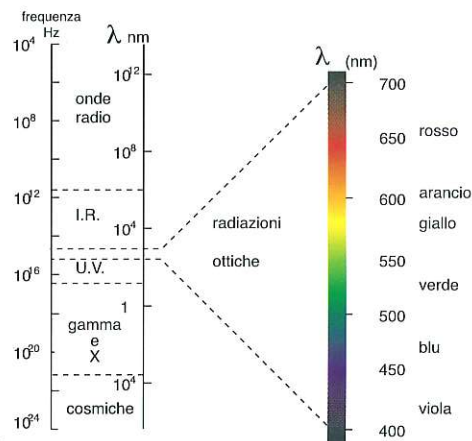
Maggiori dettagli per quanto riguarda la gestione del colore verranno riportati in seguito nella parte relativa all'automazione.

CICLO DI RIPRODUZIONE DI UN COLORE

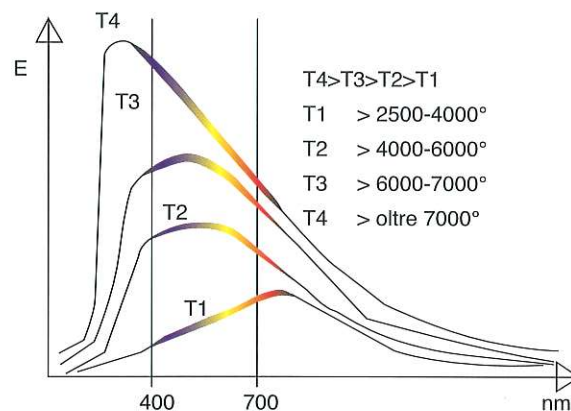


Tavole relative al capitolo “Il Colore”

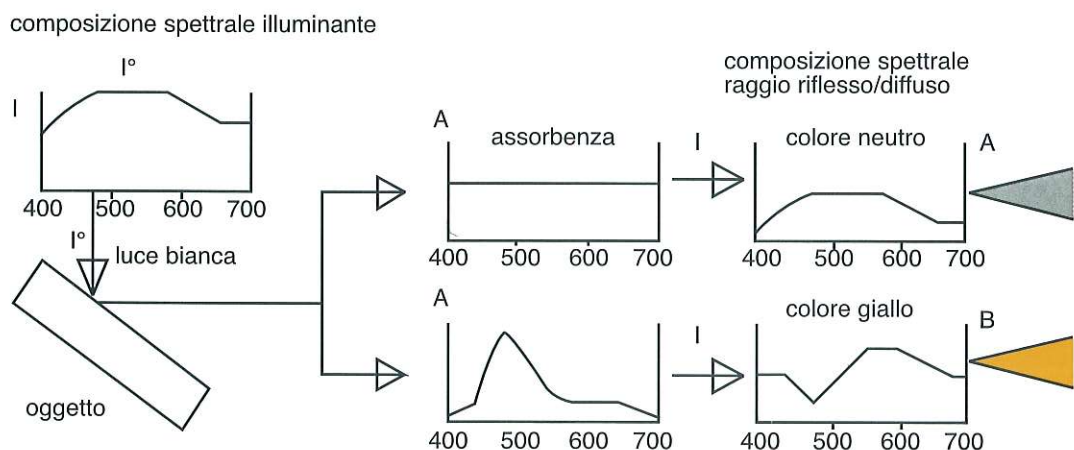
Radiazioni elettromagnetiche e spettro del visibile

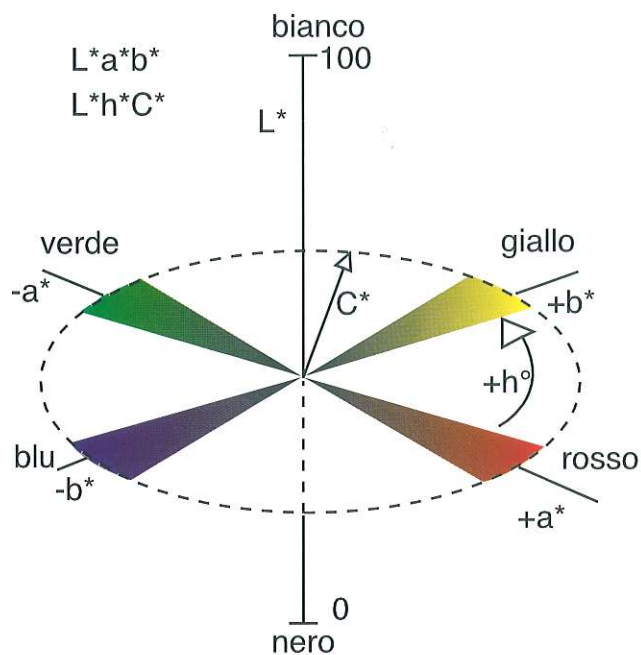


Curve di emissione del corpo nero

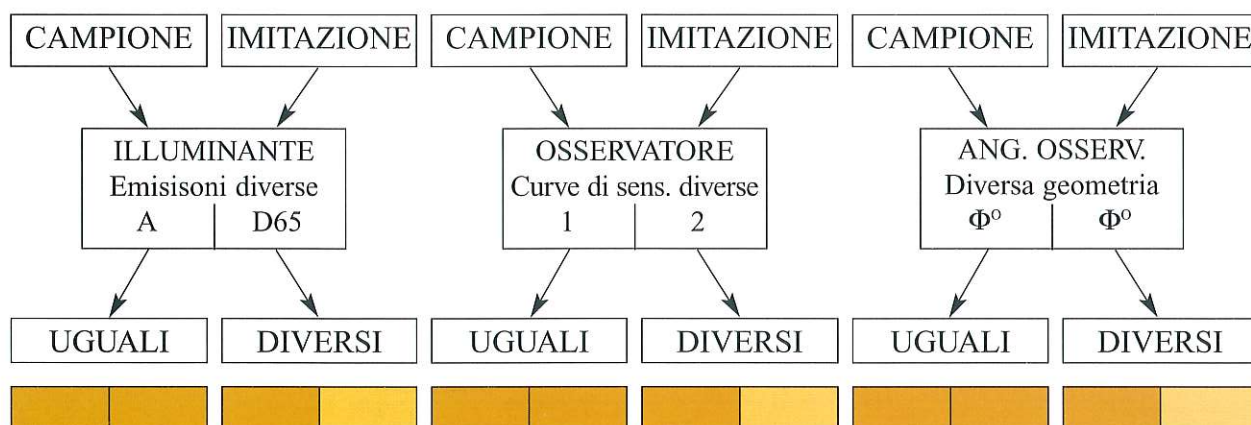


Variazione della composizione spettrale per assorbimento





Metamerismo



Spazio C.I.E

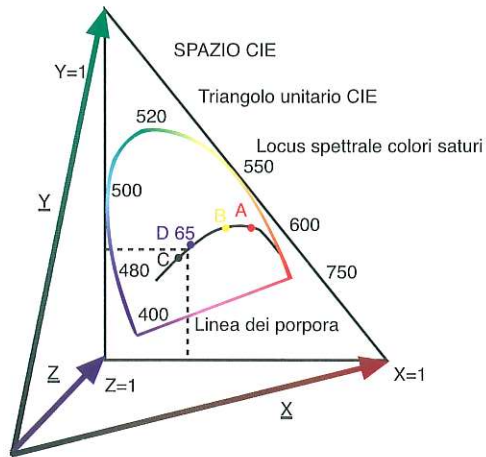
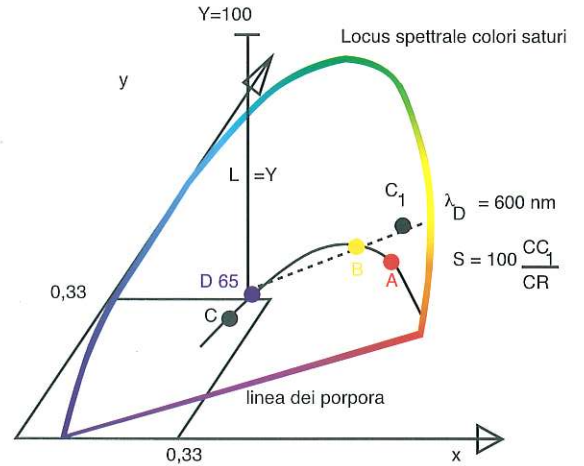
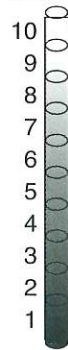


Diagramma di cromaticità x,y, Y

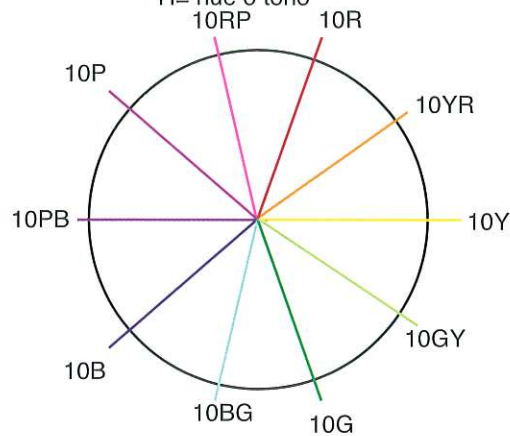


Atlante di Munsell

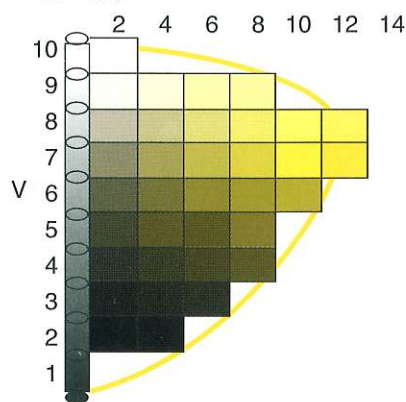
V = Value
chiarezza
luminosità



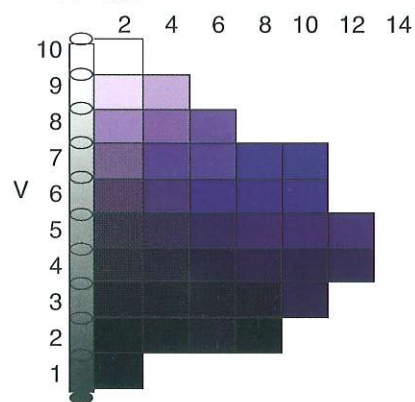
H= hue o tono
10RP



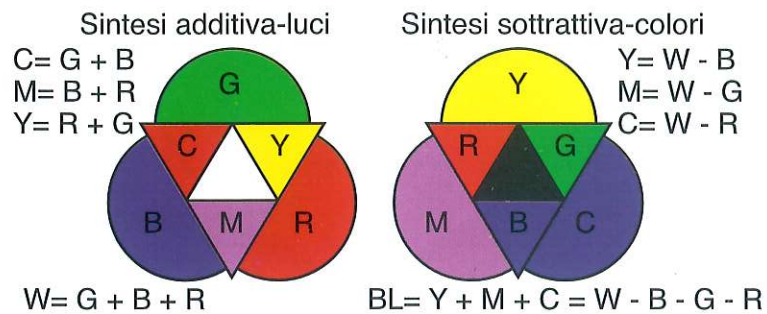
H=10Y C= Croma o saturazione



H=10B C= Croma o saturazione

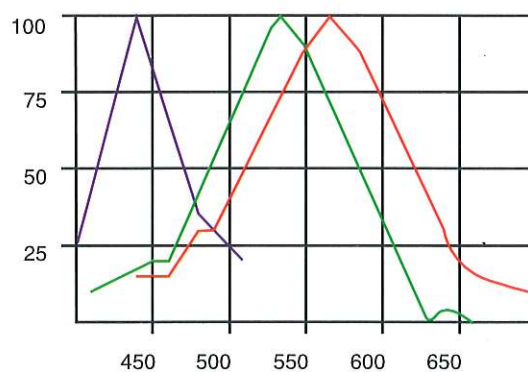


Sintesi additiva e sottrattiva

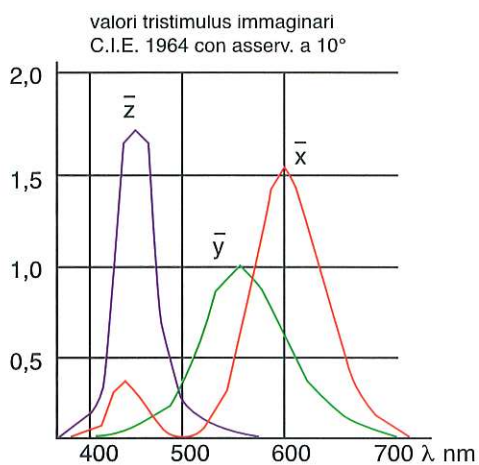


Sensibilità coni

λ DI MAX. SENSIBILITA' DEI
TRE TIPI DI CONI



Valori tristimulus



TINTURA

Effettuare una tintura significa conferire ad un manufatto tessile una determinata coloritura che permette la personalizzazione del prodotto.

La tintura può essere effettuata a diversi stadi della lavorazione della fibra: *in fiocco*, *in filo*, *in tessuto (in corda o in largo)*, *in capo*.

Quando viene effettuata nei primi stadi di lavorazione, ad esempio in fiocco, si ottiene una maggior solidità di tintura; in questo caso si tinge ad impacco, in cesti perforati ed eventuali disunitezze vengono poi unificate nella successiva filatura.

La tintura in filato si effettua dopo la torsione delle fibre ed è indicata per la realizzazione dei tessuti Jacquard o rigati; è una tintura che garantisce una buona solidità in quanto il colorante penetra anche nel nucleo del filato. Le matasse vengono tinte in armadio, le rocche in autoclave e i filati di ordito su subbi perforati, sempre in autoclave.

La tintura in pezza viene effettuata su numerosi tipi di macchinario e può essere in largo o in corda. La riuscita dell'operazione è legata a parametri oggetto di valutazione immediata come una buona ugualizzazione della tinta e la corrispondenza campione; inoltre devono essere soddisfatte determinate esigenze di solidità (alla fabbricazione, all'uso, a secco, ad umido), verificabili solo tramite successive prove di laboratorio.

Le macchine utilizzate sono strettamente dipendenti dal materiale che si lavora, comunque i requisiti generalmente richiesti sono:

- salvaguardia del substrato
- ripetitività dei risultati
- economicità del processo (legata alla durata dell'operazione, al grado di automazione dei macchinari, al R.B., al costo dei prodotti impiegati e alla depurazione delle acque reflue).

Per effettuare una tintura è necessario:

- Sciogliere o disperdere un colorante in un bagno acquoso (in cucine colori manuali, semiautomatiche ed automatiche operando secondo norme stabilite).
- Introdurre la soluzione di colorante nella macchina previa filtrazione (cucine colori automatiche, vasca aggiunte, pompe e filtri).
- Trasferire il colorante dal bagno alla fibra (processo e macchina).
- Distribuire uniformemente il colorante sulla fibra (processo e macchina).
- Far penetrare il colorante nella struttura della fibra e fissarlo (tempo e temperatura).
- Lavare o risciacquare la merce per eliminare il colorante superficiale o non fissato.

Il trasferimento del colorante dal bagno di tintura alla fibra può avvenire con due diverse modalità:

per **esaurimento** (metodi discontinui). Il colorante è sciolto o disperso nel bagno di tintura. Il materiale da tingere viene posto a contatto con il bagno di tintura e lasciato in tali condizioni finché gran parte del colorante si sia trasferito sulla merce da tingere, si sia distribuito uniformemente su di essa e sia penetrato sufficientemente all'interno e fissato. Alla fine si lava o sciacqua per eliminare il colorante non fissato

per **foulardaggio** (metodi continui o semicontinui). Con mezzi meccanici (foulard d'impregnazione) si distribuisce uniformemente sul tessuto il bagno di tintura (e quindi il

colorante). In un secondo tempo si provvede a far penetrare il colorante e quindi a fissarlo. Alla fine si lava.

Fasi comuni ai due metodi sono:

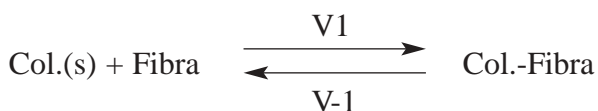
- La necessità di sciogliere o disperdere il colorante in acqua e filtrare.
- La necessità di un uniforme contatto bagno colorante-fibra.
- La necessità di far penetrare il colorante nella fibra.
- La fissazione del colorante all'interno della fibra.
- Il lavaggio finale.

Tintura ad esaurimento

Questa procedura è applicabile su fiocco, filato, tessuto. Il colorante sciolto nel bagno viene in un primo tempo adsorbito, cioè il tessile viene tinto in superficie (processo dipendente dalla turbolenza del bagno), in un secondo tempo penetra nel cuore della fibra (diffusione influenzata dalla temperatura e dal tempo di tintura), infine migra permettendo una distribuzione uniforme ed una untezza di tintura (processo influenzato dalla temperatura e dal tempo). Durante il processo gli aspetti cinetici si intrecciano con quelli termodinamici.

Teoria della tintura (esaurimento)

La tintura è una reazione chimica tra colorante e fibra:



possiamo studiarne sia la cinetica (velocità del processo) che la termodinamica (equilibrio).

Cinetica e termodinamica applicate alla tintura

La tintura è in effetti una reazione chimica complessa che ha luogo tra colorante in soluzione, e fibra immersa nella soluzione stessa e si realizza in più stadi (Fig. 50):

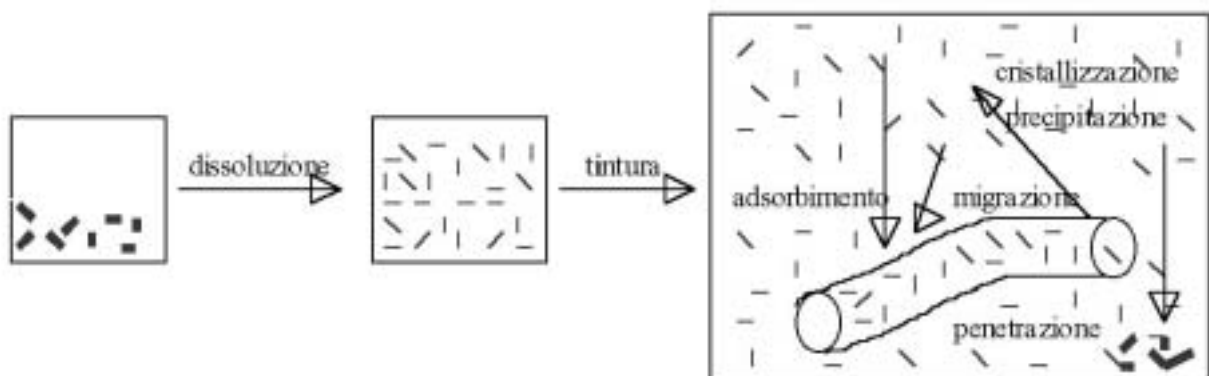


Fig. 50 Fasi del processo tintoriale

Per capire la teoria della tintura è importante scinderla in fasi (anche se queste si sovrappongono nel tempo) per trattarle separatamente da vari punti di vista:

Cinetico (studio della velocità di reazione).

Termodinamico (studio dell'equilibrio della reazione).

Idrodinamico (influenza del movimento del bagno e/o della merce, legati alla macchina di tintura, sulla cinetica). E' un aspetto importante solo per tinte ad esaurimento.

Prima fase (soluzione a dispersione del colorante)

In questa prima fase il colorante, inizialmente in forma solida, viene messo in equilibrio col colorante sciolto in forma molecolare, o micellare (aggregati di molte molecole con discreta solubilità), oppure in forma di micropolvere in dispersione (microcristalli di molecole di coloranti pochissimo solubili) (Fig. 51).

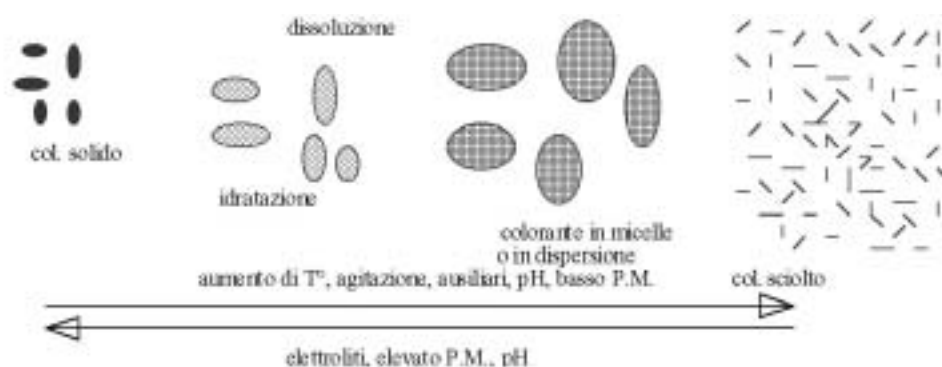


Fig. 51 Soluzione a dispersione del colorante

Come già accennato i coloranti devono essere solubili o disperdibili in acqua, quindi è opportuno distinguere tra coloranti solubili (a) e dispersi (b).

- a) Si tratta di coloranti a carattere ionico e possiamo individuare sostanzialmente due casi:
- coloranti a carattere anionico, costituiti da sali sodici di fenoli, di acidi carbossilici, di esteri solforici, di complessi metallici, o, più frequentemente, di acidi solfonici;
 - coloranti a carattere cationico, costituiti solitamente da sali in cui l'anione è il cloruro, il solfato, l'acetato o altro, ed il catione è il colorante contenente un atomo di O, di S o, più frequentemente N, con carica positiva.

Tutti questi coloranti danno luogo ad un equilibrio tra colorante sciolto molecularmente e colorante in forma micellare (aggregati di molte molecole con gruppi ionici parzialmente salificati e quindi dotati di minor carica unitaria); in questo caso la solubilità dipenderà dal rapporto tra le dimensioni della parte organica idrofoba e dal tipo e numero di gruppi idrofili: coloranti con molecole grosse (elevato P.M.) risultano in genere poco solubili; la presenza di un maggior numero di gruppi ionici (solfonici), o la contemporanea presenza di gruppi idrofili (ossidrilici, amminici, ammidici, ecc.), incrementano la solubilità a parità di P.M.. Un incremento di T° rende più rapido il raggiungimento dell'equilibrio ed aumenta la solubilità dei coloranti (una maggior energia cinetica favorisce la disgregazione delle micelle). Anche l'agitazione favorisce la rapida disgregazione delle micelle. L'aggiunta di sali sodici (cloruri o solfati) in quantità elevate, favorisce l'aggregazione in micelle dei coloranti anionici, riducendone la solubilità; pure il pH influenza la solubilità, aumentandola in ambiente basico per gli anionici, ed in ambiente acido per i cationici (per effetto delle costanti di dissociazione

acide o basiche).Acque dure possono provocare la precipitazione dei coloranti anionici, per formazione dei relativi sali di calcio insolubili.Un aumento della concentrazione di colorante in soluzione (tinture in toni intensi, R.B. ristretti) favorisce l'aggregazione in micelle.La velocità con cui si instaura l'equilibrio colorante solido-micelle-colorante sciolto (nelle normali condizioni di tintura) è in genere sufficiente per non influenzare la velocità di tintura. Condizioni non corrette possono provocare precipitazioni e quindi tinture disunite, o ridurre l'esaurimento dei coloranti.

- b) I coloranti dispersi sono dotati di una ridottissima solubilità (0,05-50 mg/l), che aumenta proporzionalmente alla T° . Si instaura comunque un equilibrio tra molecole sciolte e disperse (queste ultime ricoperte da un involucro di molecole di disperdente).Coloranti con molecole grosse (elevato P.M.), risultano meno solubili in acqua; la presenza di gruppi a carattere idrofilo ne aumenta sia la solubilità che la disperdibilità. Disperdenti a carattere colloide-protettori aumentano la stabilità delle dispersioni, che in genere risultano più stabili a pH 4-5. Un'agitazione troppo energica (rottura meccanica dell'involucro di disperdenti), sbalzi termici (rottura legami disperdente-colorante o disperdente-acqua), permanenze per lunghi tempi (2-4 ore) a T° elevate, presenza di elettroliti, possono favorire l'aggregazione delle molecole sciolte o dei piccoli cristalli, non circondati dal disperdente, in cristalli più grossi, con conseguente incremento della dimensione di questi ultimi e precipitazione degli stessi sia sulla fibra che nel bagno.

Seconda fase (adsorbimento)

In questa fase, per effetto dell'affinità colorante-fibra, il colorante viene adsorbito alla superficie della fibra, formando con essa dei legami.

L'affinità, la T° , (a volte il pH e/o gli ausiliari) influenzano la termodinamica (a) e quindi gli equilibri delle reazioni, determinando il grado di esaurimento dei bagni di tintura .

Gli stessi fattori influenzano anche la velocità di salita del colorante e quindi la distribuzione uniforme dello stesso. Evidentemente ciò condiziona in parte la velocità di tintura che in questa fase è legata anche a fattori idrocinetici connessi alle macchine utilizzate (b).

- a) Per affinità tra colorante e fibra si intende la capacità che gli stessi hanno di legarsi stabilmente. L'affinità è tanto maggiore quanto più i legami fibra-colorante sono forti e numerosi e tanto minore risulta l'affinità del colorante per il solvente (acqua). Generalmente è anche direttamente proporzionale al P.M. (dimensioni molecolari) del colorante. L'affinità è quindi un fattore strettamente correlato alla struttura chimica del colorante e della fibra. Per l'aspetto termodinamico vale quanto esposto precedentemente, ed in generale, un aumento della temperatura di tintura porta come conseguenza ad uno spostamento dell'equilibrio verso il colorante in soluzione, con una riduzione dell'esaurimento, quindi ad una diminuzione dell'affinità colorante-fibra. In particolare per coloranti dispersi considerando il coefficiente di ripartizione di Nernst:

$$K(T) = C(f)/C(b)$$

$C(f)$ rappresenta la solubilità massima (valore di saturazione) del colorante disperso nelle fibre alla temperatura T .

$C(b)$ rappresenta la solubilità massima del colorante disperso nella soluzione acquosa di tintura alla temperatura T .

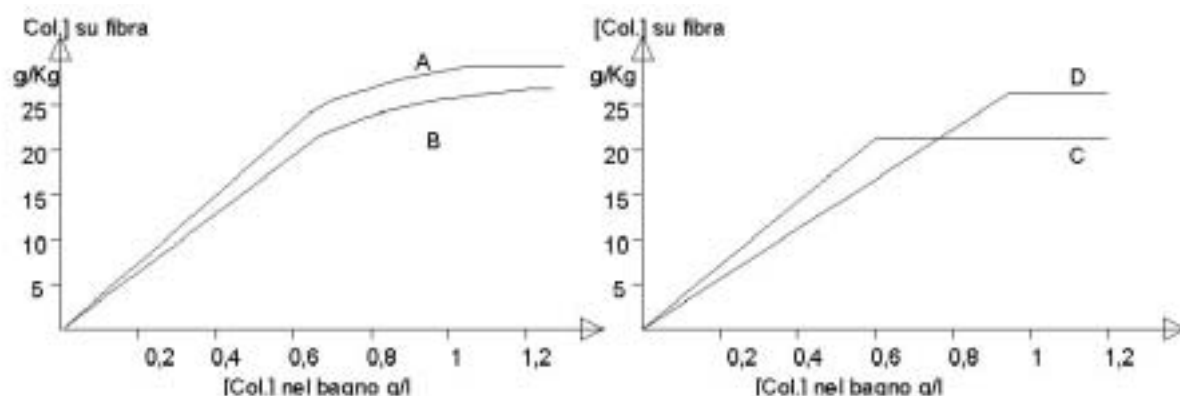
Sia $C(b)$ che $C(f)$ aumentano all'aumentare di T ; con l'aumento di temperatura, la solubilità in acqua aumenta più rapidamente della solubilità nella fibra.

In conseguenza a quanto detto, a T° più elevate aumenta il valore di saturazione della fibra (la fibra assorbe più colorante, si ottengono tinture più intense), ma l'equilibrio di tintura si sposta verso il colorante in soluzione, riducendo così il grado d'esaurimento dei bagni (Graf. 1 rette A e B).

Poiché il colorante che viene adsorbito dalla fibra è quello sciolto molecularmente, a T° più elevate aumenta la velocità di adsorbimento.

Coloranti con molecole grosse (elevati P.M.) sono meno solubili in acqua, formano un maggior numero di legami con la fibra e quindi, per effetto di un incremento di temperatura, esauriscono più velocemente ed in modo maggiore i bagni rispetto a coloranti a minor P.M..

Graf 1 Equilibrio colorante su fibra/colorante nel bagno



COLORANTI IONICI

curva condizioni all'equilibrio

A = $T^\circ 1$ $T^\circ 1 < T^\circ 2$

B = $T^\circ 2$ $T^\circ 2 > T^\circ 1$

COLORANTI DISPERSI

retta condizioni all'equilibrio

C = $T^\circ 1$ $T^\circ 1 < T^\circ 2$

D = $T^\circ 2$ $T^\circ 2 > T^\circ 1$

Per coloranti a carattere ionico:

- Le fibre anfotere (lana, seta, P.A.) al di sotto del punto isoelettrico assumono carica positiva, con aumento dell'affinità verso coloranti a carattere anionico; al pH corrispondente al punto isoelettrico sono neutre, mentre sopra il punto isoelettrico assumono carica negativa, respingendo i coloranti; ciò permette di controllare l'affinità e di conseguenza sia le velocità di salita che l'esaurimento dei coloranti, regolando opportunamente il valore del pH. (Fig. 52). Per coloranti a carattere cationico l'affinità varia in senso opposto a quello sopra descritto.
- Le fibre cellulosiche in ambiente neutro assumono cariche elettrostatiche negative, rendendo difficile l'adsorbimento di coloranti a carattere anionico; l'aggiunta alla soluzione di elettroliti, consente la neutralizzazione delle cariche negative sulle fibre da parte dei cationi adsorbiti, facilitando la fase di adsorbimento dei coloranti stessi (Fig. 52).

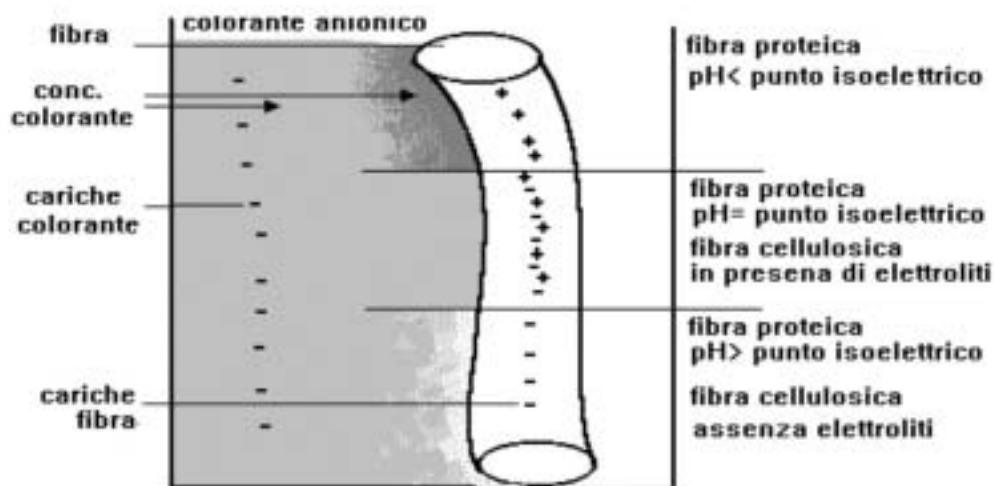
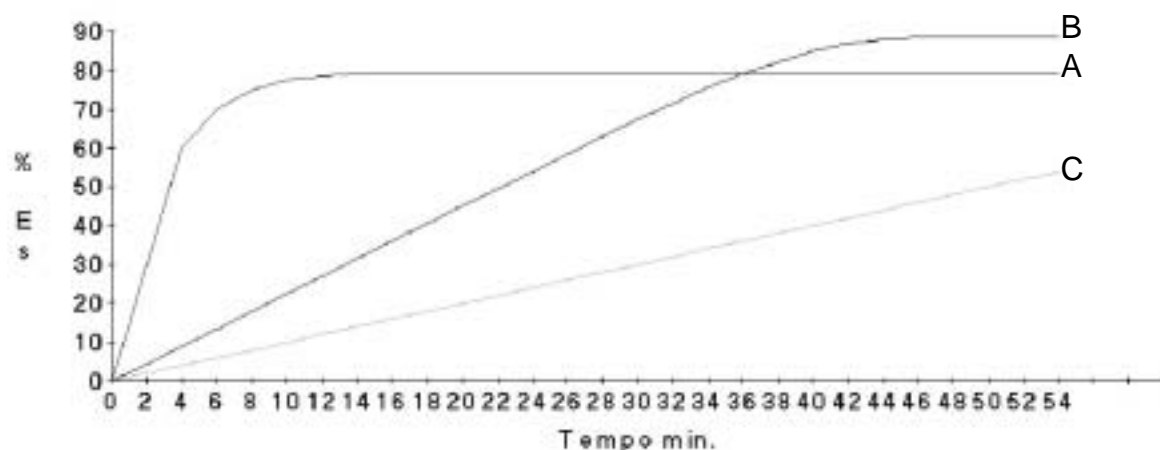


Fig. 52 Concentrazione del colorante nel bagno in prossimità della fibra

- Coloranti con molecole grosse (elevati P.M.) sono meno solubili in acqua, formano un maggior numero di legami con la fibra e quindi tendono ad esaurire più velocemente ed in modo maggiore i bagni.
- Con coloranti ionici, al contrario dei dispersi, il punto di saturazione della fibra viene raggiunto gradualmente, per cui la relazione fra la concentrazione di colorante nel bagno e sulla fibra non è più lineare.

T° elevate riducono l'affinità colorante-fibra, riducendo l'esaurimento (Graf. 1 curve C, D), ma la velocità di adsorbimento sarà maggiore (Graf. 2)

Graf. 2.



CURVA	T°	velocità esaurimento	% esaurimento
A	alta	troppo elevata	insufficiente
B	media	corretta	sufficiente
C	bassa	troppo bassa	elevata

In questa fase assume grande importanza il contatto merce-bagno e quindi il fattore idrocinetico (movimento del bagno rispetto alla merce da tingere).

Le condizioni più favorevoli si hanno con macchine in cui sia bagno che merce sono in movimento ed in cui il rapporto merce/bagno è basso (maggior numero di cicli/min. del bagno a parità di portata della pompa).

Un veloce adsorbimento del colorante alla superficie della merce riduce la concentrazione del colorante in prossimità della fibra, riducendone in definitiva la velocità d'adsorbimento. Una adeguata velocità di ricambio del bagno a contatto con la fibra consente di mantenere ai massimi valori la concentrazione del colorante nella soluzione in prossimità della fibra e, di conseguenza tale velocità. (Fig. 53).

Contemporaneamente, se il flusso del bagno a contatto con la merce è distribuito uniformemente, consente anche una buona distribuzione statistica del colorante in tutti i punti della superficie migliorando l'uguaglianza a parità di tempo.

La reazione di adsorbimento è in genere sufficientemente veloce da non influenzare la velocità di tintura, e spesso deve essere rallentata o comunque regolata (T° , pH, ausiliari) a valori ottimali per evitare una distribuzione irregolare del colorante.

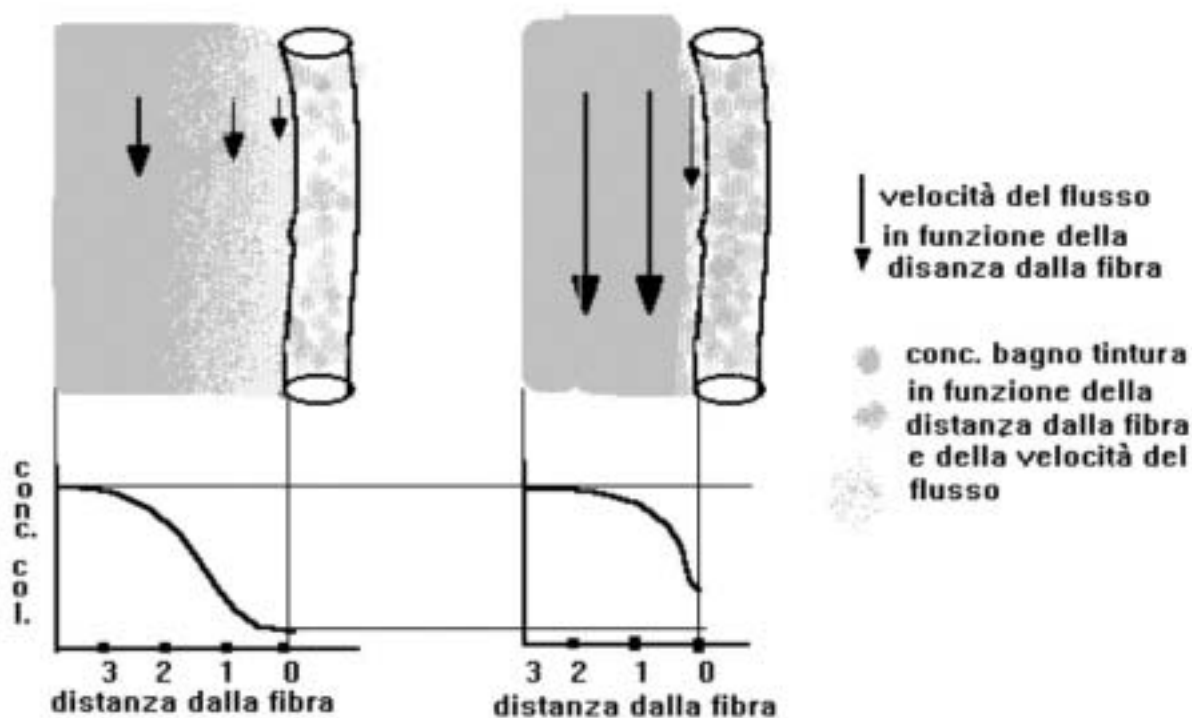


Fig. 53 Concentrazione del colorante nel bagno in prossimità della fibra in funzione del fattore idrocinetico

Terza fase (diffusione)

In questa fase il colorante, adsorbito molecularmente alla superficie della fibra, rompendo e riformando più volte i legami, tende a diffondere all'interno della fibra attraverso le zone amorse per distribuirsi uniformemente e fissarsi definitivamente.

La fase più lenta della tintura è molto importante perché determina i tempi necessari per una buona penetrazione, indispensabile per l'ottenimento di solidità ottimali, influenzando quindi sia i costi che la qualità.

Alcuni fattori determinanti sono:

- La cristallinità della fibra: i coloranti diffondono nelle fibre attraverso le zone amorse, quindi più è cristallina, minore sarà la velocità di diffusione.
- Le dimensioni molecolari del colorante: maggiori sono le dimensioni del colorante, più difficoltosa risulterà la diffusione attraverso le zone amorse.
- La forza dei legami colorante-fibra (affinità): più forte è il legame, più difficile sarà la diffusione.
- La T° di tintura: aumentando, facilita la rottura dei legami colorante-fibra ed allenta i legami intramolecolari della fibra rigonfiandola, rendendo così più veloce la diffusione ma riducendo contemporaneamente l'affinità e quindi l'esaurimento (Fig. 54).

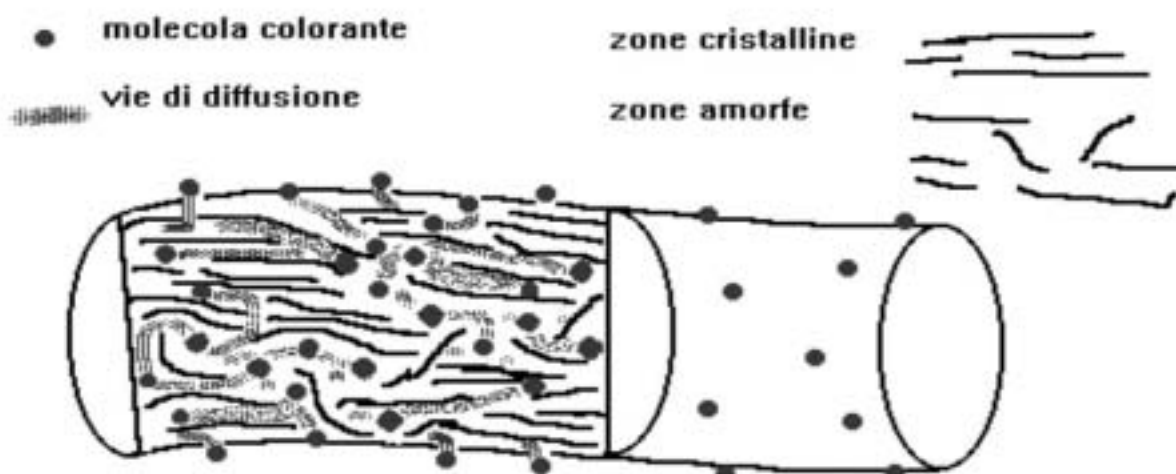


Fig. 54 Schema delle vie di penetrazione e migrazione del colorante

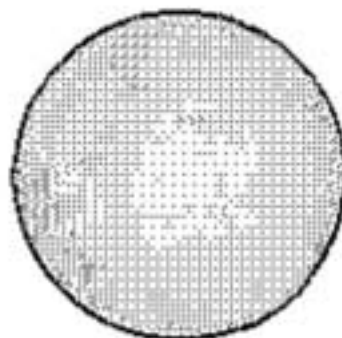
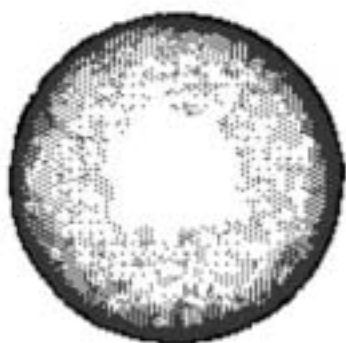
Un maggiore gradiente di concentrazione accelera la diffusione: si avrà così la massima velocità di tintura solo mantenendo satura di colorante la superficie della fibra (mantenendo così il più elevato possibile il gradiente di concentrazione), attraverso una sufficiente velocità di ricambio del bagno alla superficie della fibra (fattore idrocinetico Fig. 53).

La presenza di ausiliari che favoriscano un rigonfiamento della fibra, o aumentino la concentrazione del colorante in prossimità della fibra (rigonfianti), portano ad incrementare la velocità di diffusione.

Il tempo deve essere sufficiente per consentire una buona penetrazione dei coloranti, poiché ciò permette di sviluppare le massime solidità (Fig. 55).

penetrazione insufficiente

penetrazione sufficiente



sezioni di fibre

Fig. 55 Penetrazione del colorante

Quarta fase (migrazione)

Si tratta dell'inverso delle fasi 2 e 3; il colorante deve diffondere verso gli strati esterni della fibra, per poi tornare in soluzione e migrare in zone della fibra in cui la concentrazione di colorante è inferiore, migliorando l'unitezza di tinta.

Bassa affinità, bassa cristallinità della fibra, dimensioni molecolari piccole del colorante, favoriranno questa fase, ma a discapito delle solidità generali e dell'esaurimento dei bagni. Al contrario, un'elevata concentrazione di elettroliti favorisce l'aggregazione dei coloranti a carattere anionico e ciò soprattutto all'interno della fibra, dove la concentrazione di colorante è maggiore, favorendo l'esaurimento e riducendo la migrazione.

La migrazione è favorita da lunghi tempi di permanenza ad alta T° , con aumento dei costi; un buon controllo delle fasi di adsorbimento e diffusione, con distribuzione uniforme del colorante in ogni momento della tintura, può rendere inutile la migrazione con indubbi vantaggi economici e qualitativi.

Per coloranti dispersi, forti sbalzi termici e carenza di adatti disperdenti a carattere colloide-protettore possono causare l'ingrossamento dei cristalli di colorante, che si depositano sulla merce o precipitano, causando difetti di tintura e basse solidità allo sfregamento. Un'eccessiva agitazione (pompe), o un pH non adatto, possono causare l'instabilità della dispersione.

Coloranti a carattere anionico tendono a precipitare a pH eccessivamente bassi, come pure in presenza di acque dure o grossi cationi; coloranti cationici potrebbero precipitare in ambiente neutro o basico, ed in presenza di grossi anioni.

Macchinari per la preparazione e tintura

Esiste una grande varietà di macchine utilizzate nei processi di nobilitazione (trattamenti pretintoriali, tintoriali, di finissaggio).

Per ciò che riguarda le macchine per la tintura, il fattore di maggiore importanza è dato dall'uniformità di distribuzione del colorante (o di altro prodotto chimico) che la macchina deve assicurare nel più breve tempo possibile. In genere, gli stessi accorgimenti che permettono di distribuire uniformemente il colorante, consentono anche una buona eliminazione dello sporco, o un uniforme contatto dei reagenti candeggianti con la merce, quindi, quanto detto per la tintura, nella maggior parte dei casi vale anche per i trattamenti pretintoriali e di finissaggio con applicazione di prodotti chimici.

I macchinari per la preparazione e la tintura possono essere così classificati:

A - Classificazione in base alla merce da trattare:

Il tipo di merce da trattare determina la scelta.

- Macchine per fiocco o filato (in matasse, rocche, subbi)
- Macchine per tessuti trama-catena o maglia in corda (non allargati in altezza)
- Macchine per tessuti in largo (allargati e spianati in altezza)
- Macchine per il trattamento di capi confezionati.

B - Classificazione in base al metodo di lavorazione:

La quantità di merce da trattare ed il tipo di trattamento di nobilitazione determinano la scelta.

- Macchine per procedimenti discontinui.
- Macchine per procedimenti semicontinui .
- Macchine per procedimenti continui.

C - Classificazione in base al principio di funzionamento:

La composizione della merce (fibra ed eventuale intreccio tessile), oltre che il tipo di lavorazione da eseguire, determinano la scelta.

- Macchine a circolazione di bagno.
- Macchine con merce in movimento.
- Macchine con bagno e merce in movimento.

D - Classificazione in base alle condizioni di lavoro:

Il tipo di merce (fibra) e l'operazione da eseguire determinano la scelta.

- Macchine che possono lavorare in pressione ad alte T° (autoclavi HT)
- Macchine aperte, o, che comunque lavorano al massimo a 100°C.

Viene qui riportata una breve descrizione in base alla tipologia A; i singoli macchinari sono trattati più dettagliatamente in seguito.

Macchine per la lavorazione di fiocco, nastro e filato (descrizione generale e a seguire le macchine)

Sono apparecchiature usate per la tintura (anche per operazioni quali candeggio, purga o finissaggi) di fibre tessili in fiocco o più frequentemente in filato nelle sue diverse forme di avvolgimento come rocca, focaccia, ecc. L'impiego di porta materiali modulari intercambiabili consente flessibilità di carico e tintura di rocche di diverso diametro. Sono generalmente forniti di sistemi di automazione, come ad esempio dispositivi automatici di carico e scarico sovrastanti l'apparecchio, sistemi di centrifugazione e di essiccazione, al fine di rispondere alle esigenze sempre maggiori di ottimizzazione dei processi.

Macchine per la lavorazione in largo (descrizione generale e a seguire le macchine)

Come dice il nome sono quelle apparecchiature in cui il tessuto si presenta aperto e ben spianato. Le stesse macchine possono a volte trovare impiego sia in operazioni pretintoriali (ad es. digrezzatura, candeggio, mercerizzazione) sia in processi di tintura, sia in impregnazioni finalizzate ad entrambi gli scopi.

Tra le macchine per la lavorazione in largo ricordiamo la mercerizzatrice, il jigger, il foulard, il siluro, le continue di tintura e di lavaggio, la rameuse.

Macchine per la lavorazione in corda (descrizione generale e a seguire le macchine)

Si tratta di macchine che lavorano con il tessuto che trascinato e/o spinto nel senso longitudinale viene a formare una corda nel senso della trama. Nell'ormai superata tecnologia dell'aspo (vedi paragrafo relativo), l'effetto idrocinetico viene ottenuto mediante il solo movimento della corda di tessuto, mentre con le tecnologie dei Jet ed overflow (vedi relativo paragrafo) anche dal contemporaneo movimento della corda e del bagno, assicurando così un contatto uniforme bagno-merce, ed un ricambio rapido del bagno contenuto nella merce. Macchine basate su questo principio di funzionamento si sono dimostrate adatte per il trattamento di quasi tutti i tessuti delle più svariate composizioni fibrose, sia ortogonali sia a maglia, nelle fasi di preparazione e di tintura, con qualche possibile problema per tessuti aventi struttura molto slegata. Durante le lavorazioni i tessuti risultano liberi in senso trama quindi sono liberi di rientrare e di assestarsi eliminando la maggior parte delle tensioni latenti. Opportune condizioni di lavorazione ed accorgimenti tecnici consentono poi di ridurre al minimo anche le tensioni in senso ordito, e, con opportuni accorgimenti, di smuovere continuamente le pieghe della corda.

L'indubbio vantaggio di queste macchine è dato dalla mano morbida e gonfia, particolarmente adatta per tessuti destinati all'abbigliamento.

Possibili problemi sono legati alla formazione di pieghe permanenti del tessuto, o a tinte disuniformi, sempre legate al problema delle pieghe di corda; in caso di tessuti costituiti da fibre particolarmente delicate o fibre corte, le sollecitazioni meccaniche possono portare a spelature o estrazione di pelo superficiale.

Macchine per la lavorazione in capo (descrizione generale e a seguire le macchine)

Sono macchinari a lavorazione discontinua, le più moderne delle quali sono macchine rotative che utilizzano in tintura rapporti di bagno stretti, in cui il materiale viene posto in un cesto forato che ruota a velocità variabile e al termine della lavorazione centrifuga la merce prima dell'estrazione. Sono dotate di dispositivi di automazione allo scopo di ottimizzare i processi.

Autoclave*

L'autoclave trova impiego per la tintura di fibre tessili in fiocco e filato nelle diverse forme di avvolgimento (rocche, focacce, subbi ecc.).

Questi apparecchi sono costituiti essenzialmente da:

- caldaie verticali o orizzontali, in acciaio inox, nelle quali vengono sistemati porta materiali intercambiabili per poter tingere svariati tipi di materiali (cestelli per la tintura del fiocco, porta rocche, porta focacce, subbi di ordito, ecc.)
- pompa di circolazione bagno (con sistema di inversione)
- serbatoio di espansione per compensare l'aumento del volume del bagno, con il quale è possibile effettuare le necessarie aggiunte di colorante ed ausiliari senza arresto della lavorazione
- pompa di pressurizzazione statica (inseribile indipendentemente dalla temperatura di esercizio)
- caldaiino di campionatura
- quadro di comando con automazione parziale o totale del ciclo di tintura.

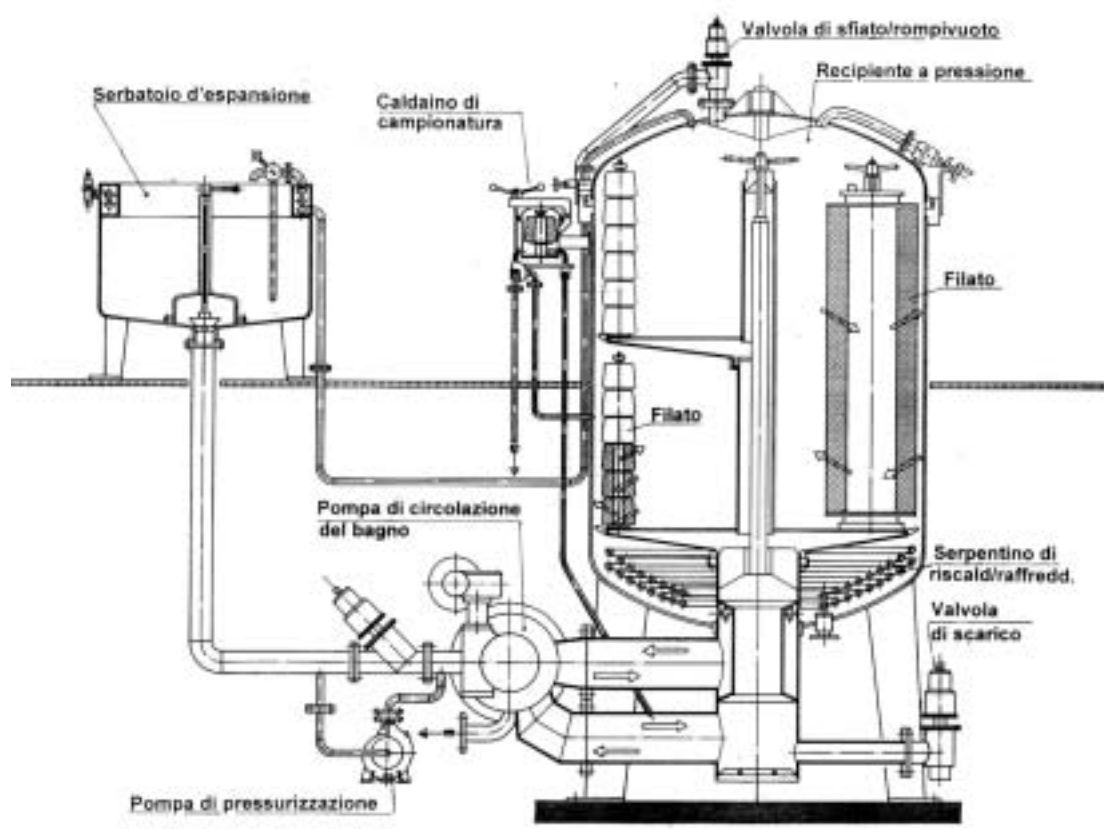


Fig. 56 Autoclave verticale (sezione)

Tutti i costruttori sono oggi in grado di fornire questi apparecchi corredati da programmatore a microprocessore o da PLC che sovrintendono al comando ed al controllo di tutte le funzioni operative (riempimenti/ scarichi/ riscaldamento/ raffreddamento/ traslazioni/ dosaggi ecc.) relative all'intero ciclo produttivo, nonché in casi specifici anche alla regolazione ottimale della portata delle pompe in funzione di parametri preimpostati.

**Alcune parti ed immagini di questo capitolo sono state tratte dal volume "Nobilitazione dei tessili" di Franco Corbani (Centro tessile e abbigliamento, 1994)*

Si può distinguere tra autoclavi verticali, più adatte per aziende con poca disponibilità di spazio (Fig. 56), ed autoclavi orizzontali, più comode come modalità di carico/scarico (Fig. 57 e Fig. 58).



Fig. 57 Autoclave orizzontale con portamateriali

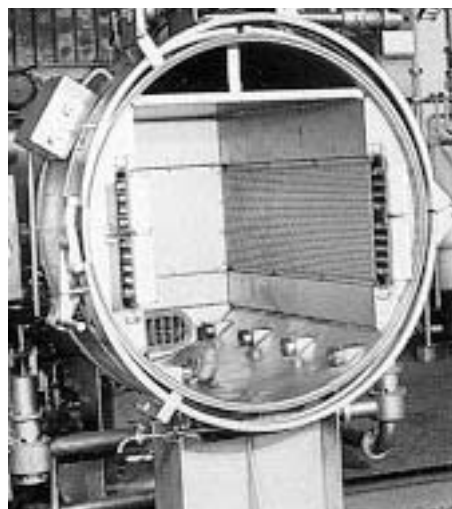


Fig. 58 Vista frontale

Il problema della flessibilità nella capacità di carico, a parità di macchina per tintura utilizzata, unitamente al mantenimento di un rapporto bagno/merce costante è stato risolto inizialmente con l'utilizzo di appositi polmoni (riduttori volumetrici) da inserire nelle macchine stesse al posto del materiale mancante.

Successivamente lo stesso risultato è stato ottenuto con il metodo air-pad: il bagno copre la merce mentre un cuscino d'aria pressurizzata sovrastante offre la possibilità di lavorare con carichi variabili mantenendo fisso il rapporto bagno/merce a valori ottimali. Con questo sistema si può anche ridurre il consumo energetico ed eliminare il vaso d'espansione (vedi macchina e relativi portamateriali di Fig. 59).



Fig. 59 Autoclave verticale a carico variabile e relativo portamateriali

Un'altra variante costruttiva di macchina modulare, utilizzata per sole rocche, è quella che prevede in sostituzione di un'unica caldaia di tintura, una pluralità di caldaiette di dimensioni variabili, che possono funzionare in modo indipendente, consentendo la tintura di più partite di colori diversi, oppure collegate tra loro, consentendo la tintura in un unico colore di una partita di grosse dimensioni (Fig. 60)

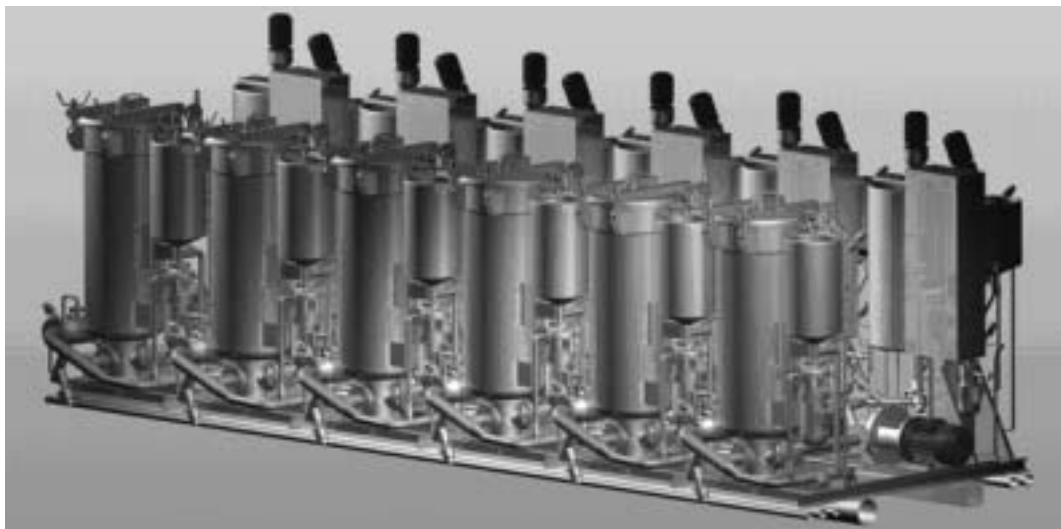


Fig. 60 Macchina modulare

In generale il materiale deve essere disposto ordinatamente per evitare disomogeneità nel passaggio del bagno, che viene fatto passare sotto pressione, alternativamente nei due sensi, interno/esterno e viceversa, secondo tempi programmabili (es. da 2 a 4 cicli al minuto).



Fig. 61 Autoclave orizzontale per rocche



Fig. 62 Portamateriale per rocche



Fig. 63 Portamateriale per fiocco

In tutti questi apparecchi il bagno viene mantenuto in circolazione da pompe che possono essere centrifughe od elicoidali: queste pompe devono garantire e mantenere un flusso di bagno attraverso il materiale, in modo che la superficie della fibra sia in uno stato di saturazione rispetto al colorante. Per fare questo devono vincere tutte le resistenze derivanti da tubazioni e la resistenza del materiale stesso (perdita di carico) ed a tempi variabili invertire il senso di

circolazione del bagno per assicurare l'uniformità di tintura; in casi specifici, con dei dispositivi chiamati inverters (variatori di frequenza), è possibile intervenire direttamente sulla velocità della girante della pompa per regolare il flusso del bagno attraverso il materiale.

Questi apparecchi sono costruiti e collaudati secondo la normativa europea PED per una pressione di lavoro di 5-6 bar e pressurizzati staticamente con una pompa o con il cuscino di aria compressa; possono trattare, evitando cali di portata per cavitazione della pompa di circolazione, fibre sintetiche fino a temperature di 145°C. Il rapporto di bagno medio è circa 1-10.

I cicli di tintura sono automatizzati garantendo così qualità e riproducibilità. Esistono anche versioni con sistemi integrati di tintura, centrifugazione ed asciugamento. Oltre che per la tintura di vari tipi di fibre e miste, questi macchinari possono essere utilizzati anche per purga e candeggio.

Vengono riportati qui di seguito, dei portamateriali a due piani sovrapposti (scomponibili per facilità di carico e scarico). Difatti, oltre alle rocche, focacce, tops ecc. che possono essere inseriti anche negli apparecchi ad un piano o in quelli a caldaia orizzontale, in questi, possono essere trattati anche i subbi di ordito e mediante un polmone riduttore si può all'occorrenza, anche dimezzarne la capacità produttiva (vedi disegni portamateriali) aumentandone la flessibilità operativa.

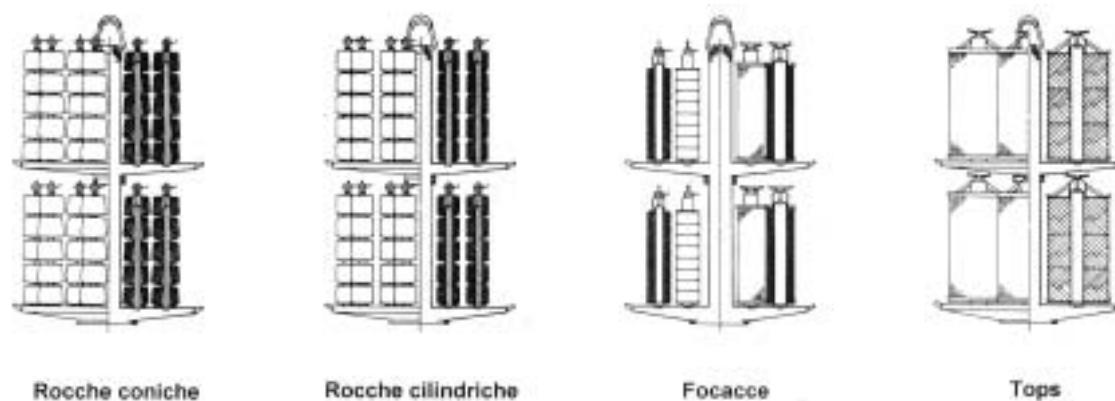


Fig 64 Vari tipi di portamateriali a due piani sovrapposti

In riferimento ai disegni di cui sopra, ci limitiamo a dare qualche ragguaglio circa la sola tintura del filato su rocche. Questa è diventata il procedimento più impiegato per la tintura dei filati, poiché rispetto a quella in fiocco o su matasse (le focacce sono praticamente in disuso) è molto più economica, ecologica e razionale.

A seconda del tipo della fibra, del titolo, della destinazione d'uso, della classe di coloranti impiegati, il diametro e quindi il peso delle singole rocche può variare sensibilmente. Queste possono essere avvolte su tubetti forati di forma troncoconica o cilindrica di vari diametri e varie altezze ed il loro peso può variare dai 700 grammi per filati molto fini di cotone per camiceria e maglieria fino ai 3,5-4 Kg dei rocconi di poliestere.

Si sottolinea il notevole progresso avvenuto nell'automazione e robotizzazione dell'intera tintoria. In particolare la manipolazione delle rocche è ridotta al minimo; robot semplici ed affidabili provvedono al carico/scarico dei portamateriali nonché alle operazioni successive di disidratazione ed asciugamento, ottenute, la prima con idroestrattori a ciclo automatico e la seconda con asciugatoi veloci a circolazione forzata d'aria, oppure a tunnel con riscaldamento ad alta frequenza (vedi paragrafo relativo all'asciugamento).

Armadio

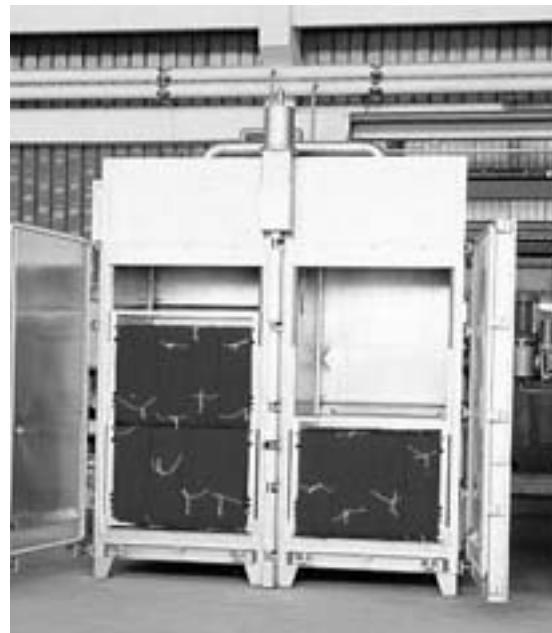
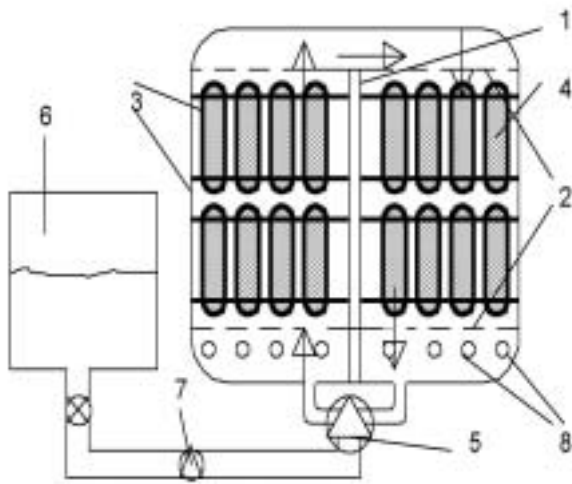
Apparecchio utilizzato per la tintura delle matasse, costituito da una vasca parallelepipedica divisa in scomparti da tramezze tra loro perpendicolari. Le matasse vengono disposte su porta materiali appositi, agganciabili all'interno della macchina in apposite scanalature; il bagno circola nei due sensi (ascendente e discendente) e il materiale non essendo impaccato non offre grande resistenza.

Lavora utilizzando rapporti di bagno ridotti e il bagno stesso viene mantenuto in movimento da pompe assiali a grande portata (adatte per filati delicati), poste nella parte inferiore della macchina.

L'inversione del bagno si ottiene invertendo il senso di rotazione del motore e il riscaldamento del bagno è generalmente ottenuto con serpentine poste all'interno dell'apparecchio o con scambiatori di calore. Può lavorare anche sotto pressione alla temperatura max di 110°C e pressione di 0.5 Kg/cm^2 . Se la pressurizzazione è ottenuta tramite un cuscino d'aria è possibile evitare la circolazione esterna del bagno in serbatoio laterale di espansione.

Ciò consente di mantenere il bagno a una temperatura costante, di ridurre il consumo di energia, di vapore e di acqua di raffreddamento.

Questo macchinario ha generalmente lo svantaggio di dover essere svuotato e caricato ogni volta. In questo apparecchio possono essere effettuate anche operazioni di lavaggio e candeggio.



1 parete centrale; 2 setti forati; 3 supporti forati;
4 matasse; 5 pompa circolazione; 6 vasca aggiunta;
7 pompa secondaria; 8 serpentine.

Fig. 65 Schema e immagine di armadio

Macchina a bracci

E' l'apparecchio migliore per la tintura dei filati più delicati (seta, bemberg, ecc.), perché si evita l'impaccamento della merce che si avrebbe con gli altri sistemi di tintura delle matasse. E' dotato di bracci orizzontali forati nella parte superiore, sui quali vengono sospese le matasse; dai fori fuoriesce il bagno che percola sulle matasse stesse e viene raccolto in una vasca sottostante. Negli apparecchi tradizionali i bracci sono dotati di un'asta spostamatasse (braccio di lisaggio), che a tempi prefissati sposta le matasse, cambiando il punto di appoggio della stesse per garantire un'uniformità di tintura. Durante lo spostamento delle matasse viene interrotto il flusso del bagno per evitare l'aggrovigliamento dei fili; non avendo agganci a supporti rigidi si ha la possibilità di un ritiro completo dei filati. Non lavora sotto pressione. E' possibile tingere a T costante perché il bagno è separato.

Il costo di esercizio di questo tipo di macchinario è generalmente elevato perché utilizza alti rapporti di bagno (1:15 – 1:25 – 1:30).

Il tempo di carico e scarico è alto con fermo macchina ed è necessaria la pulizia dei bracci.

Su questo apparecchio si può effettuare anche purga e finissaggio.

Alcune case produttrici, forniscono apparecchi costruiti con tetto a forma inclinata per evitare lo sgocciolamento sulle matasse, inoltre il sistema di rotazione delle stesse si ottiene con la rotazione dei bracci forati, anziché con la rotazione del dispositivo di sollevamento matasse a braccio fermo; si elimina così l'effetto di strisciamento sulle matasse con perfetta conservazione delle stesse.

Esistono anche macchine per la tintura delle matasse con braccia a sezione triangolare, disposte a raggiera su un rotore a velocità variabile. Dopo la tintura si può procedere alla centrifugazione e all'asciugamento, facendo passare nelle braccia e sulle matasse, aria calda.

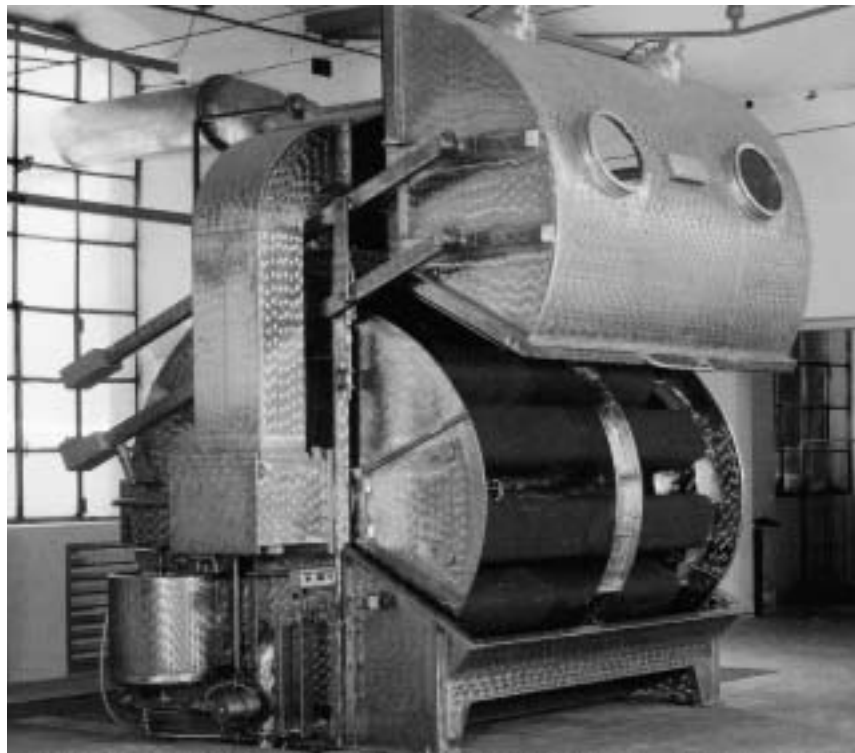


Fig. 66 Macchina a bracci a sezione triangolare

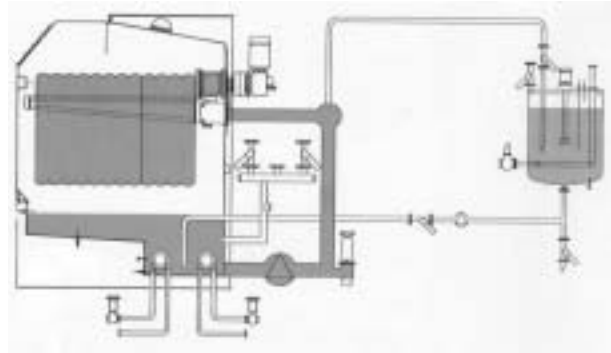


Fig. 67 Macchina a bracci estraibili modulare per tintura matasse.

I bracci estraibili permettono di effettuare il carico e lo scarico delle matasse anche in luoghi lontani dalle macchine di tintura senza dover più intervenire manualmente nelle operazioni intermedie di tintura, spremitura e asciugatura. Può essere utilizzata per filati di seta, cotone, viscosa, cashmere.

Barca ad aspo o mulinello

Si tratta di un apparecchio di tintura in corda di vecchia concezione e sempre più in disuso, con bagno fermo e merce in movimento che lavora alla T° max. di 95-98°C. Il R.B. è generalmente elevato (1:20-1:40). E' costituita da una vasca con una parete ricurva anteriore che funge da scivolo per il tessuto affaldato, mentre posteriormente l'altra parete è verticale. Un settore divisorio forato, posto a 15-30 cm. di distanza dalla parete verticale, crea un'intercapedine per il riscaldamento e l'aggiunta dei reagenti. Il riscaldamento può essere a vapore diretto o indiretto.

Il movimento del tessuto è assicurato da un aspo a forma circolare o ellittica, coperto da una sottopazza per evitare slittamenti delle pezze in lavorazione con conseguenti abrasioni.

La corda in lavorazione passa in una rastrelliera posta sul setto forato verticale, assicurando la separazione delle diverse corde di tessuto ed evitandone l'aggrovigliamento; passa poi su un cilindro guida che accompagna il tessuto nella fase di sollevamento dalla vasca provocando una parziale spremitura con conseguente ricambio del bagno, quindi, trainata dall'aspo ritorna ad affaldarsi nel bagno. Evidentemente quando si introduce il tessuto nella macchina è necessario effettuare una cucitura tra testa e coda della pezza, cucitura che deve essere effettuata in drittofilo. La velocità massima di movimento del tessuto si aggira sui 40 m/min., perché velocità superiori potrebbero provocare spelature; tensioni eccessive in fase di sollevamento possono portare a deformazioni e velocità di circolazioni elevate a sbattimenti delle corde con conseguenti aggrovigliamenti. Il tessuto non deve rimanere affaldato e fermo nella vasca per più di 2 min per evitare formazione di difetti o fissazione delle pieghe, quindi la lunghezza delle corde deve essere limitata.

La barca ad aspo è adatta per tutti i tessuti, ad eccezione di quelli che, per la composizione fibrosa o per la struttura, hanno tendenza a fissare le pieghe, o si possono deformare facilmente a causa della trazione dell'aspo.

Viene utilizzata preferenzialmente per operazioni pretintoriali (purghe, lavaggi, candeggi) perché l'alto R.B. d'utilizzo consente ottimi risultati, mentre in tintura porta a elevati consumi energetici, di prodotti ausiliari, di coloranti e d'acqua, con costi d'esercizio elevati; inoltre la difficoltà di

controllo della temperatura (il bagno è fermo ed il riscaldamento è posto ad una estremità) e la scarsa possibilità di movimento delle pieghe di corda, possono pregiudicare i risultati di tintura. Si tratta di una delle più vecchie macchine impiegate nel ciclo di nobilitazione, ma risulta ancora utile per la sua versatilità soprattutto nelle operazioni di purga, candeggio di piccole partite. Può anche servire per il lavaggio utilizzando la macchina in continuo, cioè introducendo il tessuto da un lato (lato A, Fig. 69), facendolo procedere a spirale nella macchiana (sfruttando la rastrelliera) per farlo uscire dal lato opposto (lato B).

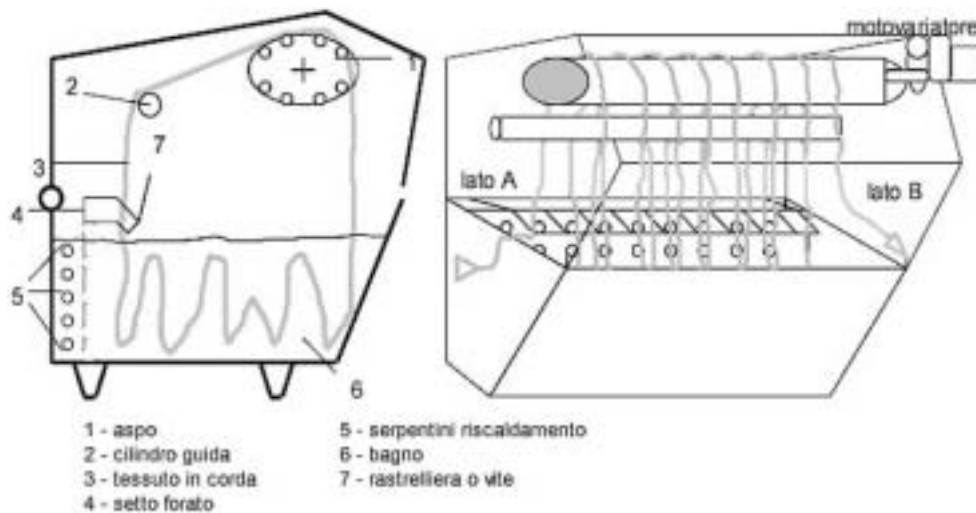


Fig. 68 e 69 Schemi di barca ad aspo

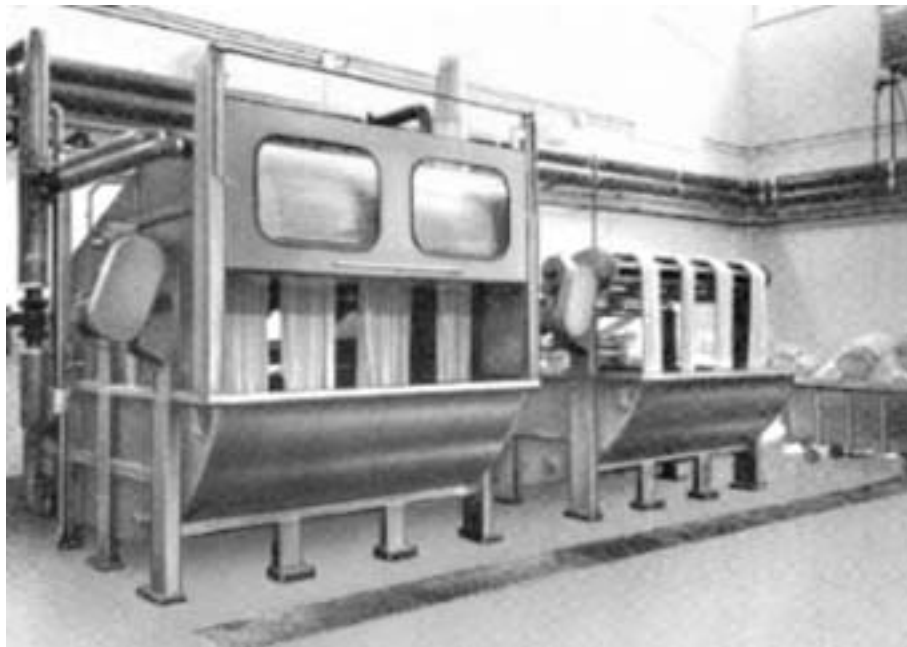


Fig. 70 Immagine di barca ad aspo

Jet

Sono delle macchine per tintura in corda o per la preparazione con merce e bagno in movimento; il trascinamento del tessuto è esclusivamente idraulico e possono lavorare in condizioni HT (T° massime di 135-140°C.), con rapporti bagno/merce molto contenuti (1:5-1/15).

Possiamo distinguere tra macchine a riempimento parziale, adatte per tessuti di PL o PA ed artificiali in fibra continua, ed a riempimento totale, adatte anche per tessuti più delicati (trascinamento più morbido col tessuto sempre immerso). La tendenza attuale è comunque quella di produrre macchine con trascinamento delicato, eventualmente abbinando all'effetto idraulico del jet, a quello meccanico di un aspo di grosse dimensioni, per renderle adatte al trattamento di un'ampia gamma di tessuti e quindi più versatili.

Jet a riempimento parziale (Fig. 71): la macchina è costituita esternamente da un'autoclave, in genere a forma cilindrica orizzontale, con una torretta ad un'estremità, munita di portello d'accesso con oblò; nella torretta di solito è sistemato l'ugello del jet dal quale parte un tubo che, passando sopra o sotto l'autoclave, si ricollega alla stessa, rientrando nella parte inferiore all'estremità opposta.

All'interno dell'autoclave, il tessuto in corda ed affaldato, scorre lentamente in una apposita vasca, parzialmente immerso nel bagno, fino a raggiungere la zona di sollevamento (torretta). In questa zona la corda viene sollevata, e, passando su un cilindro (o aspo) folle o motorizzato, viene immessa nell'ugello del jet, e, seguendo il tubo di rinvio, viene riportata, e di nuovo affaldata, nella parte opposta della vasca per ricominciare il ciclo.

Il bagno, mosso da una pompa (centrifuga o assiale pluristadio), passa in uno scambiatore di calore, per essere poi inviato all'ugello del jet.

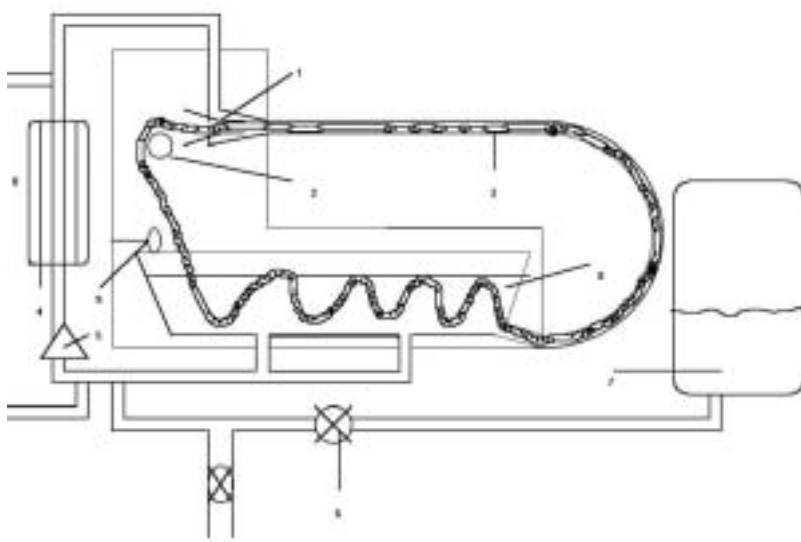


Fig. 71 Schema di jet a riempimento parziale

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1- jet | 2- cilindro guida |
| 3- tubo di trascinamento | 4- scambiatore di calore |
| 5- pompa circolazione bagno | 6- pompa secondaria |
| 7- vasca delle aggiunte | 8- tessuto e vasca di sosta |
| 9- segnalatore magnete | 10- valvola By-pass |

Il sistema di trascinamento a jet (sfrutta il principio Venturi) (Fig. 72), è costituito da un imbuto esterno, coassiale col tubo di passaggio del tessuto; il bagno, alimentato con una certa portata, viene progressivamente accelerato nella sezione decrescente dell'imbuto (sez. A e B nella Fig. 72), fino a raggiungere velocità molto elevate (500-1400 m/min., in funzione della portata e del diametro), per essere proiettato sul tessuto nel tubo di trascinamento. L'attrito che si genera tra bagno e corda, dovuto alla veloce corrente, provvede a trasportare il tessuto lungo il condotto; contemporaneamente la forte turbolenza del flusso acquoso favorisce lo spostamento delle pieghe della corda.



Fig. 72 Schemi di eiettori

- | | |
|---------------------------|-----------------|
| 1 - jet | 4 - calettatura |
| 2 - tessuto | 5 - strozzatura |
| 3 - tubo di trascinamento | |

La velocità di circolazione del tessuto può essere regolata: nelle vecchie macchine tramite un by-pass con valvola regolabile, si controlla la portata di bagno alimentata all'ugello e conseguentemente la velocità di trascinamento del tessuto; nelle macchine più recenti la regolazione avviene mediante pompe a portata variabile dotate di inverter e/o con ugelli regolabili.

Solitamente il bagno deve essere riciclato almeno ogni 30-60 secondi: ad ogni riciclo il bagno passa nello scambiatore di calore favorendo un perfetto controllo della T° anche in fase di riscaldamento o raffreddamento veloce, consentendo tinture più rapide ed uniformi; la corda di tessuto deve compiere un ciclo completo ogni 1-2 min. (per evitare difetti dovuti a pieghe di affaldatura per la lunga sosta nella vasca).

Il tipo d'ugello e la sua dimensione determinano anche la gamma dei pesi metrici dei tessuti trattabili. Alcune macchine sono particolarmente adatte per trattare tessuti leggeri, o medi oppure pesanti, altre consentono di trattare tessuti di diverso peso metrico mediante la sostituzione o la regolazione dell'ugello.

Le condizioni operative portano ad una veloce ed uniforme distribuzione ed interscambio del colorante (o comunque dei prodotti chimici) sul tessuto, quindi a tempi di trattamento ridotti; la velocità di trascinamento può raggiungere valori elevati (400-600 m/min.) e nei tessuti a fibre corte e delicati, si possono verificare abrasioni e/o formazione di peluria superficiale, mentre l'elevata differenza di velocità tra bagno e corda nell'ugello e la fase di sollevamento del tessuto dalla vasca d'accumulo, possono portare a deformazioni dei tessuti più sensibili alla trazione.

Alcune macchine di recente progettazione, grazie ad accorgimenti di vario tipo quali aspi di grosse dimensioni, ampio angolo del tessuto sull'aspo, adeguamento della velocità dell'aspo a quella effettiva del tessuto, minimo sollevamento del tessuto dal bagno, e superfici interne rifinite a specchio, consentono di trattare, in condizioni ottimali (assenza di tensioni), non solo tessuti in fibre sintetiche o artificiali, ma anche tessuti delicati di fibre naturali senza pericoli di deformazioni o abrasioni. Inoltre sistemi antitorsione, di controllo del flusso lamellare del bagno sia nell'eiettore sia nel condotto di trascinamento e dispositivi di controllo dell'affaldamento del tessuto, consentono di evitare l'attorcigliamento della corda e sopra avanzamenti delle falde con il tessuto guidato nelle vasche interne.

Altre case costruttrici, oltre all'adozione di alcuni particolari precedentemente citati, hanno introdotto un sistema di distribuzione del bagno, anche nella parte superiore del tubo di tintura, con risultati ottimali oltre che nella tintura, anche nelle operazioni di purga, rilassamento e decorticazione.

Jet a riempimento totale: la forma può variare a seconda della casa costruttrice; solitamente il portello d'accesso si trova nella parte alta, in prossimità dell'ugello, il quale è sempre immerso, come pure il tessuto trattato. Il principio di trascinamento della corda rimane identico a quello dei jet ad ugello esterno, ma qui la corda viene investita dal getto nel tubo Venturi in modo più delicato, evitando così eccessive tensioni, trazioni in fase di sollevamento e sfregamenti contro organi metallici; anche le velocità massime di circolazione del tessuto vengono ridotte (200-230 m/min.) rispetto ai jet a riempimento parziale consentendo anche il trattamento di tessuti delicati,

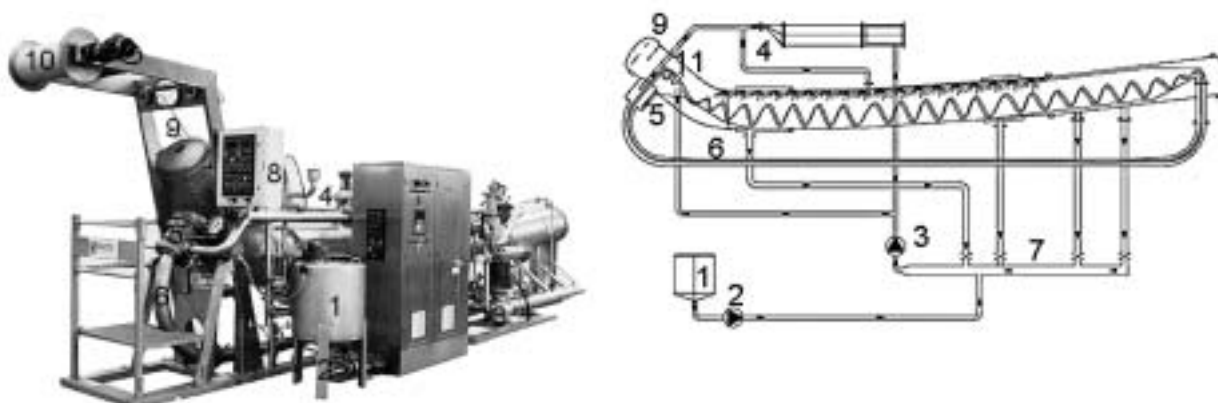


Fig. 73 Immagine e schema di jet

- | | |
|---|--|
| 1- Vasca aggiunte e filtro | 7- Sistema di prelievo bagno |
| 2- Pompa aggiunte | 8- PLC e pannello di controllo |
| 3- Pompa di circolazione | 9- Portellone di carico |
| 4- Dispositivo di distribuzione del bagno | 10- Aspo di scarico |
| 5- Jet | 11- Aspo e dispositivo antiarrotolamento |
| 6- Tubo di trascinamento | |

più soggetti a formazione di peluria superficiale o spelature.

In effetti, macchine di questo tipo esistevano sul mercato da diversi anni, ma lavoravano con R.B. elevati (1:15-1:25), con costi elevati sia dal punto di vista energetico (riscaldamento, potenze installate per le pompe), sia del consumo di acqua, prodotti chimici e quindi di depurazione, sia dei tempi di trattamento (minor numero di cicli al minuto).

Attualmente sono presenti sul mercato Jet a riempimento totale concepiti per lavorare con R.B.

contenuti (1:10-1:12), che consentono di trattare anche tessuti delicati di tipo laniero o misti, in tempi ridotti e con costi limitati. Nella Fig. 74 è riportato lo schema di un Jet a riempimento totale che consente di lavorare con R.B. di 1:12 con tre cicli/min., favorendo così un costante controllo della T° ed un ottimo contatto bagno merce. Un accorgimento particolare è la presenza di due jet che consentono la circolazione del tessuto in entrambe le direzioni, favorendo l'ugualizzazione, ed eliminando il problema di eventuali aggrovigliamenti della corda.

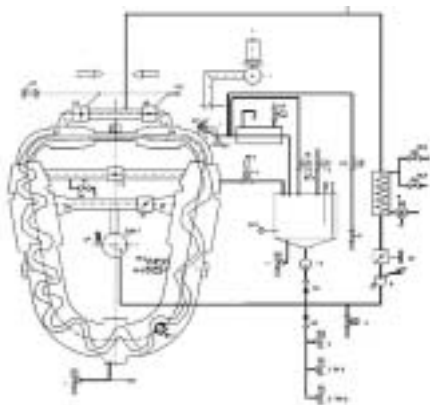


Fig. 74 Schema e immagine jet a riempimento totale

Overflow

E' una macchina per il pretrattamento e la tintura del tessuto in corda, con bagno e merce in movimento; struttura e rapporti di bagno sono simili a quelle del Jet.

La differenza sostanziale rispetto ai Jet è data dal fatto che il trascinamento del tessuto è affidato in parte all'aspo motorizzato, e in parte al flusso progressivo del bagno. L'ugello del jet, basato sul principio Venturi, è sostituito da una vasca nella quale viene alimentato il bagno; lo stesso, per effetto di troppo pieno, entra nell'imbuto e quindi nel tubo di trasporto, unitamente alla corda del tessuto. In questa fase, sia per un'accelerazione progressiva dovuta alla caduta del bagno, sia perché le velocità raggiunte non sono troppo elevate, sia perché la portata del bagno è molto elevata ed il tubo di trascinamento è generalmente di grandi dimensioni, il tessuto subisce piccole sollecitazioni di trazione ed è sottoposto a basse forze d'attrito. La macchina è quindi adatta anche per tessuti delicati, purché non sensibili alle pieghe di corda.

La velocità di movimento del tessuto è regolata, come già accennato, sia dalla velocità dell'aspo, sia dalla quantità di acqua che la pompa alimenta all'imbuto di trascinamento (60-250 m/min.).

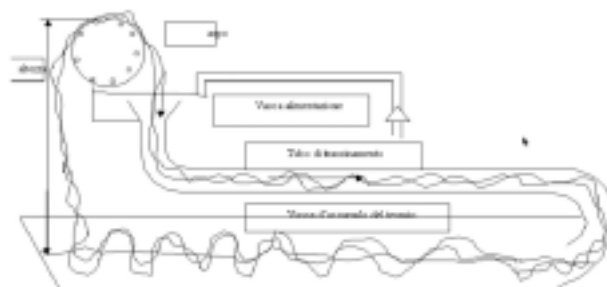


Fig. 75 Schema di overflow

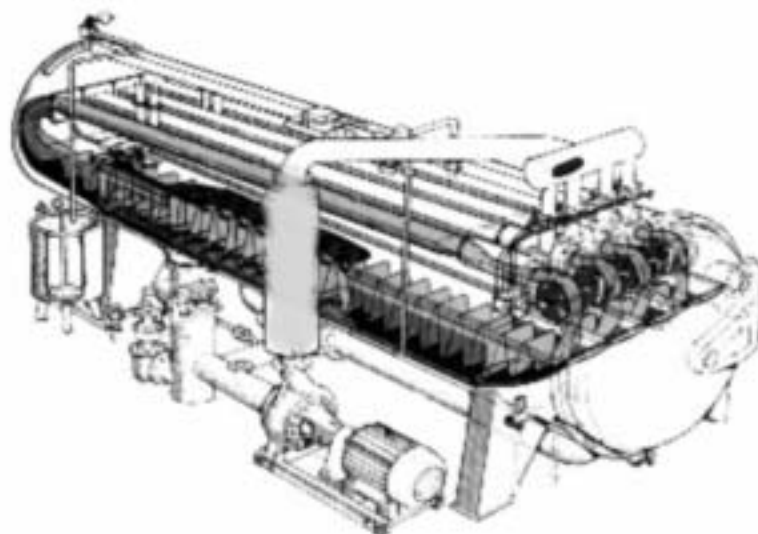


Fig 76 Schema di overflow a quattro corde

Le case produttrici di overflow possono fornire sia macchine che lavorano in condizioni HT (da 130 a 140°C.), particolarmente adatte per fibre sintetiche, artificiali e loro miste, sia macchine che operano a pressione atmosferica, adatte soprattutto per fibre naturali (solitamente possono arrivare a 98-108°C. e sono leggermente pressurizzate per evitare effetti di cavitazione nelle pompe di circolazione quando si opera a T° vicine ai 100°C. Fig. 76).

Attualmente si trovano sul mercato jet ed overflow di vari tipi, ed i produttori adottano i più svariati accorgimenti costruttivi per renderli più versatili o adattarli meglio ad esigenze specifiche dei clienti.

Possiamo citare alcune tra le soluzioni più interessanti:

- Flow-jet, ovvero macchine che possono indifferentemente utilizzare il sistema di trascinamento del tessuto con principio Venturi o per cascata, sempre accoppiati all'aspo motorizzato (Fig. 77B e D).
- Flow-jet con ugello regolabile per consentire una variazione continua dell'effetto di trascinamento (con ugello chiuso si ha un forte effetto jet, mentre con l'ugello completamente aperto si ha il funzionamento come overflow) (Fig. 77A, C e E, schema ugello variabile Fig. 77F).
- Macchine verticali nelle quali il tessuto viene sollevato 1-1,5 m. dal livello del bagno, con discrete sollecitazioni sui tessuti (consentono velocità di trasporto elevate, adatte soprattutto per i tessuti in fibre artificiali e sintetiche continue) (Fig. 77A, B, D e E).
- Macchine orizzontali, nelle quali il tessuto viene sollevato poco dal livello del bagno, con conseguenti basse sollecitazioni di trazione e velocità di trasporto ridotte (adatti per i tessuti più delicati) (Fig. 77C).
- Macchine con tubi di trasporto lunghi (Fig. 77B e C) o brevi (Fig. 77A e D) o con diverse conformazioni per adattarsi meglio alle varie esigenze e/o tipologie di tessuto (Fig. 77A, B e D).

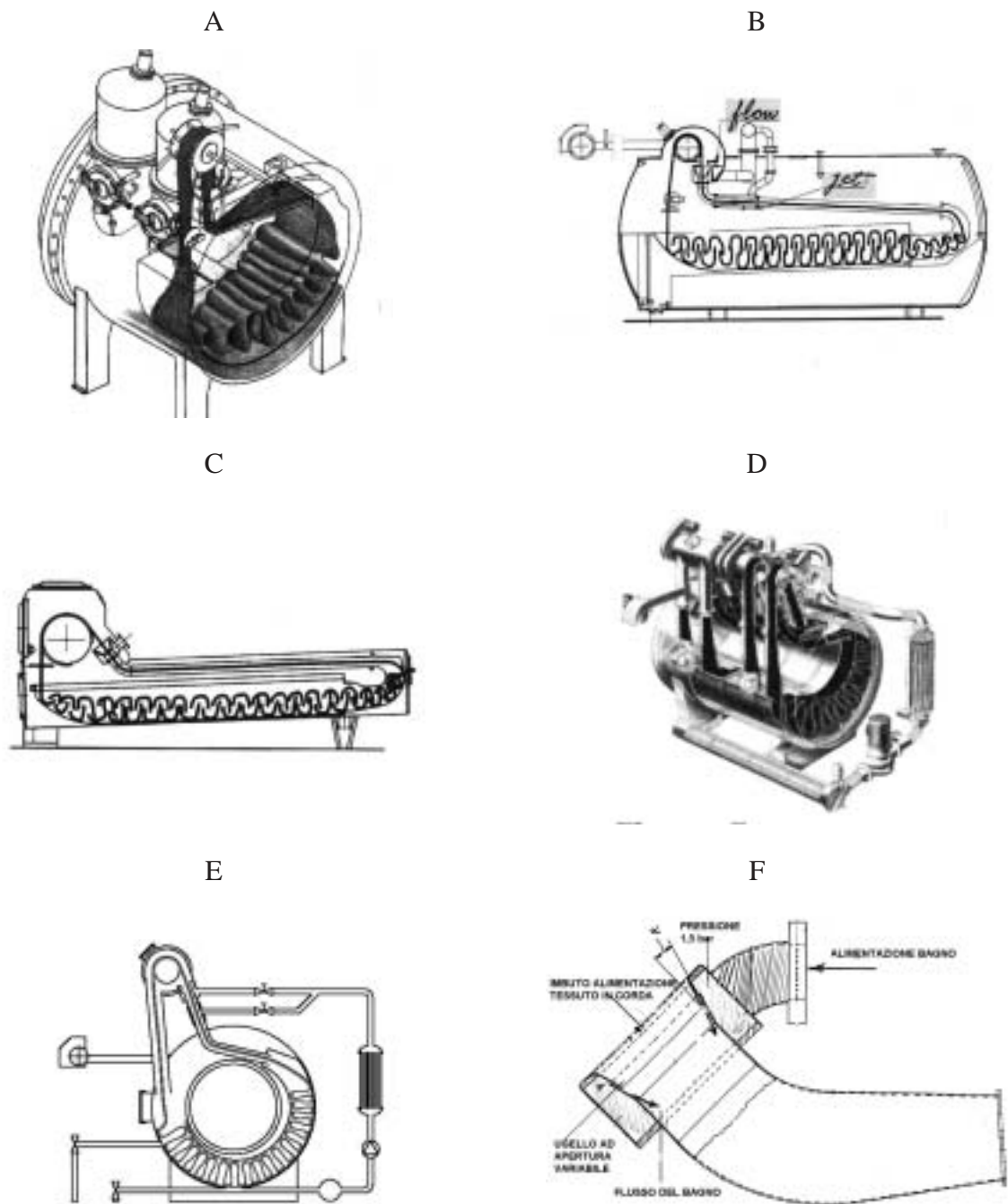


Fig. 77 Vari tipi di jet ed overflow, ugello ad assetto variabile

- Macchine con vasche d'accumulo teflonate, o inclinate per favorire lo scivolamento del tessuto in falde riducendo i problemi di sfibrillature, abrasioni e/o di fili tirati (Fig. 77C).
- Tubi di trasporto leggermente inclinati verso l'alto per ridurre l'attrito della corda con le superfici metalliche (il tessuto viene trascinato sempre immerso nel bagno) (Fig. 77C).
- Immissione di aria nell'ugello o nel flow, per favorire lo spostamento delle pieghe di corda.
- Getti d'aria posti sotto l'aspo per ridurre i pericoli d'abrasione del tessuto.
- Separazione di parte del bagno dalla corda nell'ultima parte del tubo di trasporto, per ridurre la velocità del tessuto all'entrata della vasca d'accumulo, evitando affaldature irregolari ed aggrovigliamenti.

- Sistemi idraulici per favorire un'affaldatura uniforme del tessuto senza aggrovigliamenti.
- Possibilità di scaricare il bagno a T° superiori ai 100° C. (quando possibile per abbreviare i cicli di lavorazione) (Fig. 77D).

Sul versante della produttività e della flessibilità di produzione, le diverse case produttrici offrono varie soluzioni. E' importante ricordare che la capacità di carico (in Kg) della macchina è legata al volume di bagno massimo utilizzabile ed al rapporto di bagno; il peso metrico del tessuto (come detto il tempo di un ciclo per la corda non deve superare i 2 min.), può influenzare la lunghezza massima della corda, e quindi il carico massimo in Kg. In pratica per trattare partite di diverse dimensioni (da 50-60 Kg. fino a 800-1200 Kg.) si costruiscono macchine a più corde con vasche d'accumulo separate (Fig. 76 e Fig. 79), o macchine con conformazione a percorso variabile delle corde (fig. 77D) che consente a parità di carico di ridurre i tempi di tintura.

Per avere una maggiore versatilità, le macchine (ad 1, 2, 3 o più corde) possono essere gemellate: in altre parole, due macchine identiche possono lavorare singolarmente due partite diverse; in caso di necessità, collegate fra loro, operano contemporaneamente sulla stessa partita con lo stesso bagno e nelle stesse condizioni, raddoppiando così la capacità di carico (Fig. 78).

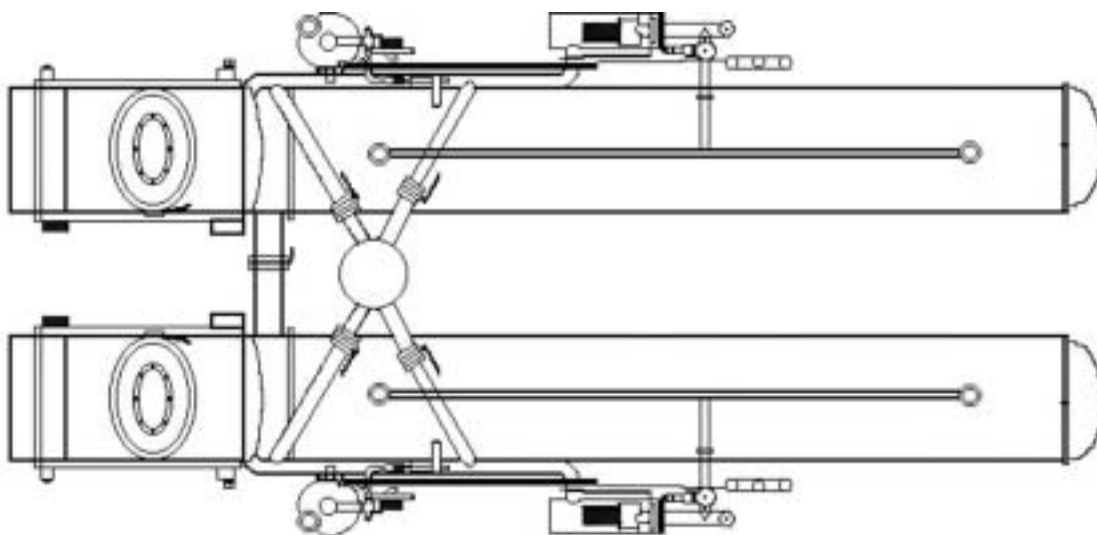


Fig. 78 Flow gemellati



Fig. 79 Immagine scarico flow a 3 corde

Sia jet, sia overflow sono dotati di un aspo motorizzato di carico e/o scarico del tessuto (Fig. 79).

Air Jet

Queste macchine sono le più recenti immesse sul mercato dai costruttori per la tintura di tessuti in corda. Il principio di funzionamento è simile al jet, ma il tessuto, accompagnato da un aspo motorizzato, è investito nell'ugello da un forte flusso di aria, proveniente da una o due turbine (o ventilatori) che l'aspirano dall'interno. Nella fase di trascinamento, o all'uscita dalla stessa, o, se necessario in entrambe le zone, la corda viene irrorata da una quantità controllata di bagno di tintura, nebulizzato ed in leggero eccesso rispetto a quello effettivamente assorbito dalla fibra. Quando il tessuto si affalda nella vasca d'accumulo forata, perde l'eccesso di bagno che viene riciclato dall'apposita pompa.

Le velocità di trascinamento possono raggiungere anche valori molto elevati, variando da 250 a 1000 m/min, mentre il rapporto merce/bagno può, teoricamente, raggiungere valori da 1:1 a 1:2; praticamente si lavora con rapporti bagno/merce di 1:3-1:8. Normalmente può lavorare in condizioni HT.

L'elevata velocità di trasporto del tessuto, unitamente al basso valore di rapporto bagno/merce consente di ottenere risultati ottimali di tintura in tempi brevi e di ridurre le quantità di acqua e quindi di ausiliari e coloranti necessari, con conseguente riduzione dei costi (anche di depurazione). Quanto detto è particolarmente valido per le fasi di tintura, soprattutto per coloranti che hanno bassa affinità per le fibre e basse percentuali d'esaurimento. A volte può comportare dei problemi per la bassa solubilità di alcuni coloranti e/o nel successivo lavaggio dopo tintura, quando sarebbero vantaggiosi R.B. più elevati.

Queste macchine erano nate per la tintura di tessuti in fibre sintetiche e misti artificiali o sintetiche con elastiche, e per tessuti in microfibra, ma in effetti si sono rivelate particolarmente adatte per le artificiali a bava continua. Infatti, se da un lato il trascinamento con aria favorisce un continuo movimento del tessuto, riducendo la possibilità di difetti dovuti a pieghe di corda, per un altro lato il tessuto tende a compattarsi sul fondo della macchina per la quasi totale assenza di bagno, portando alla fissazione di pieghe di affaldamento. Questo problema si manifesta soprattutto nei tessuti in fibra sintetica, in particolare se non ben termofissati, ed a volte risulta favorito dalla lama d'acqua inviata sul tessuto all'uscita dell'ugello.

Possono lavorare partite da 100 a 600-800 Kg., in funzione della dimensione della macchina e delle corde.

Molte soluzioni adottate per jet ed overflow sono valide anche per l'air jet:

vasche teflonate, controllo dell'affaldatura, scarico forzato dei bagni, macchine a più canali (o corde). In particolare, la macchina rappresentata in Fig. 80 è dotata di:

- 1- Aspo d'introduzione del tessuto con velocità variabile da 250 a 700 m/min. (1.000 con macchina pressurizzata).
- 2- Ventilatore che alimenta l'eiettore prelevando aria dall'interno.
- 3- Sistema di lavaggio interno della macchina.
- 4- Canale di trasporto che favorisce l'apertura progressiva della corda.
- 5- Immissione del bagno nebulizzato all'uscita del canale (riduce l'impatto del tessuto con la griglia).
- 6- Griglia d'impatto regolabile.
- 7- Ugello d'immissione del bagno nel canale di trasporto.
- 8- Ventilatore al centro della macchina (insonorizzazione).
- 9- Cesto d'accumulo a sezione crescente.
- 10- Superficie teflonata.
- 11- Sistema di recupero tessuto con comando esterno.

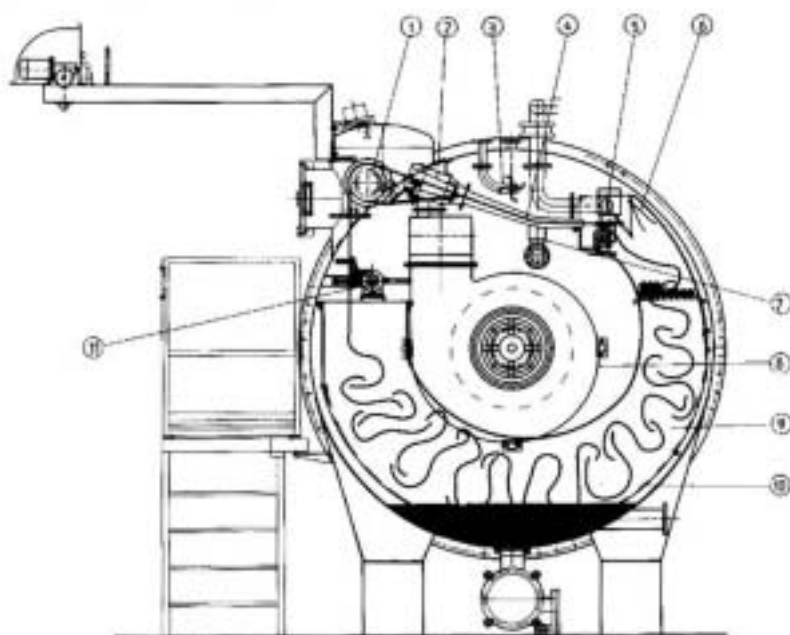


Fig. 80 Schema di Air-Jet



Fig. 81 Percorso della corda

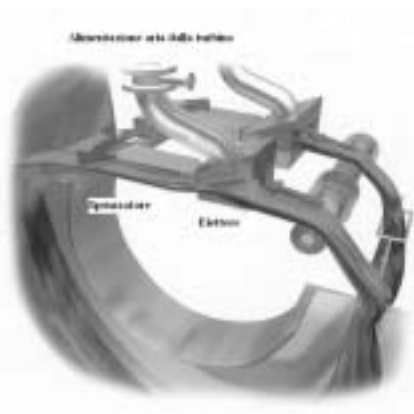


Fig. 82 Particolare eiettori

L'elettronica, abbinata all'informatica ha consentito l'introduzione di dispositivi atti sia alla memorizzazione dei programmi di lavoro, sia a tenere costantemente sotto controllo tutte le condizioni operative, visualizzandole sui quadri di comando ed eventualmente memorizzandole in unità centrali:

- Dispositivi per la rilevazione del passaggio del magnete inserito nella cucitura, con conseguente calcolo della velocità media di circolazione della corda, e possibilità di fermare la cucitura nei pressi del portellone per una veloce campionatura.
- Pompe, aspi e ventilatori a velocità variabile, controllata elettronicamente.
- Dispositivi per rilevare la tensione di traino del tessuto, e conseguente regolazione della velocità di trasporto della corda (se la tensione supera i valori impostati, rallenta l'aspo e riduce la portata la pompa, per evitare deformazioni e abrasioni).
- Impostazione, memorizzazione, controllo e registrazione del ciclo di tintura (temperature,

tempi, aggiunte ecc.). Richiamo delle aggiunte dalla cucina colori automatica (o dalla vasca delle aggiunte), oppure segnalazioni luminose e/o acustiche per l'operatore.

- Sistemi di sicurezza per l'apertura dei portelloni nelle macchine pressurizzate.
- Possibilità di recuperare calore preriscaldando l'acqua in entrata con il bagno in uscita.

Operazioni da effettuare nel ciclo di lavorazione:

- Impostazione del ciclo o richiamo del ciclo precedentemente memorizzato.
- Immissione dell'acqua (fredda/preriscaldata/addolcita/dura) e controllo del livello.
- Immissione del tessuto da subbio, o affaldato su carrello, tramite jet o flow.
- Recupero della testa del tessuto dalla vasca d'accumulo e cucitura testa-coda in drittofilo.
- Eventuale inserimento del magnete (in particolare per macchine HT) nella zona della cucitura.
- Avviamento del ciclo.
- Eventuali aggiunte di prodotti/coloranti (automatiche da cucina colori, semiautomatiche o manuali dalle vasche delle aggiunte).
- Controllo delle variabili di lavorazione sulla strumentazione del quadro comandi, controllo visivo dall'oblò.
- Nelle tinture, controllo della corrispondenza colore a fine ciclo tramite apertura portellone e prelievo campione in prossimità della cucitura testa/coda (se necessario avvio ciclo correzione).
- Eventuale lavaggio e/o risciacquo del tessuto.
- Alla fine del ciclo, apertura della cucitura e scarico del tessuto tramite aspo motorizzato.
- Lavaggio macchina.

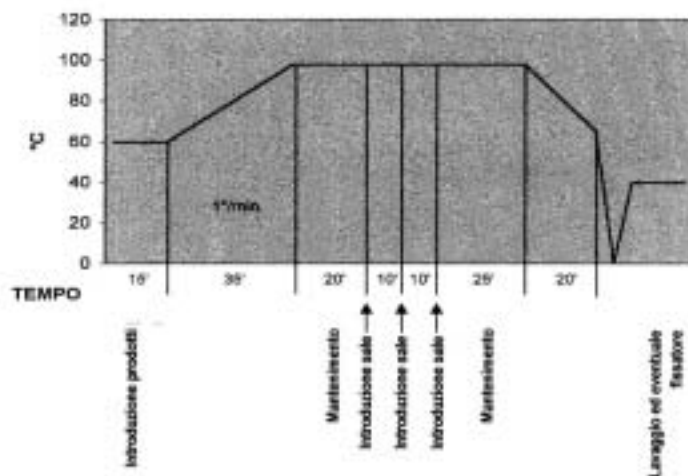


Fig. 83 Esempio di un diagramma di tintura che può essere visualizzato sul display di un macchinario di tintura

Jigger

Sono apparecchi in uso da tempo, utilizzati per trattare quantità medie di tessuto trama-ordito in largo, ad esaurimento.

Il materiale si muove e il bagno è fermo, tranne nelle apparecchiature più moderne che sono munite di pompa di circolazione.

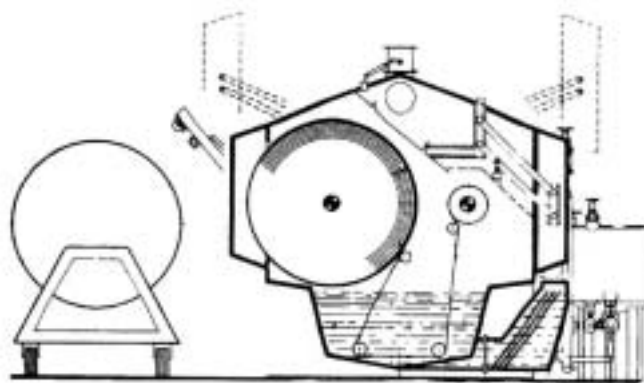


Fig. 84 Schema di un Jigger

Le pezze sono cucite fra loro per formare un lungo nastro e presentano all'inizio e alla fine un telo lungo alcuni metri (4 – 5 m) che ha lo scopo di consentire una tintura regolare di tutto il tessuto, lasciando la macchina incorsata a fine processo. Le pezze si srotolano da un rullo, attraversano il bagno (tenuti in posizione da cilindri guida e da un bilanciere che ha il compito di evitare la formazione di pieghe) per poi arrotolarsi su un rullo di destinazione fino alla fine del processo.

La velocità di passaggio e le tensioni sulla pezza vengono regolate tramite dispositivi che devono impedire modifiche della stabilità dimensionale, soprattutto nel caso di tessuti leggeri e/o di fibre delicate. Il diametro massimo del rotolo può raggiungere i 1450 mm con altezza in pezza variabile fra 1400 e 3600 mm. La velocità di passaggio del tessuto è regolabile fra 30 e 150 m/min. e viene mantenuta costante durante l'intera operazione. Anche la tensione deve essere costante ed è regolabile fra 0 e 60 kg. Poiché il tempo di passaggio è molto breve i fenomeni di tintura avvengono soprattutto sul tessuto arrotolato sui rulli.

La composizione del bagno assorbito deve essere la più costante possibile su tutta la larghezza e l'altezza della pezza e questo comporta, per partite molto lunghe, la necessità di effettuare aggiunte per evitare il difetto del così detto testa-coda. Su tessuti leggeri (viscosa, nylon) arrotolati con una eccessiva tensione, può presentarsi il fenomeno della marezzatura.

Questi apparecchi lavorano con un rapporto bagno piuttosto basso (da 1:1 a 1:6).

Oltre che nella tradizionale versione atmosferica, esistono anche jigger HT che consistono in un apparecchio alloggiato in una autoclave in modo da lavorare sotto pressione.

Vengono usati per tingere tutte le fibre.

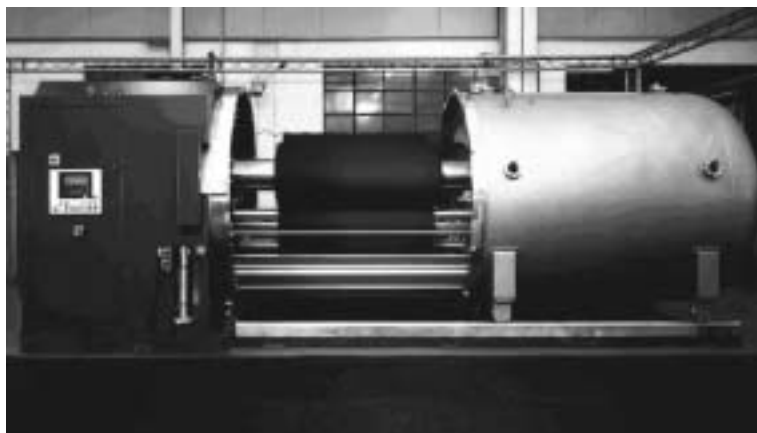
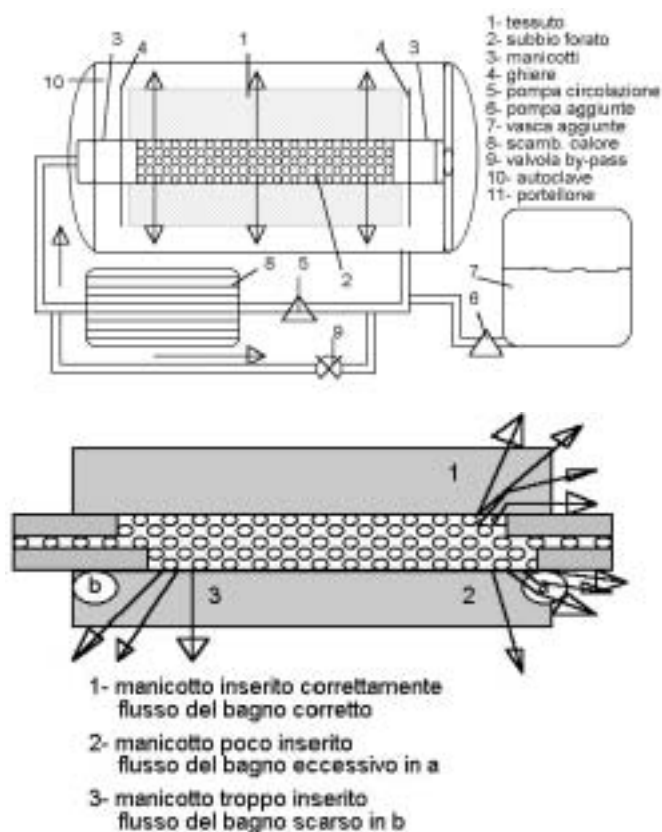


Fig. 85 Immagine di un Jigger HT

Siluro

Con l'avvento del poliestere (anni '60) che richiedeva condizioni drastiche di temperatura (fino a 140°C) in fase di tintura, trovarono larga diffusione apparecchi costituiti fondamentalmente da una autoclave di tintura a circolazione di bagno, dove il tessuto viene disposto in largo su di un subbio bucherellato munito di piastre.



Attualmente per aumentare la produttività e ridurre il rapporto bagno vengono utilizzati siluri con subbi forati di grande diametro, ma con polmoni interni atti a ridurre i volumi inutilizzati. I manicotti servono a uniformare il flusso del bagno nella zona "cimosse"



Fig. 86 Schema di siluro

Il bagno di tintura, spinto da una pompa di circolazione, esce attraverso i fori ed è costretto ad attraversare il tessuto, al quale cederà il colorante. Il percorso del bagno può essere invertito. Nel caso in cui il tessuto sia più corto del subbio, i fori non coperti dal tessuto vengono chiusi per mezzo di ghiera che vengono infilate sotto il tessuto stesso.

Il tessuto deve essere avvolto con la giusta tensione: infatti se è troppo teso il bagno non passa e il tessuto non si tinge. Se invece la tensione di avvolgimento non è costante posso avere l'inconveniente dell'effetto moirè (marezzatura).

Il controllo delle variazioni di pressione (interno/esterno) che deve essere compreso fra 0,1 e 0,5 Kg/cm², permette di verificare la correttezza dell'avvolgimento; il pericolo di srotolamenti viene invece monitorato da cellule fotoelettriche.

Questo apparecchio, molto in uso negli anni '60-'70, è ancora utilizzato e attualmente è stato rivalutato. Il rapporto bagno varia fra 1:10 e 1:15, ma l'impiego di riduttori volumetrici interni consente di ottimizzare il volume di bagno necessario.

Può essere impiegato per operazioni di preparazione e tintura.

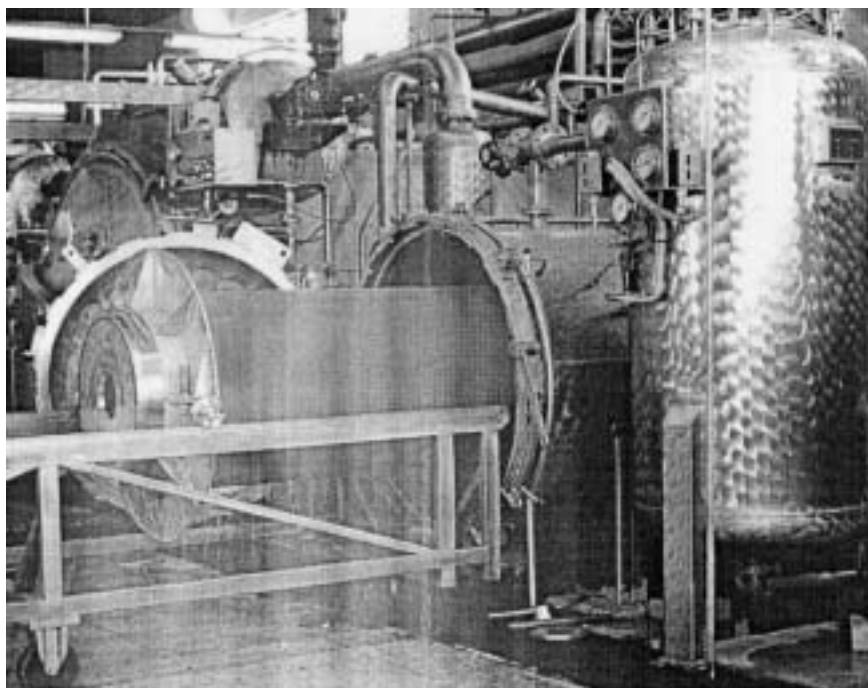


Fig. 87 Immagine di un siluro

Per quanto riguarda sia la tintura dei tessuti su corpi avvolti (siluro) che la tintura del filo su rocca o su subbio d'ordito (autoclave) è stato sviluppato un particolare processo denominato HPF (High Pressure Flow) e HPF-HS (HPF+High Stop).

Questo processo consente di tingere anche tessuti molto battuti o filati su rocca ad alta densità, microfibre, filati continui a bassa torsione, lavorando a portate superiori di quelle normalmente ammissibili per quel tipo di prodotto, senza deformare la merce e senza lo sviluppo di vie preferenziali, evitando di conseguenza tutti i difetti associati a queste problematiche. Vengono così garantiti riduzione dei tempi di processo e dei costi di produzione o (a parità di tempo impiegato) risultati migliori per quanto riguarda l'unitezza fra interno ed esterno anche senza inversione del senso di circolazione del bagno (migliori E).

Il processo HPF ed HPF-HS garantisce i migliori benefici se utilizzato in contemporanea con SCR 3000 PV un sistema integrato per il controllo automatico dei parametri fluidodinamici.

Macchine per la lavorazione in capo

Nell'ultimo decennio il mercato ha imposto la necessità di rifornire in pochi giorni i negozi con capi di vestiario, soprattutto di tipo sportivo o per il tempo libero, nei colori più richiesti al momento. Evidentemente la normale filiera tessile che prevede la tintura dei tessuti, per poi passare alla confezione dei capi e la distribuzione non consente tempi brevi, con conseguente perdita d'opportunità di vendita.

La tintura in capo ha consentito tempi molto brevi tra le richieste e la soddisfazione del mercato per quanto riguarda i colori moda e/o i tipi di finissaggio più richiesti, ed attualmente diverse aziende hanno immesso sul mercato diverse macchine per tintura e finissaggio di capi finiti.

Si tratta, in genere, di macchine rotative, simili a grosse lavatrici industriali, in cui la merce è caricata in appositi cestelli per le operazioni di nobilitazione; le dimensioni e gli accessori sono tali da poter soddisfare le più svariate esigenze; vediamo alcuni esempi:

1- Dimensioni: da macchine per campionatura con cesto da 50 cm e volume di 90-110 l. che tingono o trattano pochi capi, a macchine da produzione con cesti del diametro di 2,8 m e volumi di 8.000-8.500 l., ma con R.B. uguali (per facilitare la riproducibilità).

2- Cesti: con conformazioni diverse in funzione della tipologia di merce da trattare (jeans, capi di lino, capi di maglieria ecc.) e per i diversi effetti desiderati (invecchiamento, delavè, trattamenti enzimatici per cotone, lino o Tencel)

3- Lamiere d'acciaio forate e copribattitori per evitare i danneggiamenti del cesto con trattamenti in presenza di pietra pomice (Stone-wash, invecchiamento).

4- Separatori a Y o a stella per il trattamento di capi particolarmente delicati.

5- Sistemi di dosaggio e scioglitura automatica di coloranti ed ausiliari.

6- PLC per l'impostazione, memorizzazione e controllo dei cicli di trattamento.

7- Sistemi di carico/scarico tramite navette robotizzate o possibilità d'inclinazione della macchina.

8- Dispositivi di separazione automatica della pietra pomice in fase di scarico



Fig. 88 Macchina per tintura in capo con PLC e carico a navetta robotizzata

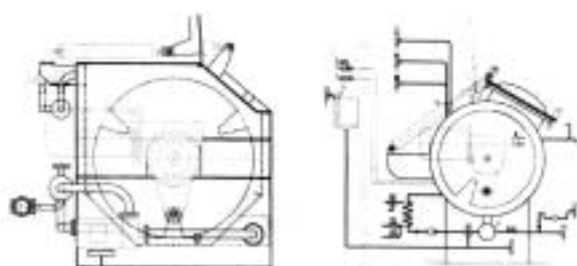


Fig. 89 Schemi e immagine di macchina per la tintura in capo

I macchinari più moderni sono “a cesto aperto e ad alta velocità”. In queste macchine è possibile effettuare una tintura in cui i capi, per effetto della forza centrifuga si dispongono sulla periferia del cesto e quindi non sono soggetti ad un continuo sfregamento, (come nelle macchine più tradizionali), che crea un effetto di usura sui capi stessi. Inoltre il cesto aperto permette di eseguire sulla stessa macchina sia le fasi di preparazione che la tintura stessa. La velocità elevata del cesto permette al bagno di attraversare più volte il materiale, esaurendo il bagno stesso in un tempo inferiore, riducendo così i tempi di tintura.

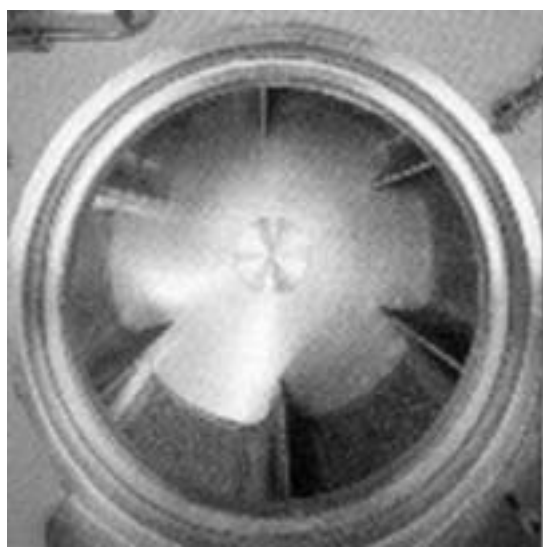


Fig. 90 Particolare di un cesto



Fig. 91 Dispositivo separatore della pietra pomice

Da notare che la maggior parte di queste macchine consente di operare anche in condizioni HT, e quindi permette anche la tintura di capi in PL o loro miste.

Cucine colori

Originariamente la cucina colori era di tipo manuale e tutte le operazioni di pesatura (colorante, ausiliari) e di preparazione (dissoluzione del colorante) venivano eseguite dagli operatori della cucina colori stessa.

Questo comportava numerosi problemi, sia dal punto di vista della riproducibilità dei risultati (correttezza del colorante scelto, peso, procedura di dissoluzione), sia dal punto di vista sanitario. Una prima evoluzione, riguardante il secondo problema, è stata l'introduzione da parte delle aziende delle cappe aspiranti, e da parte dei produttori di coloranti, di coloranti in forma granulare o liquida. Gli errori legati al fattore umano (dovuti anche all'azione di differenti operatori) sono stati invece corretti con l'introduzione delle cucine colori automatizzate che utilizzano sistemi di dosatura, i quali riproducono le ricette che l'operatore imposta tramite un sistema computerizzato che provvede a pesare, miscelare e sciogliere coloranti ed eventualmente ausiliari.

Il secondo passo riguarda la produzione di cucine colori semiautomatizzate, che, richiamando la ricetta da riprodurre, movimentano automaticamente i contenitori dei coloranti, presentando all'operatore quelli richiesti.

Si è poi passati a cucine colori automatizzate: i coloranti sono stoccati in appositi silos e l'operatore, tramite tastiera e computer, richiama la ricetta da inviare in produzione. Un contenitore su apposita bilancia si posiziona di volta in volta sotto le coclee che dosano le polveri dei vari coloranti estratti dai loro silos, controllati da PLC. Terminata la pesata viene aggiunta l'acqua nella quantità ed alla temperatura stabilite dalla procedura di dissoluzione, vengono sciolti i coloranti sotto agitazione e la soluzione viene inviata in apposito serbatoio in attesa di essere immessa nella macchina per tintura. Il contenitore di dissoluzione viene lavato ed asciugato automaticamente per essere di nuovo utilizzato.

Tintura a foulard

E' un procedimento applicabile su pezza in largo, per tessuti che danno facilmente pieghe e bastonature. Rispetto alla tintura ad esaurimento, si ha una differenza nella fase di applicazione e nel fissaggio del colorante. Inoltre con questo processo si utilizzano quantità di acqua molto basse e si ha minore dispendio di energia.

Per l'applicazione del colorante il tessuto passa in successione attraverso dispositivi allargatori e tenditori che evitano la formazione di pieghe, poi in vaschette contenenti il bagno di impregnazione ed infine attraverso cilindri spremitori che eliminano l'eccesso di bagno. La velocità con cui si immette il tessile deve essere costante.

E' importante che il bagno d'impregnazione contenga un imbibente per consentire al tessuto di assorbire il bagno anche con tempi di contatto molto ridotti ed i coloranti utilizzati abbiano la minore affinità possibile verso le fibre per evitare difetti testa-coda, inoltre è opportuno che siano molto solubili per evitare, se utilizzati ad elevate concentrazioni, fenomeni di puntinatura dovuti alla precipitazione del colorante stesso.

La T° deve essere la più elevata possibile, per favorire la penetrazione del bagno nel tessuto (in particolare per tessuti compatti), compatibilmente con l'affinità dei coloranti e la stabilità dei bagni.

La vasca d'impregnazione (denominata marna), deve essere sagomata in modo tale da consentire un tempo di contatto sufficiente, per permettere al tessuto di assorbire il bagno, pur con una ridotta capienza ed un'elevata velocità di passaggio del tessuto; il volume di bagno ridotto favorisce un rapido ricambio dello stesso nella vasca d'impregnazione, riducendo possibili difetti testa-coda, dovuti all'affinità del colorante verso la fibra.

La quantità di bagno assorbita dal tessuto viene alimentata continuamente nella vasca d'impregnazione da un apposito serbatoio, per mezzo di una pompa dosatrice; ciò consente di mantenere costante il livello del bagno, favorendo un'impregnazione uniforme.

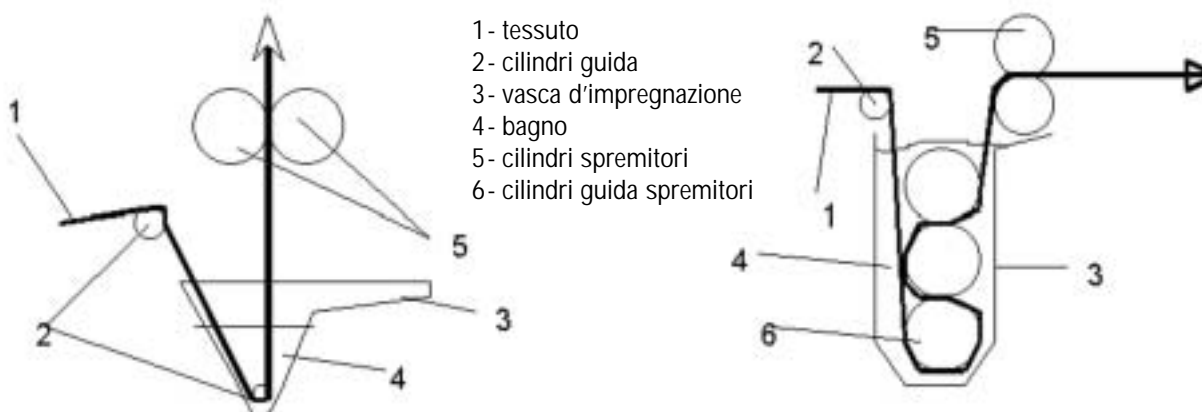


Fig. 92 Schemi per tintura a foulard

I cilindri spremitori del foulard sono generalmente costituiti da uno strato di gomma più o meno elastico, avvolto su un cilindro rigido (in acciaio) costituente il nucleo. Elevate velocità di produzione, impiego di prodotti aggressivi (es. finissaggio con o in presenza di solventi organici), utilizzo di pressioni e temperature elevate, richiedono al materiale elastico dei cilindri, resistenze tali da non essere possedute da un unico materiale.

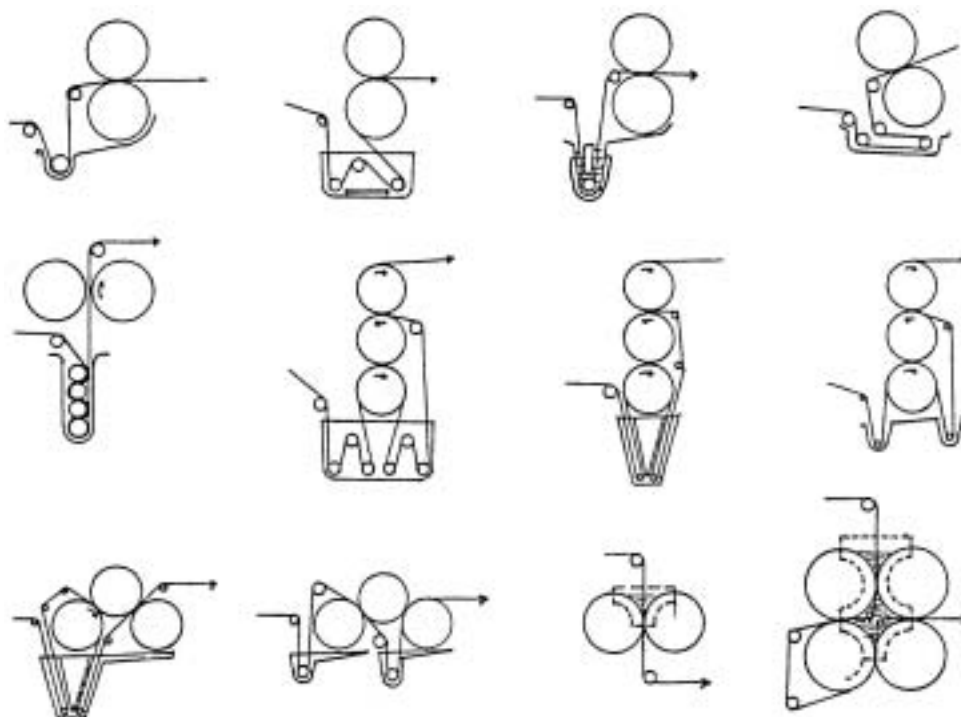


Fig. 93 Tipi di foulard

È quindi indispensabile la scelta del materiale di rivestimento più idoneo, nelle condizioni pratiche di utilizzo.

È per questo che al caucciù naturale, più o meno vulcanizzato, si sono affiancate varie resine sintetiche che devono la loro elasticità alla conformazione arricciata (o spiraliforme) delle macromolecole e la loro resistenza meccanica e chimica alla reticolazione intermolecolare ottenuta in

modo tale da rispettare l'elasticità (elastomeri). Il numero di monomeri dai quali si ottengono gli elastomeri usati nella pratica è limitato (una decina) e le caratteristiche specifiche dei materiali di ricopertura dei cilindri vengono raggiunte aggregando, a questi componenti base, gruppi chimici particolari. Durante l'impiego il materiale elastico costituente i cilindri di foulardaggio è continuamente a contatto con soluzioni acquose (a volte alcaline o acide), con emulsioni di solventi o con solventi organici.

È quindi indispensabile conoscere la resistenza agli agenti chimici utilizzati da parte del materiale impiegato nella preparazione dei cilindri.

Un importante fattore da considerare nel foulardaggio è la pressione esercitata sui cilindri che viene applicata sui perni alle loro estremità. Si crea pertanto un momento flettente a causa del quale il cilindro, malgrado il nucleo centrale rigido, subisce una flessione al centro che è tanto più elevata quanto maggiore è la lunghezza del cilindro e quanto minore è il suo diametro.

Si avrebbe pertanto una minor spremitura al centro del tessuto, a cui si può ovviare dando una leggera "bombatura" al cilindro, cioè sagomando il rivestimento in modo che il diametro al centro sia leggermente maggiore che alle estremità. Un altro modo di limitare la flessione centrale dei cilindri è quello di aumentare il loro diametro: quando questo diviene maggiore di $1/4$ della lunghezza del cilindro, la flessione è generalmente inconsistente (l'aumento del diametro porta però ad un aumento della zona di contatto tra i cilindri e quindi ad una diminuzione della pressione per unità di superficie).

La pressione deforma i cilindri spremitori nel loro punto di contatto, generando una zona di contatto chiamata "NIP".

In tale zona, la pressione raggiunge il valore più elevato in corrispondenza del punto centrale. Ne deriva una funzione che ha il caratteristico andamento parabolico indicato in figura.

Il NIP formato da due cilindri elastici, è più ampio (a parità di pressione e di diametro dei cilindri) da quello formato da cilindri duri. Conseguentemente la pressione per unità di superficie sarà minore, ma diventa più larga la zona in cui è applicata la pressione e più lungo di conseguenza il tempo di spremitura.

Con cilindri di nuova concezione (per esempio il cilindro "ROBERTO") l'eliminazione dell'acqua superficiale ed interstiziale avviene in modo più completo che con i normali cilindri a superficie liscia.

Il rivestimento elastico di tali cilindri è costituito da uno spesso strato di fibre, singolarmente rivestite da un sottile strato di gomma. Ne risulta un materiale poroso che permette alla soluzione una agevole fuoriuscita dalla zona di compressione con un gioco alternato di compressione ed espansione dei pori del rivestimento elastico.

Questo cilindro lavora contro un cilindro "duro" in metallo o in ebanite. Nei normali foulard a cilindri lisci, l'effetto spremente massimo è raggiunto al centro del "NIP" dove la pressione è massima: però l'acqua, per lasciare il tessuto deve vincere la resistenza allo scorrimento che il tessuto, compresso nel NIP, offre. Con questi cilindri porosi l'acqua viene compressa nel rivestimento poroso del cilindro e può facilmente lasciare il tessuto.

Inoltre oltrepassato il centro del NIP la pressione diminuisce, l'espansione dei "pori" del rivestimento elastico del cilindro determina un effetto di vuoto e quindi un'aspirazione dell'acqua residua.

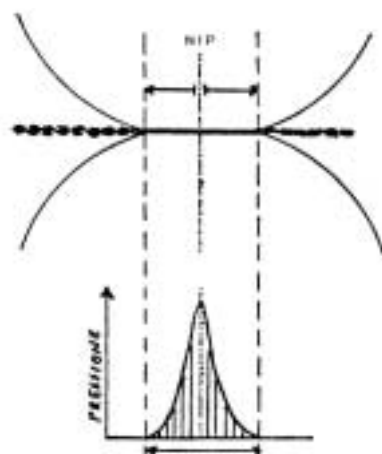


Fig. 94 Zona di contatto fra i cilindri spremitori

Il rivestimento elastico dei cilindri è meno soggetto a deformazioni permanenti: marcature di cimosse, segni di nodi, di pieghe del materiale, ecc. vengono egualizzate dopo qualche giro. Lesioni pronunciate possono richiedere la smerigliatura.



Fig. 95 Eliminazione dell'acqua da tessuti mediante l'utilizzo di cilindri a superficie liscia e porosa: le frecce indicano il flusso dell'acqua

Condizione ideale per il foulardaggio è che né le sostanze solute (o disperse), né il solvente presentino affinità per il materiale tessile in lavorazione. In questo modo, la quantità di soluto depositato sul materiale dipende esclusivamente dalla concentrazione del bagno e dal grado di spremitura. Inoltre il liquido lasciato sul tessuto ha la stessa composizione che esso ha nella vaschetta del foulard e questa può essere alimentata durante l'applicazione con una soluzione avente la medesima composizione. Con soluzioni di coloranti o di prodotti di finissaggio aventi affinità per la fibra, si verifica invece un assorbimento preferenziale del soluto, e, con altri prodotti (es. amidi), un assorbimento preferenziale del solvente. In analogia con il processo di applicazione delle materie coloranti, anche nel finissaggio, questo assorbimento preferenziale viene espresso da "D.P.F." (Dye Pick-up Factor) che rappresenta il rapporto tra la quantità di composto effettivamente depositata sul tessuto ed il quantitativo che vi dovrebbe essere in base alla concentrazione del bagno ed al rapporto di spremitura (espressa come percentuale). Con l'aumento della velocità di foulardaggio il D.P.F. si approssima a 100, poiché il tessile rimane un tempo più breve a contatto dei prodotti disciolti. La concentrazione dei prodotti di finissaggio nel recipiente di stoccaggio che alimenta la vaschetta del foulard, qualora gli stessi abbiano un D.P.F. significativamente differente da 100, dovrà essere tale da compensare le variazioni di concentrazione di tali prodotti nella marnetta.

Un altro fattore da considerare è il cosiddetto pick-up o grado di spremitura che rappresenta la quantità in peso, di liquido di foulardaggio trattenuto da 100 Kg di tessuto, dopo impregnazione e spremitura al foulard; tanto più basso è il suo valore, tanto migliore è il grado di spremitura. Un'elevata spremitura è in genere preferita in quanto riduce la quantità di liquido depositato tra filo e filo, permette una migliore penetrazione dei prodotti di finissaggio, consente un risparmio di energia nell'asciugamento e riduce la migrazione dei prodotti foulardati durante l'asciugamento. La scarsa resistenza meccanica del tessuto o la limitata solubilità dei prodotti di finissaggio possono consigliare pick-up elevati. Il pick-up dipende, oltre che dalle caratteristiche e dalla composizione fibrosa del tessuto, da questi parametri:

- pressione esercitata dai cilindri;
- durezza del rivestimento dei cilindri;
- viscosità del bagno;
- dimensioni dei cilindri;
- velocità di lavorazione;
- preparazione del tessuto;
- presenza di sostanze ausiliarie.

Alla fine del trattamento, occorre eliminare subito la pressione e "staccare" i cilindri, impedendo la formazione di incrostazioni e depositi.

Inoltre bisogna:

- evitare di lavorare con soluzioni sature o quasi, che possono depositare cristalli sui cilindri per evaporazione del solvente;
- proteggere i cilindri da luce, ozono, vapori di cloro e da riscaldamento (irraggiamento da superfici calde, convezioni di aria calda, ecc.) soprattutto al termine delle lavorazioni;
- porre attenzione all'aggressività dei solventi e dei reagenti chimici utilizzati;
- appoggiare i cilindri esclusivamente sui perni durante il magazzinaggio.

Dopo l'applicazione del colorante a foulard, segue la fase di fissazione sulla fibra. A tale scopo si possono citare processi semicontinui e continui, quali:

- processo pad-batch;
- processo pad-roll;
- processo pad-jig;
- processo pad-steam;
- processo pad-dry.

Processi semicontinui

Nel *pad-batch* si ha in primo luogo foulardaggio a freddo con prodotti ausiliari e materie coloranti. Avvolgimento successivo del tessuto in rotolo e copertura con telo di plastica, per impedire l'asciugatura e l'ossidazione degli strati esterni, stoccaggio in lenta rotazione per 8 - 24 ore per evitare il percolamento per gravità del liquido con deformazione del rotolo stesso e conseguenti difetti di tintura; lavaggio finale con prodotti ausiliari (in continuo o discontinuo).

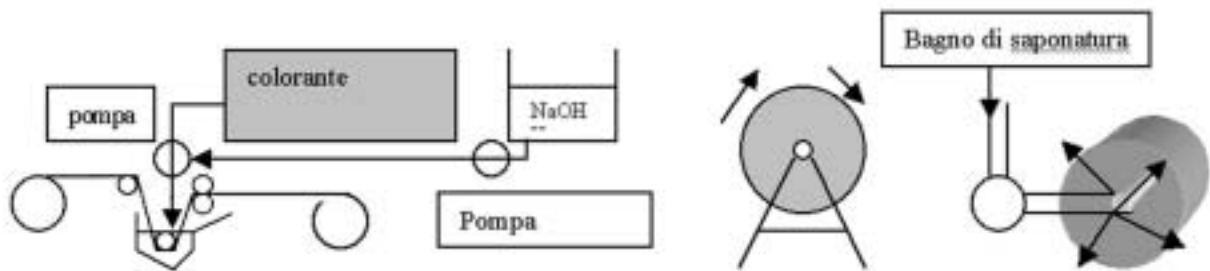


Fig. 96 Schema per processo pad-batch

Nel *pad-roll* dopo l'impregnazione ed il riscaldamento del tessuto con vapore o raggi infrarossi al fine di ugualizzare la tinta, si ha uno stoccaggio a caldo in camere in presenza di vapore a 60-80° C, per un periodo che può variare dalle 2 alle 8 ore, a seconda del colorante e dell'intensità di tinta desiderata.

Il *pad-jig* si usa per i coloranti diretti e a riduzione. Dopo impregnazione a foulard, il tessuto è avvolto su cilindro, poi passa nel jigger per i trattamenti di fissazione. Nel bagno del jigger viene aggiunto il 5-10% di bagno di foulardaggio per contrastare la scarica del colorante dal tessile. Infine si lava e si sciacqua.

Processi continui

Il *pad-steam* prevede una prima impregnazione e spremitura del tessuto a foulard, dopo di che il tessuto bagnato o preasciugato, viene immesso in apposito vaporizzatore per la fissazione del colorante. Il tempo di vaporizzazione dipende dalla temperatura e dai coloranti utilizzati.

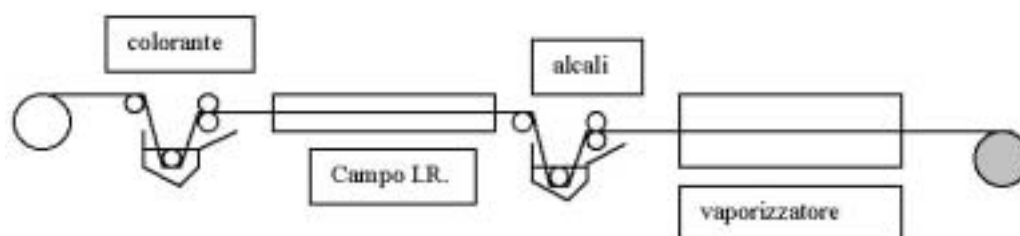


Fig. 97 Schema per processo *pad-steam*

Nel *pad-dry*, dopo impregnazione e spremitura, il tessuto direttamente o preasciugato con raggi infrarossi, viene immesso in hot flue per la fissazione del colorante. Infine si lava e si sciacqua in continuo.

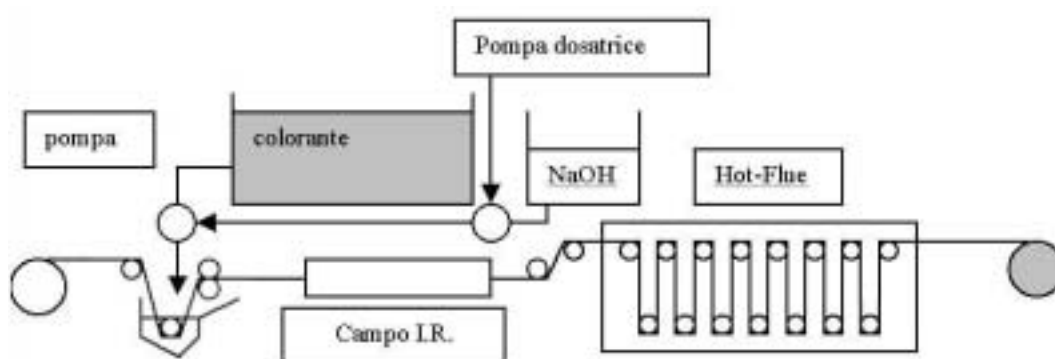


Fig. 98 Schema per processo *pad-dry*

I tre schemi sopra riportati si riferiscono a processi di tintura di fibre cellulosiche con coloranti reattivi.

STAMPA

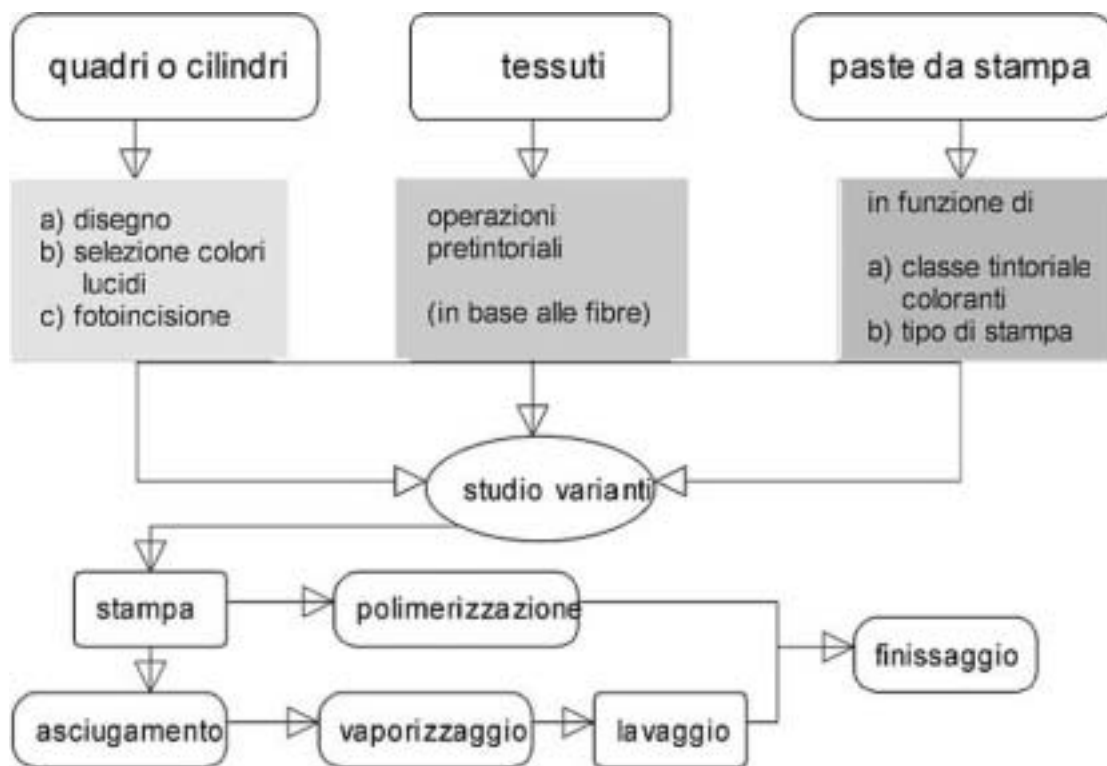
La stampa è una tintura localizzata, effettuata allo scopo di ottenere sui tessuti disegni a più colori. Per ottenere un disegno nitido, preciso e riproducibile non si possono impiegare i soliti bagni di tintura, poiché a causa della capillarità e/o dell'igroscopicità delle fibre e della migrazione dei coloranti, non si potrebbero sicuramente ottenere contorni netti nei disegni.

Si devono quindi utilizzare dei particolari liquidi, comunemente chiamati "paste da stampa", che hanno come principale caratteristica quella di possedere un'elevata viscosità (impropriamente, si dice densità); sono, in altri termini, dei fluidi che oppongono un'elevata resistenza o attrito a scorrere e muoversi.

Con un "bagno di tintura" di questo tipo, il colorante, applicato al tessuto in alcune zone ben localizzate allo scopo di riprodurre il disegno, non avrà la possibilità di spostarsi in altre zone e quindi di alterare il disegno stesso. Bisogna anche tenere presente che l'elevata viscosità ed il carattere adesivo della pasta permetteranno al colorante di aderire alla superficie del tessuto e delle fibre, ma non di penetrarvi e fissarsi. Queste fasi (definite come diffusione e fissazione in tintura) saranno eseguite successivamente con l'operazione di vaporizzaggio.

L'applicazione della pasta da stampa al tessuto si effettua facendola filtrare attraverso i buratti montati su appositi quadri da stampa o cilindri cavi forati appoggiati sul tessuto stesso; in un secondo tempo, come detto, si fisserà il colorante generalmente con un vaporizzaggio.

Vediamo ora schematicamente e con ordine quali sono le principali operazioni che ci permettono di ottenere un tessuto stampato e finito:



Tipi di stampa

Esistono diversi tipi di stampa, che si differenziano in base al sistema, per adattarsi al tipo di disegno da riportare ed all'effetto che si vuole ottenere. Altra classificazione può essere legata al metodo di lavorazione e quindi alla macchina utilizzata (a quadro manuale, a carrello, con manomacchina, a cilindro cavo).

Stampa diretta o in applicazione

Prevede le seguenti fasi: stampa, asciugamento, vaporizzaggio, lavaggio.

Si effettua su tessuti bianchi, o tinti (generalmente in toni pastello), applicando in successione tutti i colori, fino alla riproduzione del disegno originale.

E' il tipo di stampa più utilizzato e si può effettuare con tutte le principali classi tintoriali di coloranti e su tessuti di tutti i tipi di fibre (con qualche problema per alcune miste).

Le limitazioni tecniche a questo tipo di stampa si hanno nei disegni continui per la necessità di dover creare le attaccature (in particolare per la stampa a quadro, mentre non sussistono problemi per la stampa a cilindro). Si possono avere problemi anche per la stampa su fondi tinti in toni pastello: questi, infatti, possono causare problemi su parti del disegno da stampare in colori tenui e limitare così il numero di varianti riproducibili.

Variante della stampa in applicazione è la stampa a pigmento

Nella stampa a pigmenti non si effettua il vaporizzaggio, sostituito dalla polimerizzazione (solitamente effettuata contemporaneamente all'asciugamento). Questo tipo di stampa è molto semplice, economico e facile su tutti i tipi di tessuti ed in particolare su tessuti di miste, poiché il pigmento viene incollato indifferentemente su tutte le fibre; non sarà quindi necessario utilizzare coloranti di classi tintoriali diverse. Di contro, gli stessi collanti che hanno lo scopo di legare i pigmenti al tessuto, possono causare un grosso problema per la variazione di mano dello stesso. Per stampe a bassa percentuale di copertura la variazione di mano può essere accettabile, ma per elevate coperture no, o perlomeno non per tutti gli impieghi. Inoltre il pigmento è superficiale, con possibilità di basse solidità allo sfregamento (ciò dipende soprattutto dal tipo e quantità di legante e dal grado di polimerizzazione). Varianti di questo tipo di stampa possono portare ad effetti particolari quali le *stampe con rigonfianti* (solitamente si utilizzano paste sintetiche a base di poliuretani), con pigmenti coprenti, con glitter (polveri metalliche o particelle di materie plastiche) ecc.

Stampa in quadricromia

Nella stampa in quadricromia si utilizzano i colori primari (rosso, giallo e bleu), più il nero. I diversi toni si ottengono per accostamento di punti dei tre colori fondamentali più o meno fitti, sfruttando la capacità dell'occhio di fonderli se osservati da una certa distanza. Ciò permette di ottenere disegni con sfumature ed a molti colori, pur utilizzando solo quattro quadri, ma limita fortemente la possibilità di stampare varianti. Si utilizza solo per disegni piazzati e non permette la riproduzione di colori saturi puri.

Stampa in corrosione

Prevede le fasi di stampa, asciugamento, vaporizzaggio e lavaggio. Si esegue su tessuti tinti (solitamente in toni scuri).

Nelle zone stampate viene distrutto il colorante della tintura (fondo) mediante appositi riducenti, lasciando così zone bianche (colorate, se nella pasta, oltre al riducente, vi è un colorante illuminante).

In genere si utilizza questo tipo di stampa per ottenere disegni con particolari piccoli, con contorni netti e ben definiti su fondi colorati, oppure in disegni a bassa copertura su fondi colorati, o per evitare i problemi d'attaccature su disegni continui con fondi colorati. I risultati ottenuti con questa stampa sarebbero difficilmente riproducibili con la stampa in applicazione, poiché sarebbe difficile ottenere fondi molto estesi, uniformi e ben penetrati, con contorni netti e senza difetti d'attaccatura.

Un problema di questa stampa è la necessità di selezionare coloranti perfettamente corrodibili per i fondi e coloranti perfettamente solidi al corrodente da utilizzare come illuminanti. La selezione limita fortemente il numero di coloranti utilizzabili e soprattutto, per alcune classi tintoriali, sono pochi quelli con buone solidità alla luce e ad umido, ma gli effetti cromatici sono ottimi.

Una difficoltà che s'incontra con questo tipo di stampa su fondi neri o blu marini è l'impossibilità di vedere se i vari colori riportati sono posizionati correttamente, ed ogni eventuale errore sarà visibile solo dopo vaporizzo, in altre parole quando è ormai impossibile porvi rimedio. Il problema può essere limitato mediante una prova su un pezzo di tessuto bianco ad inizio stampa.

Stampa a riserva

Con il vecchio metodo della riserva fisica, si applicavano al tessuto prodotti (idrofobi) o paste da stampa allo scopo di impedire il contatto fisico con il successivo bagno di tintura (Batik). Attualmente sono più utilizzate stampe a riserva chimica, secondo diversi metodi, con paste contenenti prodotti chimici che impediscano la fissazione dei coloranti di fondo (in modo particolare per la stampa reattivi su reattivi su tessuti in fibre cellulosiche). Le possibilità sono le seguenti:

- a) Riserva su fondo placcato: si applica un colorante per foulardaggio e si asciuga; si stampa con paste contenenti prodotti che impediscano il fissaggio del colorante di fondo (e non dell'eventuale illuminante), si asciuga, si vaporizza e si lava (metodo più utilizzato).
- b) Riserva con sovratintura: si invertono le operazioni del precedente metodo, stampando prima e placcando poi.
- c) Riserva con sovrastampa: metodo simile al precedente, ma si sostituisce il placcaggio con la stampa del fondo con macchina a cilindri.
- d) Su poliestere si può effettuare una stampa per corrosione-riserva, con paste da stampa contenenti sia il prodotto corrodente sia il riservante, su fondi placcati.

Stampa transfer

Si esegue su tessuti di fibre sintetiche, in particolare P.L. Consiste nel trasferire i coloranti (dispersi), precedentemente stampati su apposita carta continua per mezzo di rotative o rotocalco, su tessuto. Il trasferimento avviene per accoppiamento di carta e tessuto, seguito da passaggio fra cilindri metallici portati a 190-210° C. In queste condizioni i coloranti dispersi sublimano (passano direttamente dallo stato solido allo stato di vapore) e penetrano nelle fibre, solidificandosi e quindi fissandosi in frazioni di secondo.

Ultimamente alcune aziende effettuano questo tipo di stampa anche con coloranti acidi su PA e reattivi su cellulosiche.

Stampa devorè

Si effettua in genere su misti P.L./cellulosiche (più raramente P.A./viscosa, seta/viscosa, lana/viscosa) appositamente preparati, per mezzi di paste acide (solfato acido potassico, cloruro o solfato d'alluminio); in fase d'asciugamento a 140-170°C le fibre cellulosiche carbonizzano, mentre le sintetiche (o proteiche) non subiscono danni particolari. Con un successivo trattamento meccanico (spazzolatura o battitura) e lavaggio, si creano dei disegni in trasparenza simili a pizzi, solitamente utilizzati per tendaggi, biancheria intima, abbigliamento. E' anche possibile la stampa devorè su misti tipo poliammide/seta o poliammide/lana, utilizzando paste corrosive fortemente basiche per distruggere la parte proteica del tessuto. Attualmente si combinano sempre più frequentemente le stampe devorè e ad applicazione o corrosione, per ottenere tessuti con effetti molto interessanti.

Da tenere presente che i tessuti devono essere appositamente studiati per questo tipo di stampa: la fibra che viene eliminata deve costituire almeno il 50-60% del tessuto perché si possano avere effetti ben visibili, mentre la fibra che rimane deve essere presente sia in trama sia in ordito, con un intreccio che consenta una sufficiente stabilità nelle parti devorate.

Esistono altri tipi di stampa che, in effetti, sono un ibrido tra la stampa vera e propria ed un finissaggio:

Stampa per floccaggio: consiste nello stampare il tessuto con prodotti a carattere collante, indi far cadere sul tessuto del flock (materiale fibroso della lunghezza di 2-10 mm.) facendolo passare attraverso un buratto per distribuirlo uniformemente e attraverso un campo magnetico per orientare le fibre verticalmente. Segue la fissazione delle fibre per asciugamento e polimerizzazione del prodotto collante ed infine l'eliminazione delle fibre non fissate.

Stampa di lamine metalliche: dopo la stampa del prodotto termocollante, si fa aderire al tessuto un film di poliestere su cui sia stato depositato per sublimazione un velo metallico colorato, oppure una sottile lamina metallica. Si polimerizza il collante a 150-170° C., quindi, dopo raffreddamento, si separa il film che rimarrà attaccato al tessuto formando dei disegni nelle zone in cui è stato applicato il collante.

Preparazione delle paste da stampa

La preparazione delle paste da stampa differisce notevolmente rispetto a quella dei bagni di tintura: in tintura si prepara direttamente il bagno al momento dell'utilizzo, mentre per la stampa si passa attraverso le "madri" e le paste "da taglio".

Le madri sono paste da stampa contenenti coloranti in elevata concentrazione e tutti gli ausiliari necessari (tranne casi eccezionali in cui un ausiliario potrebbe alterare il colorante o la stabilità della pasta). Normalmente, per ogni categoria di coloranti si preparano 12÷14 madri con coloranti selezionati, in modo tale da poter riprodurre la più vasta gamma di colori possibile.

Un qualsiasi colore potrà essere riprodotto miscelando in opportune quantità le varie madri, che poi verranno opportunamente "tagliate" (diluite) con il taglio, costituito da una pasta contenente gli stessi ausiliari della madre (a concentrazione uguale o inferiore), ma senza colorante.

Cucina colori

La cucina colori può essere di tipo manuale, in cui tutte le operazioni di preparazione dell'addensante, la pesatura di coloranti ed ausiliari, la dissoluzione e la preparazione di madri e tagli viene eseguita manualmente dagli operatori della cucina colori stessa. Un tale modo di

operare comporta dei problemi sia dal punto di vista della salute degli operatori, sia per i risultati; piccoli errori o distrazioni dell'operatore, o un diverso modo di operare di diversi operatori, possono compromettere la riproducibilità dei risultati.

Attualmente molte aziende utilizzano cucine colori automatizzate sia per campionatura che per produzione. In queste cucine le varie madri e gli addensanti per taglio vengono stoccati in grossi contenitori dai quali vengono automaticamente prelevati da pompe per essere utilizzati nella preparazione dei tagli. Appositi sistemi di dosatura automatizzati riproducono le ricette impostate su tastiera dall'operatore e provvedono ad una pesatura accurata, alla miscelazione ed alla movimentazione delle stesse.

In alcuni tipi di cucina colori la bilancia, su cui si trova il recipiente per la preparazione delle paste, è disposta su un carrello che si sposta automaticamente sotto le teste di dosatura di cui ogni contenitore (taglio e varie madri) è dotato; in altre tutte le teste di dosatura si trovano riunite nello stesso punto sopra la bilancia. Successivamente si provvederà alla perfetta miscelazione.

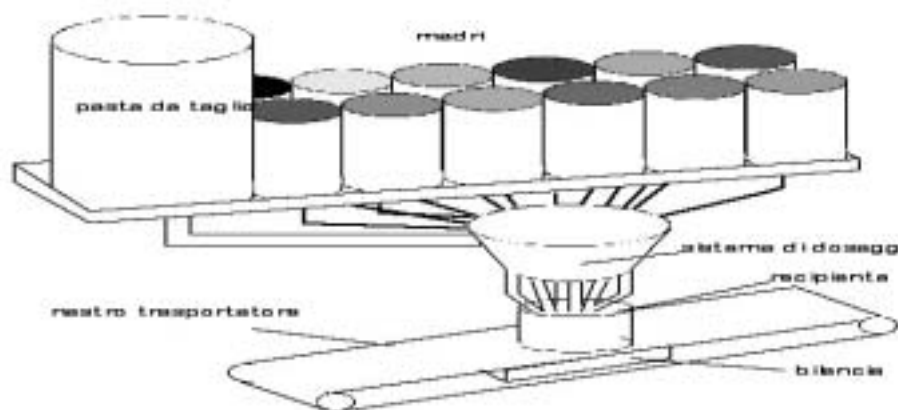


Fig. 99 Schema di cucina colori



Fig. 100 Cucina colori per produzione



Fig. 101 Cucina colori per campionature

Quadri piani, buratti e cilindri cavi.

Il quadro da stampa è costituito da un telaio metallico, sul quale viene tesa e fissata una tela (buratto), generalmente di fibra di poliestere monobava o ritorto. Su un lato del quadro sono inserite tre viti per la centratura dei rientranti, una delle quali appoggia lateralmente al blocchetto e serve per spostamenti in senso ordito, mentre le altre due appoggiano alla rotaia e servono a spostamenti in senso trama o rotazioni. La tela del buratto potrà avere un numero maggiore o minore di fili per cm (da 40-50 a 90-100) in base al tipo di tessuto da stampare ed alla finezza del disegno da riprodurre.

Sulla tela si spalma uno strato uniforme di gelatina fotosensibile, indi si asciuga il quadro con aria calda (40-50°C). Si pone un lucido sopra un quadro da stampa sensibilizzato e si fotoincide con particolari lampade: le radiazioni avviano la reazione di polimerizzazione della gelatina fotosensibile, che in 120-240 secondi diviene insolubile in acqua; dove il lucido è stato annerito, le radiazioni non giungono alla gelatina che, non polimerizzata, rimane solubile.

Nel successivo lavaggio (spoglio) con acqua la gelatina non polimerizzata si scioglierà, lasciando così aperti i fori del buratto in corrispondenza del colore riprodotto sul lucido e sarà appunto attraverso questi fori che la pasta da stampa passerà sul tessuto. Dopo un controllo e l'eventuale correzione manuale di piccoli difetti, si spalma sulla tela fotoincisa una vernice, o lacca che ha lo scopo di aumentare la resistenza della gelatina e quindi la durata del quadro. Si passa la tela su una fessura aspirante (per liberare i fori dalla lacca) e si asciuga.

Le operazioni sopra riportate vengono ripetute per ogni colore del disegno, ottenendo tanti quadri, quanti sono i colori.

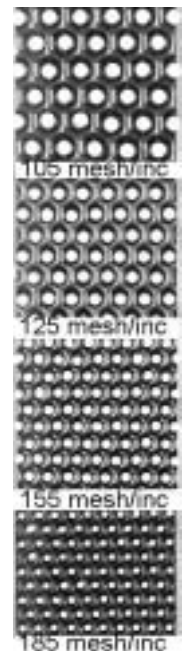


Fig. 102 Quadro per stampa piana Fig. 103 Cilindro con ghiera per stampa rotativa

Il cilindro cavo è costituito, appunto, da un cilindro di nichel senza saldature (preparato per deposizione elettrolitica del metallo su una apposita matrice), nel quale vi sono dei piccoli fori per il passaggio delle paste da stampa.

Il numero dei fori per cm. dipende, anche per i cilindri, dal tessuto da stampare, dal disegno da riprodurre e dalla necessità di riprodurre sfumature. Generalmente viene dato in mesh (40-215 mesh/pollice lineare corrispondente a 15-85 punti/cm). Nella zona di Como i tipi più utilizzati

sono i cilindri con fittezze da 125 a 185 mesh/pollice, con mesh a forma pentagonale o esagonale e altezze variabili da 160 a 200 cm.

Il diametro dei cilindri e di conseguenza la circonferenza (e quindi il rapporto del disegno) ha valori fissi, il che costituisce sicuramente una limitazione nella riproduzione dei disegni (64, 86, 102, 120, 140 cm.). Per quel che riguarda i costi, aumentano rapidamente con l'aumentare della fittezza dei fori e con l'aumentare della circonferenza, mentre sono proporzionali all'altezza.

Macchine per la stampa

Tavoli per stampa a quadro manuale

Sono tavoli da stampa in legno (1), con gambe metalliche, lunghi generalmente 40-80 m e larghi da 1 a 2 m; sono ricoperti da un feltro su cui è posta una tela resinata (2) eventualmente coperta da un foglio di polietilene spalmato con il collante per far aderire il tessuto ed evitare spostamenti dello stesso durante la stampa (3).

Al bordo del tavolo è fissata una rotaia (4) sulla quale sono posizionabili dei blocchetti (5) per garantire il mantenimento del rapporto del disegno.

La pasta da stampa viene depositata sul tessuto, facendola scorrere sul buratto (7) del quadro (6), mediante racle (spatole) (8).

La centratura dei rientranti si effettua per mezzo di tre viti, di cui due poste sul lato del quadro che si appoggia alla rotaia (alzano, abbassano o ruotano il quadro) ed una lateralmente che poggia sul blocchetto del rapporto (sposta longitudinalmente il quadro).

La racla viene mossa a mano.

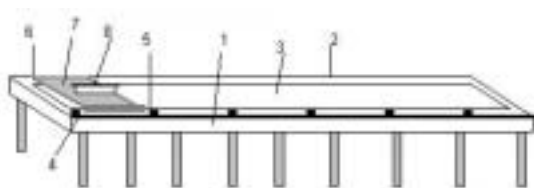


Fig. 104 Schema di tavolo per stampa a quadro manuale

Attualmente questo tipo di stampa è utilizzato solo per prodotti di alta qualità e produzioni limitate, oppure su tavoli piccoli (8-10 m.) per campionature.

L'asciugamento avviene sia su tavoli riscaldati (30-50° C.) per mezzo di resistenze poste sotto il telo, sia per insufflaggio d'aria calda (40-50° C.) sulle pezze stampate sul tavolo, o staccate dal tavolo ed appese.

Tavoli per stampa a quadro con carrelli meccanizzati

Si utilizzano tavoli da stampa della lunghezza di 40-80 m., modificati con l'inserimento di un carrello ad avanzamento automatico a rapporto (5) che scorre su apposite rotaie; sul carrello si monta il quadro da stampa (6). Un dispositivo del carrello provvede ad abbassare ed alzare il quadro da stampa ed al movimento della racla (8); la pressione ed il numero di passaggi è regolabile.

La centratura del disegno, affidata all'operatore, è consentita dalle viti di regolazione del quadro, o altro meccanismo posto sul telaio del carrello, che permettono piccoli spostamenti del quadro sia in senso ordito sia trama, sia rotatorio.

Il funzionamento è il seguente: la racla, muovendosi sul buratto (7), deposita la pasta sul tessuto (3) che è incollato al tappeto resinato (2) del tavolo (1); terminata la raclatura il quadro si alza, il carrello avanza a rapporto, per abbassarsi di nuovo e riprendere il ciclo fino a fine pezza. Si

sostituisce il quadro (colore successivo) ed operando allo stesso modo si riprende il ciclo, ripetendo le operazioni per tutti i colori da stampare.

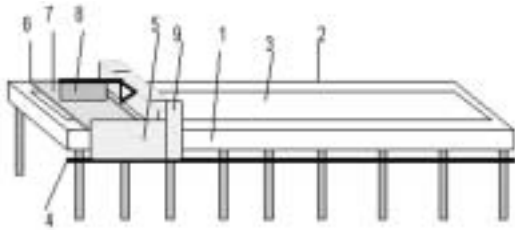


Fig. 105 Schema di tavolo con carrello computerizzato



Fig. 106 Tavolo con carrello

Il movimento del carrello e della racla, è assicurato su alcuni tavoli da motori elettrici, ingranaggi e catene, mentre su altri è pneumatico.

Attualmente, tutti i costruttori hanno dotato i carrelli automatizzati di un computer (9) su cui s'impostano e memorizzano i dati di stampa, riducendo i tempi, la manodopera, la possibilità d'errore ed aumentando la riproducibilità.

L'asciugamento avviene sia sui tavoli riscaldati (30-50° C.), sia per insufflaggio d'aria calda (40-50° C.) sulle pezze stampate sul tavolo, o staccate dal tavolo ed appese.

Tutti i tavoli possono essere dotati di dispositivo stendipezza e di lavaggio dopo stampa.

Questo tipo di stampa viene impiegato per produzioni per metraggi medio-bassi e di buona qualità.

Macchine a quadri o manomacchine

Sono costituite (Fig. 107) da un tavolo (6) di lunghezza variabile da 20 a 35-40 m., su cui scorre, avanzando a rapporto, un tappeto continuo (3) di gomma resinata. Sul tappeto viene fatto aderire in continuo il tessuto (1), previo passaggio attraverso un dispositivo d'entrata con allargatore (Fig. 108), centratura e raddrizzamento delle trame, controllato da fotocellule o altri dispositivi (9).

Lungo il tappeto sono disposte le stazioni di stampa (8, 12, 18 o più, in base alla lunghezza del tavolo ed alle dimensioni dei quadri) (4) sulle quali sono disposti i quadri. Ciascuna di loro è dotata di tastiera per l'impostazione dei dati di stampa (5). Ad ogni fermata del tappeto, i quadri si abbassano simultaneamente, le racle effettuano i passaggi programmati, indi si sollevano, ed il tappeto avanza a rapporto.

Giunto alla fine del tavolo, il tessuto, sul qual è stato riportato il disegno completo, viene staccato dal tappeto, ed immesso nella mansarda d'asciugamento sincronizzata con la velocità di stampa (8); il tappeto, passando sotto il tavolo, torna a prendere il tessuto, dopo essere stato lavato con getti d'acqua e spazzole rotanti ed asciugato (7). Infine il tessuto viene arrotolato su subbio (10).

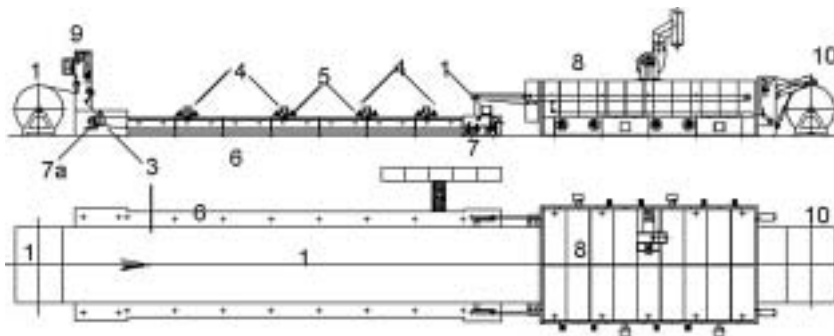


Fig. 107 Schema di manomacchina



Fig. 108 Manomacchine: schemi di dispositivi d'entrata



a) a raclatrice aperta



b) a ponte

Fig. 109 Stazioni di stampa

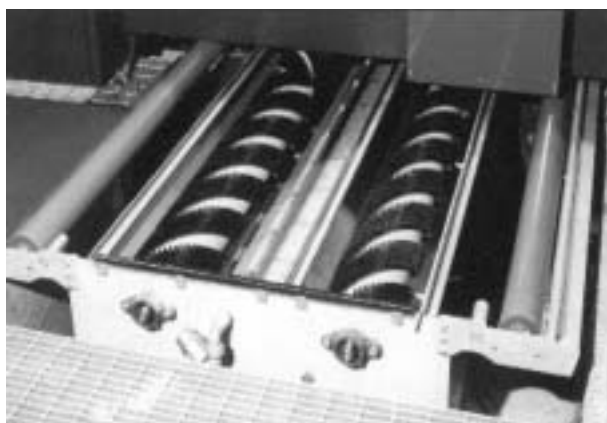


Fig. 110 Lavaggio tappeti



Fig. 111 Manomacchina

E' evidente il vantaggio ottenuto, in termini di produzione, rispetto alla stampa a carrello, poiché si stampano contemporaneamente tutti i colori, consentendo elevata velocità di produzione (produzione max. 400-500 m/h), con risultati di stampa (in termini di qualità) inversamente proporzionali alla velocità adottata. La messa a punto all'avviamento è laboriosa sia per la necessità di spostare le stazioni di stampa nella messa a rapporto e la centratura dei rientranti per disegni nuovi, sia per il cambio varianti con la necessità di smontare, lavare e rimontare i quadri. L'asciugamento del tessuto, come già accennato, avviene in mansarda, cioè un asciugatoio continuo a circolazione d'aria calda, posto alla fine della manomacchina, con velocità sincronizzata su quella media di stampa. L'aria può essere regolata a T° variabili da 80 a 150-160°, per ottenere l'asciugamento, la polimerizzazione (stampa a pigmento) o il carbonizzo delle fibre (stampa devorè).



Fig. 112 Mansarde d'asciugamento per manomacchine e rotative

Stampa in macchina rotativa piana (o a cilindri cavi)

Questo tipo di macchina viene impiegata per produzioni elevate e medio-alte, e di qualità medio-buona. La macchina (schema Fig. 113) è costituita da un tappeto continuo (4) di gomma resinata al quale viene fatto aderire in continuo il tessuto (1) mediante un cilindro di pressione (3), dopo essere passato attraverso un sistema di allargamento e raddrizzamento delle trame controllato da fotocellule (2).

Lungo il tappeto sono disposte le stazioni di stampa (5) con tastiera per l'impostazione dei dati di stampa (7) (da un minimo di 8, fino a 12-16 in base alla lunghezza del tavolo ed alle esigenze), sulle quali sono montati i cilindri incisi (6).

La racla (13), di tipo variabile a seconda della casa costruttrice (Fig. 114), viene inserita all'interno del cilindro fotoinciso, unitamente all'alimentatore (9) della pasta da stampa che pesca nell'apposito serbatoio (10).

I cilindri depositano la pasta da stampa sul tessuto che scorre sotto di essi, ed essendo disposte le stazioni alla distanza multipla del rapporto (in genere 64 cm.), riproducono il disegno.

Alla fine del tavolo, il tessuto viene staccato dal tappeto ed immesso nella mansarda d'asciugamento (12); il tappeto, passando sotto il tavolo, torna a prendere il tessuto dopo essere stato lavato con getti d'acqua e spazzole rotanti ed asciugato (11).

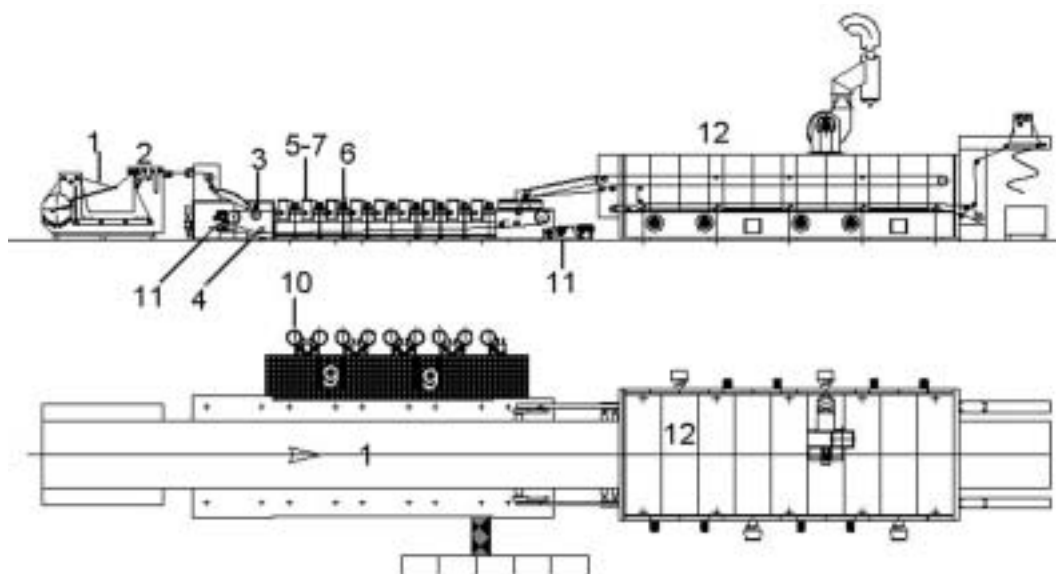


Fig. 113 Schema rotativa

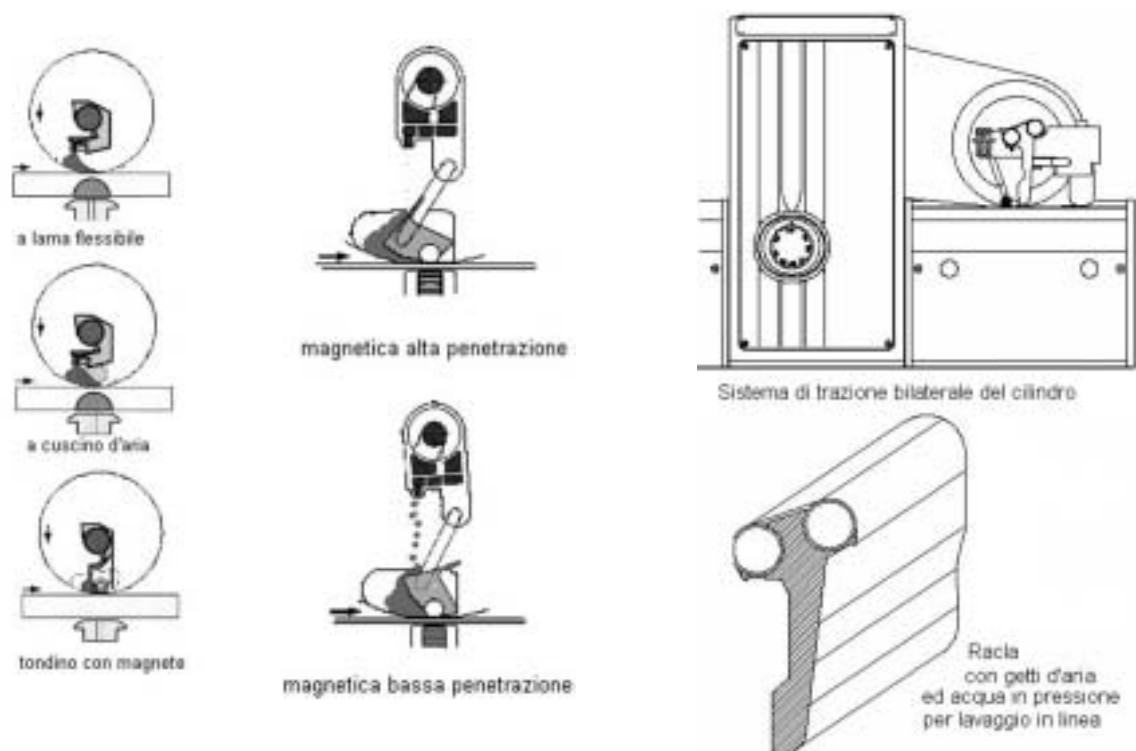


Fig. 114 Differenti tipologie di racle

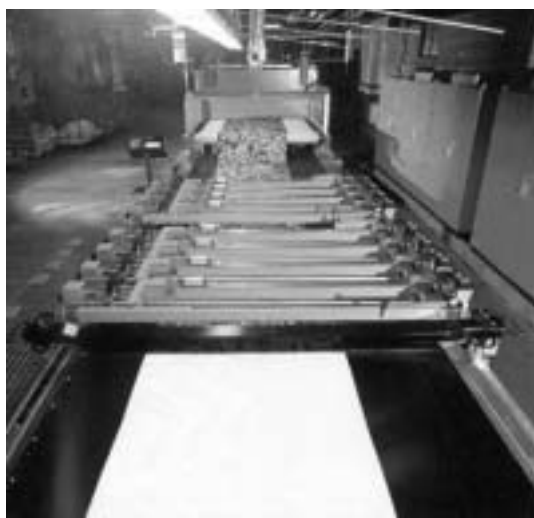


Fig. 115 Immagini di macchine per stampa a cilindri cavi

Dal punto di vista della produzione i vantaggi sono evidenti, poiché si tratta di una lavorazione in continuo, la cui velocità è di 30-60 m/min, con possibilità di arrivare a 90 m/min. Per le macchine meno recenti le difficoltà per la messa a punto ed i costi di ammortamento ne consigliavano l'uso per produzioni elevate per ogni variante stampata; le macchine di produzione recente possono essere impiegate economicamente anche per produzioni medio-basse per ogni variante perché la messa a punto del disegno ed il lavaggio dei cilindri per il cambio colori delle varianti risulta particolarmente rapido. In ogni caso le stampe saranno di qualità decrescente all'aumentare della velocità di produzione.

Una limitazione nell'utilizzo della macchina a cilindri può essere il rapporto del disegno: le macchine in genere montano cilindri della circonferenza di 64 cm., per cui il rapporto del disegno può essere pari alla circonferenza o ad un suo sottomultiplo (32, 16, 8). Attualmente alcuni costruttori forniscono cilindri di varie circonferenze, come ad esempio 101,8 e 120,6 cm. con altezze da 1,6 a 3,2 m (l'altezza dipende dalla macchina); in alcuni casi si arriva a cilindri di 140 cm. per un'altezza di 320.

Vi sono alcune ditte che producono macchine da stampa combinate, che abbinano cioè la possibilità di montare sia i cilindri che i quadri.

Stampa con macchine a tavolo rotante

E' costituita da un tavolo di lunghezza variabile da 10 a 40 m.; su di esso scorre un tappeto continuo di gomma resinata (lungo da 20 a 80 m., in base alla disposizione della macchina ed al tipo) al quale viene fatta aderire una pezza della stessa lunghezza.

Lungo il tappeto sono disposte 1 o 2 stazioni di stampa sulle quali è possibile montare i quadri (e/o i cilindri). Su una parte del tappeto è disposta la mansarda d'asciugamento a circolazione d'aria, che ad ogni passaggio asciuga parzialmente il tessuto. Quando la parte iniziale del tessuto torna alle stazioni di stampa, si provvederà a montare i nuovi quadri (o cilindri), ripetendo l'operazione ad ogni passaggio, fino ad esaurimento dei colori costituenti il disegno. All'ultimo passaggio si provvederà al distacco del tessuto dal tappeto, all'asciugamento completo del tessuto ed al lavaggio del tappeto, per passare poi alla nuova pezza.



- 1- stazione di stampa (quadro o cilindro)
- 2- tastiera per impostazione dati
- 3- tavolo
- 4- tappeto resinato
- 5- mansarda
- 6- percorso tessuto a fine stampa



Fig. 116 Schema di tavolo rotante

Fig. 117 Tavolo rotante

Si tratta di una macchina il cui funzionamento è una via di mezzo tra la rotativa, la manomacchina e la stampa a quadro; viene impiegato per piccole/medie produzioni d'alta qualità, o per campionature destinate a stampe in manomacchine e/o rotative.

Nel campo della stampa le innovazioni dal punto di vista meccanico di questi ultimi anni non sono numerose, ma piccoli miglioramenti meccanici, unitamente all'elettronica, hanno consentito di ottenere ottimi risultati qualitativi anche nelle macchine a maggiore produttività, oltre ad abbreviare il più possibile i tempi morti, ridurre la manodopera, risparmiare su energia, acqua e ausiliari.

Alcuni esempi sono:

- Sistemi di lavaggio tappeto con riciclo d'acqua.
- Sincronizzazione automatizzata tra velocità di stampa e mansarda con impiego di inverter controllati da appositi processori.
- Regolazione automatica degli esaustori nelle mansarde per mantenere le migliori condizioni di asciugamento.

- Sistemi di mantenimento della centratura di quadri o cilindri in funzione anche di minimi spostamenti del tappeto (precisioni di $\pm 0,03$ mm).
- Sincronizzazione della velocità dei cilindri su quella del tappeto, con possibilità di impostare anche piccole variazioni in funzione dei tessuti trattati.
- Possibilità di spostamento automatizzato a rapporto delle stazioni di stampa sulle manomacchine comandate da computer.
- Possibilità di memorizzare tutte le variabili di stampa per i vari disegni e colori (rapporti, corse, velocità, pressioni ed inclinazioni delle racle ecc.).
- Possibilità di dosare l'alimentazione della pasta da stampa nei vari punti del cilindro, in funzione del consumo della stessa.
- Possibilità di lavaggio dei cilindri direttamente su macchina (in 8-10 minuti) per cambio variante.
- Macchine a cilindri con possibilità di togliere e montare i cilindri con le racle al cambio disegno, riducendo di conseguenza i tempi.

Vaporizzatori

Vaporizzatore statico (stella)

E' il più vecchio. E' costituito da una caldaia cilindrica con intercapedine, attraverso la quale passa il vapore, per essere immesso dal basso e dall'alto (scalda le pareti, evitando la formazioni di gocce di condensa). Il coperchio è a chiusura ermetica, per permettere di lavorare in pressione. Il tessuto viene appeso per le cimose, doppiato da una pezza (bengalina), su un supporto a stella munito di spilli ad uncino, disponendolo a spirale. Il supporto, con il tessuto appeso, viene introdotto nella caldaia; in quest'ultima s'immette il vapore scacciando l'aria, indi si chiude il coperchio, mantenendo costante la pressione mediante immissione ed estrazione controllata di vapore. Terminato il vaporizzaggio si apre il coperchio, si estrae il supporto e si stacca il tessuto.

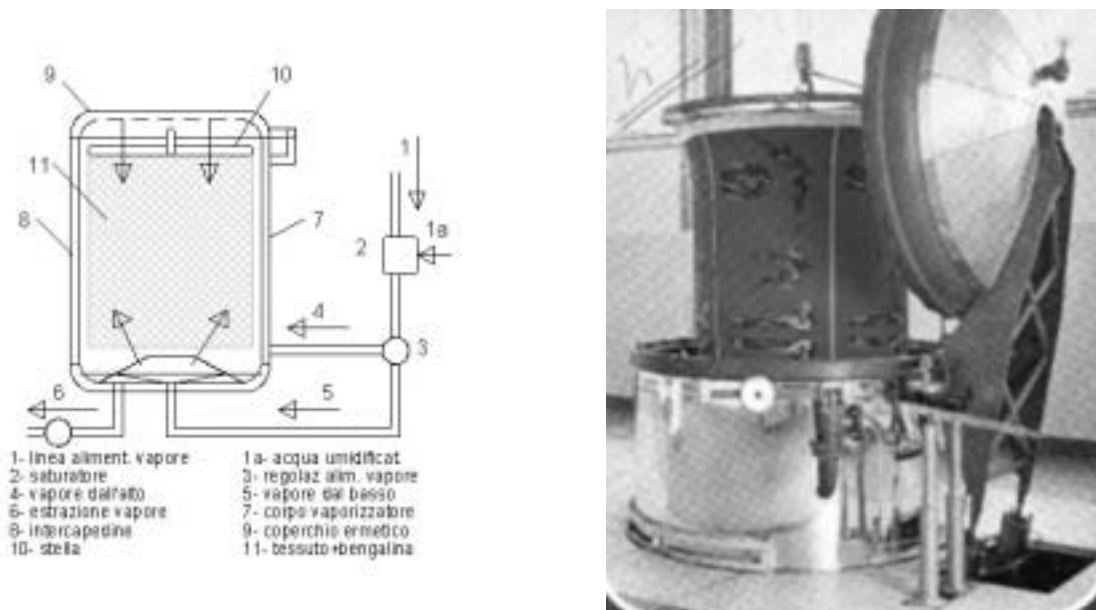


Fig. 118 Schema e immagine di vaporizzatore statico

Non è molto adatto per stampe a corrosione per l'esiguità del ricambio di vapore, mentre consente buoni risultati su fibre sintetiche poiché permette di operare a 130-135°C alla pressione di 1,8 bar e quindi con vapore saturo secco ma a T° elevata. Si hanno buone rese di colore, ma si possono avere difetti di alto-basso (il vapore, immesso in modo non corretto, stratifica a diverse temperature ed umidità, fissando maggiormente i colori nella parte bassa del tessuto).

Ormai è poco usata, poiché consente basse produzioni (lavorazione discontinua di pezze di lunghezza max = 400 m. in 10-60 minuti), con la necessità di molta manodopera, per cui i costi sono elevati.

Vaporizzatore continuo a falde libere

E' costituito da un contenitore a forma di parallelepipedo, aperto verso il basso nei vecchi modelli e chiuso nei più recenti, con pareti laterali ad intercapedine e termicamente isolato verso l'esterno. Nella parte bassa delle intercapedini viene fatto espandere e gorgogliare nell'acqua il vapore proveniente dalla caldaia dopo il passaggio nel saturatore. Si ha così l'immissione di vapore saturo a pressione atmosferica che, salendo, riscalda le pareti dell'intercapedine ed il soffitto (evitando la formazione di gocce di condensa che cadendo potrebbero causare difetti). Il vapore scende poi dall'alto nel vaporizzatore attraverso i fori del soffitto, e scaccia l'aria (più pesante del vapore) riempiendo il vaporizzatore stesso.

Nelle intercapedini sono sistemati dei dispositivi di rilevazione della temperatura ed umidità del vapore che alimenta il vaporizzatore; tali dispositivi comandano in tempo reale appositi umidificatori ad acqua nebulizzata, collegati in cascata con surriscaldatori, posizionati sempre nelle intercapedini; in questo modo è possibile controllare in tempo reale tutte le variabili (la temperatura deve essere regolata entro scostamenti massimi di $\pm 0,5^\circ\text{C}$. dai valori stabiliti, mentre il titolo di vapore deve essere compreso tra il 96 e 98%). Se necessario, nel tragitto nelle intercapedini, il vapore può essere surriscaldato fino a 170-180° C., a pressione atmosferica.

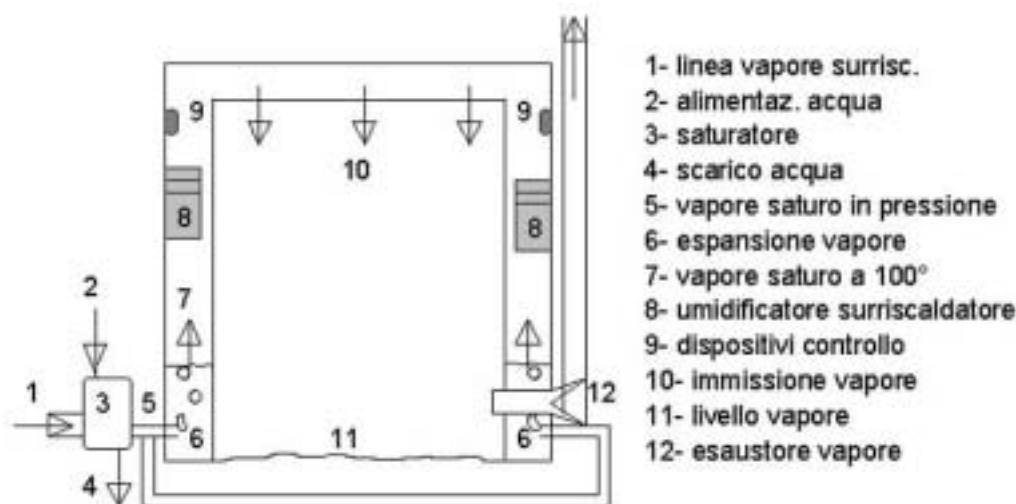


Fig. 119 Schema di vaporizzatore continuo

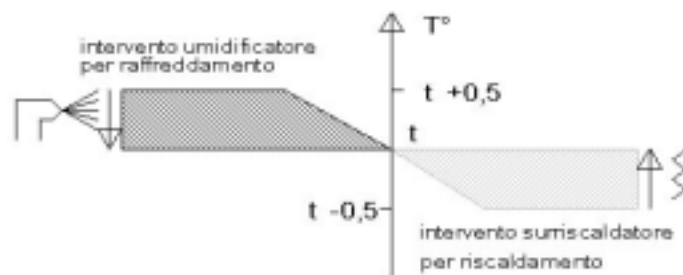


Fig. 120 Controllo della temperatura

Il tessuto attraversa in continuo il vaporizzatore affaldato su bastoni; questi ultimi, ruotando durante il percorso, cambiano continuamente il punto di contatto col tessuto, evitando difetti di fissazione nei punti d'appoggio. Inoltre il tessuto, per effetto della rotazione dei bastoni di sostegno, varierà continuamente la sua posizione anche in altezza, riducendo gli inconvenienti per eventuali stratificazioni del vapore. Il ricambio del vapore è assicurato da uno o più esaustori. Alla fine del percorso il tessuto esce dal vaporizzatore, mentre i bastoni, passando nella parte bassa della macchina, tornano a riprendere il tessuto all'entrata. Appositi dispositivi in entrata ed in uscita, unitamente ad una leggera sovrappressione, impediscono l'entrata di aria (max. consentito di O₂ 0,3/1000 in volume).

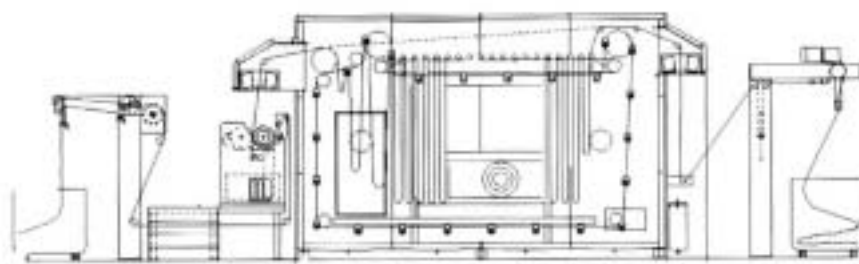


Fig. 121 Schema vaporizzatore (passaggio tessuto a falde o sopra i bastoni)

Il tipo di lavorazione continua consente una maggiore produttività, ed un minor impiego di manodopera, con costi più contenuti rispetto al vaporizzatore statico. Può essere impiegato per tutti i tipi di stampa, variando le condizioni operative, e soprattutto nelle stampe a corrosione porta ai migliori risultati, infatti grazie alla possibilità di un elevato ricambio di vapore consente sia l'eliminazione dei gas di decomposizione dei riducenti, sia un miglior controllo delle temperature.

A questo scopo, ormai da alcuni anni, i vaporizzatori di questo tipo sono chiusi sul fondo poiché ciò consente un maggior controllo delle variabili (T°, pressione, umidità, ossigeno, controllo della circolazione e del ricambio di vapore) e consente di lavorare in leggera sovrappressione per evitare immissione di ossigeno.

La velocità di lavorazione dipende dal contenuto di tessuto del vaporizzatore (numero di falde e lunghezza), dalla sua larghezza (possibilità di vaporizzare contemporaneamente due tessuti) e dal tempo necessario per la fissazione dei coloranti; questi valori determinano anche la richiesta di vapore ed il ricambio dello stesso.

Per soddisfare le più svariate esigenze i costruttori hanno progettato vaporizzatori di tipo e dimensioni diverse, con particolari accorgimenti per il controllo dell'umidità del tessuto in entrata

(nebulizzatori d'acqua), del vapore alimentato ed estratto e delle altre variabili operative. Alcuni vaporizzatori continui a falde possono anche essere utilizzati per vaporizzi veloci (da 1 a 2 min,) facendo passare il tessuto sopra i bastoni, ma in questi casi può essere opportuno utilizzare vaporizzatori flash con percorsi brevi del tessuto.

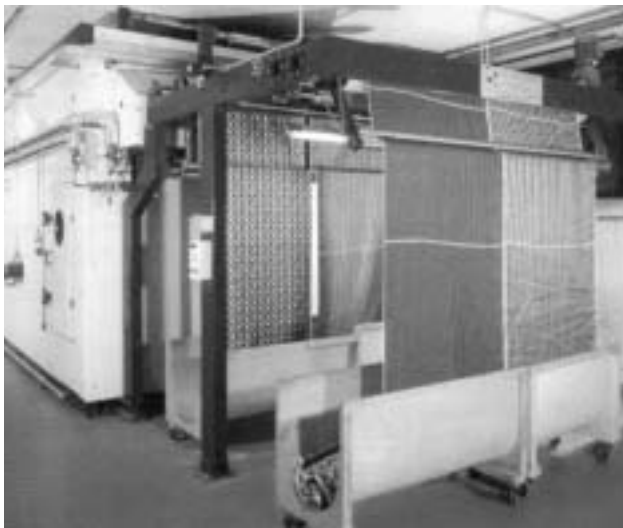


Fig. 122 Vaporizzatore continuo

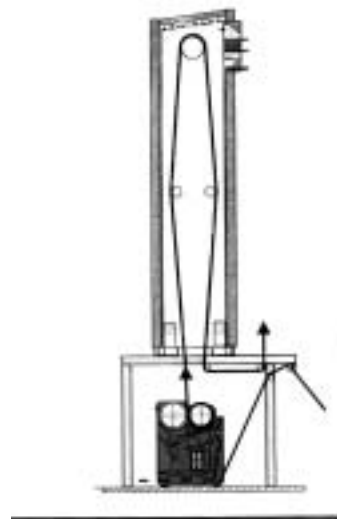


Fig. 123 Vaporizzatore flash

Macchine per il lavaggio di stampati

Dopo la stampa ed il vaporizzaggio, le pezze stampate si presentano con una mano dura dovuta agli addensanti ed il tono dei colori non è quello definitivo.

Il lavaggio ha lo scopo di eliminare dai tessuti l'addensante, tutti gli ausiliari chimici utilizzati ed il colorante rimasto nell'addensante o passato sul tessuto, ma non fissato.

L'operazione, se ben eseguita, consente contemporaneamente di esaltare la brillantezza dei colori, di raggiungere le massime solidità consentite dal tipo di fibra e colorante, e di compensare le tensioni del tessuto.

E' evidente che il lavaggio non deve comportare danni per il tessuto (infeltrimento o altro danneggiamento della fibra, compromissione della stabilità dimensionale, ecc.), come pure per il disegno stampato (le parti bianche, non stampate o comunque stampate in toni chiari non devono venire sporcate o avere alterato il tono dal colorante scaricato nel lavaggio).

Per ottenere i risultati richiesti non basta un energico lavaggio: è anche indispensabile che i coloranti in via di dissoluzione (condizioni simili a quelle di tintura) non vadano a fissarsi a parti di tessuto stampate con colori diversi o a tingere o comunque sporcare le parti bianche.

E' quindi importante scegliere opportunamente:

- la macchina di lavaggio
- le condizioni
- gli ausiliari

senza dimenticare che i risultati ottenuti dipendono anche da come si è operato a monte.

Per ottimizzare il lavaggio degli stampati è importante analizzare accuratamente come esso avviene; si possono individuare tre fasi fondamentali, che pur essendo distinte si sovrappongono nel tempo:

- Fase	- cosa avviene	- cosa rende l'operazione più facile	- precauzioni utili a monte del lavaggio
1	reimbibizione e rigonfiamento addensante	-elevato e rapido assorbimento del bagno -presenza imbibente -tempo di contatto	-tipo e quantità dell'addensante, - stabilità dell'addensante al vaporizzaggio.
2	distacco, scioglimento, eliminazione addens. e col.	-azione meccanica -spremitura -aspirazione -ricambio d'acqua	- quantità e tipo di colorante ed addensante - grado fissazione col.
3	scambio, diluizione, dispersione col. non fissato	-temperatura -detergente -disperdente -tempo -colorante -alcali+riducente	selezione dei coloranti

Fase 1:

La pellicola di addensante, a contatto col bagno di lavaggio, si riidrata, si rigonfia e riduce progressivamente la propria viscosità. Contemporaneamente l'acqua solubilizza o disperde parte del colorante rimasto nell'addensante, e, penetrando nella fibra, inizia la solubilizzazione del colorante non fissato.

La presenza nel bagno di lavaggio di un adatto imbibente, la possibilità di inviare sul tessuto energici getti o spruzzi del bagno, accelera la fase di imbibizione, mentre un sufficiente tempo di contatto bagno-merce facilita in tale fase, il rigonfiamento dell'addensante e completa la dissoluzione del colorante.

Fase 2:

Raggiunta l'adatta viscosità, per effetto dell'energica azione di getti d'acqua, di vibrazioni, spremiture e/o aspirazioni, la maggior parte dell'addensante, con il colorante e gli ausiliari in esso rimasti, passa in soluzione.

Contemporaneamente, una parte del colorante rimasto alla superficie della fibra o diffuso in essa, ma non fissato, passa in soluzione o viene disperso nel bagno.

In questa fase il colorante raggiunge le massime concentrazioni nel bagno di lavaggio (che diviene molto simile ad un bagno di tintura); è quindi molto importante operare a bassa T° per evitare condizioni che favoriscano la diffusione del colorante nelle fibre; contemporaneamente si rende opportuno allontanare rapidamente il bagno di lavaggio dal tessuto, allo scopo di riservare in modo ottimale i fondi bianchi.

Queste prime fasi di lavaggio sono fondamentali perchè possono portare all'eliminazione di oltre l'80% di addensante e colorante non fissato, operando a freddo, ed evitando un continuo e prolungato contatto tessuto-bagno. Ciò consente un'ottimale riserva dei fondi bianchi anche nei successivi lavaggi a caldo, infatti tutto il colorante allontanato a freddo non potrà più sporcare il tessuto nel successivo trattamento a caldo.

Fase 3:

A questo punto è necessario eliminare il restante 15-20% di addensante ancora legato alle fibre per ridare al tessuto la mano originale, e contemporaneamente eliminare il colorante non ben fissato alle fibre per ottenere le massime solidità ad umido ed allo sfregamento.

Per le fibre naturali è opportuno operare alle più alte T° consentite (compatibilmente con l'articolo in lavorazione); un opportuno periodo di sosta del tessuto prima dell'energico lavaggio a caldo facilita il rigonfiamento e la dissoluzione dell'addensante bloccato negli intrecci del tessuto stesso, e la fuoriuscita del colorante dalle fibre per diffusione, per passare nella soluzione molto diluita del bagno. La bassa concentrazione dei coloranti (se le prime due fasi sono state condotte in modo ottimale), unitamente alle alte T° che riducono la loro affinità, e all'utilizzo di opportuni detergenti disperdenti, consente di evitare qualunque pericolo di sporcamento dei fondi bianchi. Per fibre sintetiche ed in particolare modo per poliesteri stampate con dispersi, il colorante superficiale viene distrutto con l'ausilio di bagni alcalini riducenti a 70-80°C, sempre in presenza di opportuni disperdenti. Risulta conveniente eliminare la maggior parte del colorante presente nell'addensante nelle prime due fasi, infatti il colorante non fissato dalla fibra o superficiale per essere distrutto dal riducente richiede continue aggiunte di riducente ed alcali, aggiunte che risulterebbero eccessive per la presenza di colorante trascinato dalle fasi precedenti. Segue una saponatura a caldo.

Fase 4:

Risciacquo e o neutralizzazione.

Il secondo passo è la scelta di un'adatta macchina per il lavaggio.

Il lavaggio può essere eseguito:

- in overflow (raramente) o in barche ad aspo (lavaggio discontinuo in corda che può garantire discreti risultati, l'economicità e la produttività devono essere valutate nelle condizioni specifiche).
- in barche ad aspo a più vasche o affiancate (lavaggio continuo in corda), o in continue di lavaggio in corda: se questo tipo di lavaggio può garantire buona produttività e sufficiente economicità, non è sempre altrettanto valido per la qualità.
- in continue di lavaggio in largo per tessuti stampati.

Spesso il lavaggio costituisce una strozzatura del processo produttivo, ma ridurre i tempi di lavaggio porta inevitabilmente a risultati scadenti, e quindi alla necessità di rilavare i tessuti con conseguente perdita di tempo, aumento dei costi, ritardi nelle consegne e possibili danneggiamenti del tessuto.

Queste macchine sono studiate per il lavaggio degli stampati e adottano tutti gli accorgimenti possibili per evitare gli inconvenienti più comuni (duplicazioni, sporcamento dei fondi, ecc.).

La preferenza va alle continue in largo, poiché consentono sicuramente i migliori risultati dal punto di vista del lavaggio, ma ultimamente le macchine miste (prima parte in largo e seconda in corda) consentono perfetti risultati di lavaggio ed anche una mano finale ottimale su alcune tipologie di tessuti.



Fig. 124 Lavaggio continuo in largo

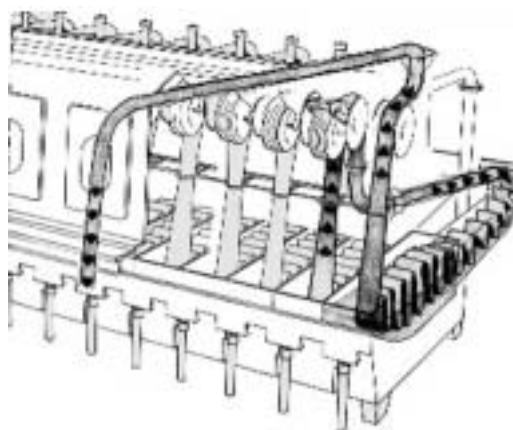


Fig. 125 Lavaggio continuo in corda

Vediamo di seguito due dei sistemi in largo più utilizzati e versatili adatti sia per i pretrattamenti (sbozzima, purga) sia per i lavaggi dopo tintura e stampa.

In Fig. 126 è riportato lo schema di un'unità di trattamento del primo impianto: il tessuto, grazie alla doppia incordatura verticale, è sottoposto all'energica azione lavante del bagno surriscaldato su entrambi i lati. La completa e rapida asportazione dei prodotti solubili e dei residui solidi dispersi è assicurata dall'azione del bagno (ad elevato contenuto energetico sia cinetico sia termico, 105°C) proveniente da lance dotate d'ugelli spruzzatori posti, in tutta altezza, sopra cilindri scanalati superiori (Fig. 113); contemporaneamente la conformazione dei cilindri scanalati facilita il passaggio del bagno attraverso il tessuto e lo convoglia lateralmente.

L'impianto opera su più unità con bagno in controcorrente; nelle singole unità il bagno è opportunamente filtrato prima d'essere riconvogliato dalle pompe al surriscaldatore.

Il sistema di gestione, impostazione e controllo dei processi è affidato ad un PLC, che riproduce i parametri su apposito pannello.

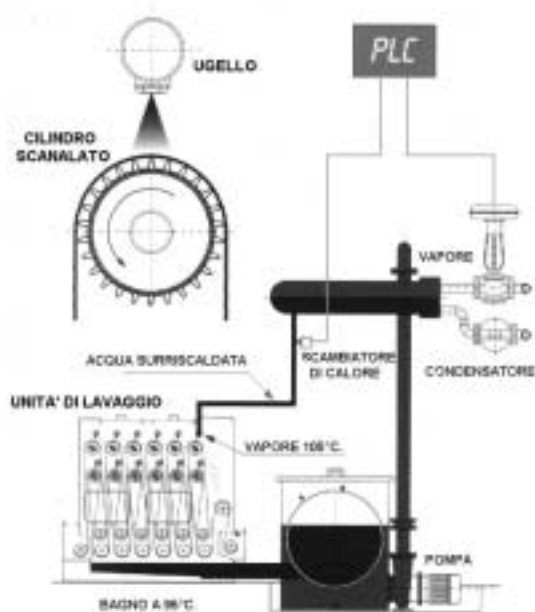


Fig. 126 Schema di un'unità di trattamento e di cilindro superiore scanalato.

Con un accurato dimensionamento dell'impianto, ed un'opportuna messa a punto è possibile giungere ad un ottimo grado di affidabilità per quanto riguarda i risultati, pur mantenendo bassi i consumi d'acqua e una buona velocità di produzione.

I controlli e le scelte effettuate a monte consentono anche una notevole riduzione degli scarichi inquinanti.

La scelta degli ausiliari di lavaggio non è secondaria: un buon imbibente può accelerare la fase di reimpregnazione dell'addensante, rendendo più agevole la sua eliminazione a freddo in tempi relativamente brevi.

Poiché l'eliminazione dell'addensante e del colorante non può avvenire in modo completo a freddo, si deve ricorrere in una seconda fase a T° elevate.

Queste condizioni provocano un pericoloso aumento della velocità di montaggio dei coloranti, con possibilità di sporcare i fondi bianchi.

Adatti detergenti-disperdenti a carattere anionico-non ionico o non ionici possono legarsi al

colorante, stabilizzandolo in forma di soluzione o dispersione, anche a concentrazioni relativamente alte.

Ciò consente una buona ed uniforme riserva dei fondi bianchi. Caratteristica non secondaria da considerare sarà la produzione di schiuma: una bassa capacità schiumogena consente di evitare o ridurre la quantità di antischiuma, con indubbi vantaggi.

In ogni caso le condizioni di lavaggio sono strettamente legate al tipo di tessuto stampato, alla sua composizione fibrosa ed ai coloranti utilizzati.



Fig. 127 Particolare dell'unità di lavaggio



Fig. 128 Particolare degli ugelli spruzzatori

Il secondo impianto (Fig. 129) è costituito da quattro unità nelle quali il tessuto, passando su una coppia di tamburi perforati di grande diametro, viene investito sia sul diritto sia sul rovescio da quattro lame d'acqua. L'elevata portata dell'acqua a bassa pressione consente di asportare rapidamente i prodotti più o meno solubili, pur trattando i tessuti in modo delicato.

La possibilità di regolazione automatica della velocità dei tamburi e di tutti i cilindri, la presenza di cilindri ballerini, la vasca di stoccaggio relax posta tra le prime due unità di lavaggio e le successive consentono una bassissima tensione con possibilità di trattare praticamente tutti i tipi di tessuto (ortogonali, elasticizzati, a maglia di tutti i tipi, fatta eccezione per la maglia tubolare non aperta).

La presenza di un programmatore consente di impostare e controllare tutte le funzioni e le variabili operative tipiche di un lavaggio in continuo (velocità di trattamento, tensioni, temperature, pH, ricambio d'acqua, dosaggio ausiliari ecc...), ed a richiesta la visualizzazione di tutti i parametri operativi

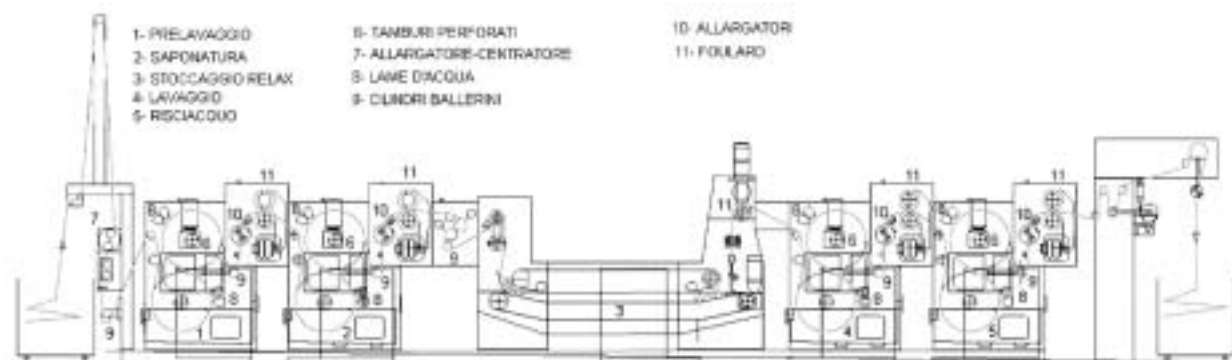
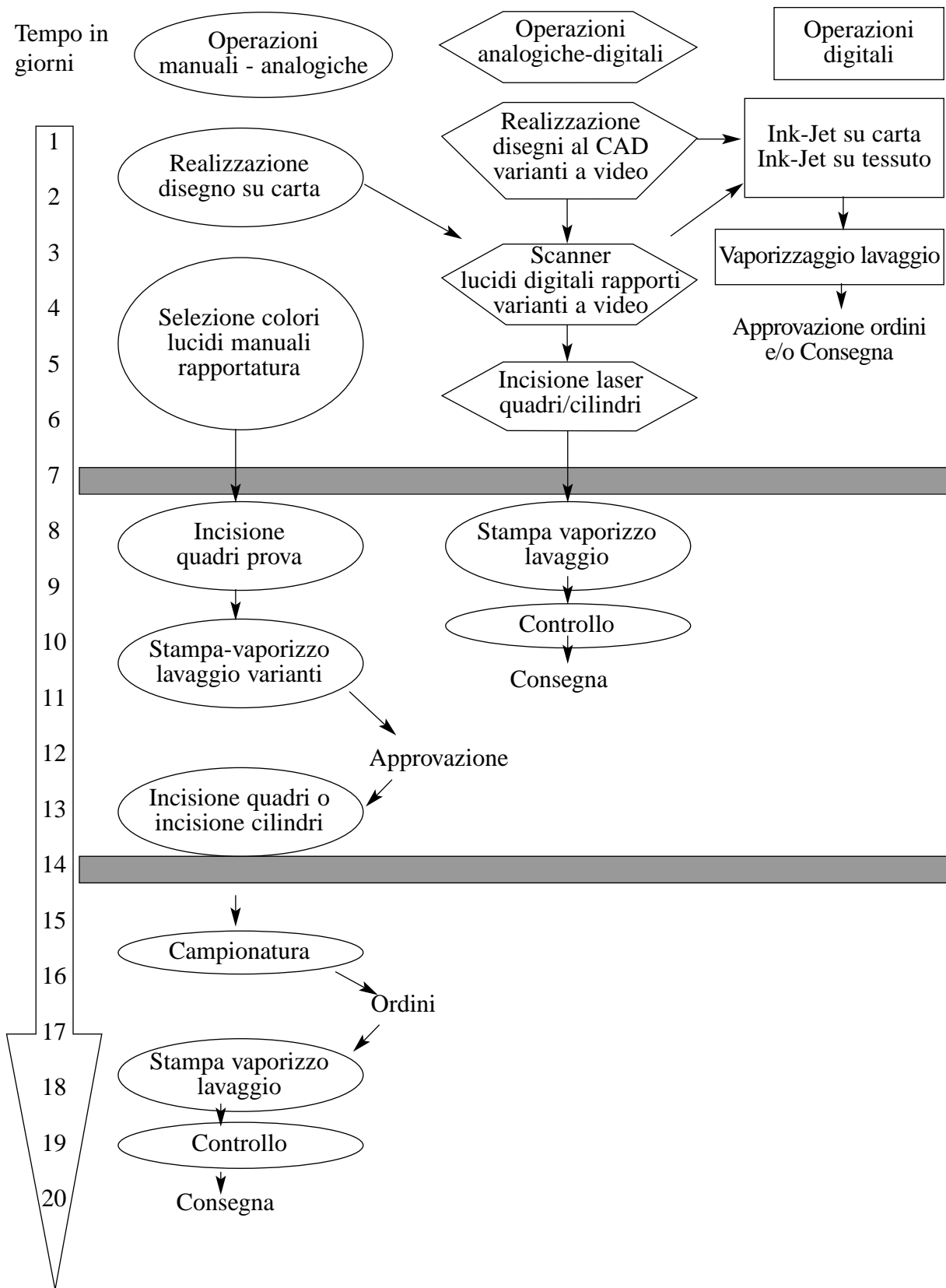


Fig. 129 Continua di lavaggio in largo

Evoluzione nelle tecnologie d'incisione di quadri, cilindri e nella stampa tessile



L'incisione tradizionale di quadri da stampa e cilindri cavi prevede le seguenti operazioni:

- la realizzazione di disegni su carta (operazione manuale);
- la selezione dei colori e la realizzazione di un lucido, su film poliestere trasparente per ciascun colore da stampare e la rapportatura per disegni continui (operazioni eseguite manualmente e/o fotograficamente);
- l'incisione di piccoli quadri per la variantatura su tessuto;
- la stampa su tessuto, con i quadri prova, di varianti di colori, vaporizzo e lavaggio;
- l'approvazione da parte del cliente del disegno e delle varianti;
- l'incisione dei quadri o cilindri (tradizionale fotoincisione con gelatine fotosensibili e lucidi);
- la stampa, vaporizzo e lavaggio di campionatura;
- la stampa dei tessuti in produzione.

Da più di un decennio, con l'utilizzo di stazioni CAD, si è resa possibile la riproduzione digitale di disegni sia direttamente eseguiti a computer sia letti tramite scanner ed eventualmente modificati. Con le immagini digitalizzate e l'utilizzo di software dedicati, l'operazione di rapportatura e la selezione dei colori, con ottenimento di lucidi su supporto informatico, è stata notevolmente velocizzata e semplificata. Inoltre la disponibilità dei disegni in forma di lucidi su supporti informatici consente una prima selezione delle varianti direttamente a video (operazione velocissima) o una stampa su carta delle stesse da sottoporre ai clienti (con i problemi di una riproduzione dei colori approssimativa e l'impossibilità di toccare il tessuto, ma realizzabile in pochi minuti).

Mediante tecnologie, quali il laser di potenza, l'incisione a cera ed ultimamente laser freddi per l'incisione diretta di cilindri o quadri piani, è stato possibile ridurre ulteriormente i tempi di realizzazione degli stampati e parzialmente anche i costi.



Fig. 130 Incisione laser per quadri

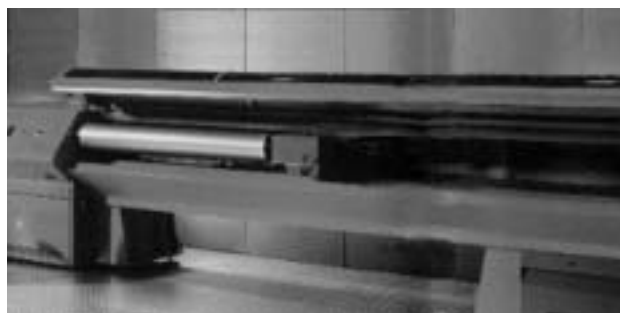


Fig. 131 Incisione laser per cilindri

Rimane comunque invariata la necessità di arrivare all'incisione dei buratti e cilindri per vedere realizzato il disegno su tessuto e poterlo sottoporre al giudizio del cliente: questo comporta tempi d'attesa ormai non sopportabili nel campo della moda; inoltre il costo di base per la realizzazione dei buratti (anche dei disegni che non verranno mai commercializzati), e la loro conservazione a magazzino, rende particolarmente onerosa la realizzazione dei tessuti stampati in genere e proibitiva per le piccole metrature oggi sempre più richieste.

Un passo importante per risolvere parte di questi problemi viene offerto dalla tecnologia di stampa su tessuto Ink-Jet.

Ink-Jet

Attualmente la tecnologia della stampa digitale sta consentendo di stampare su tessuti, in particolare di seta, fibre cellulosiche (cotone, viscosa, lino), poliesteri, misti seta/cotone e seta/viscosa, poliammide e PA/elastomeri con adatti “inchiostri” a base di coloranti reattivi, acidi e dispersi ed in questi casi i tessuti devono essere appositamente preparati per tale stampa; sugli stessi substrati o miste, anche se non appositamente preparati, è possibile la stampa con inchiostri a pigmento, con risultati qualitativi soddisfacenti per alcune tipologie di disegni. Per ora si realizzano soprattutto campionature ma ormai, sempre più frequentemente, produzioni limitate ma, volendo, personalizzate. Il vantaggio fondamentale sta nei tempi: in 2-3 ore è possibile passare dal disegno alla stampa con produttività da 3 a 30 m²/ora per i plotter più comuni di costo contenuto, o da 8 fino 60 m²/h per macchine che possono essere utilizzate per piccole produzioni, fino a 30-150 m²/h per vere macchine ink-jet da produzione di costo elevato (le velocità minime e massime sulla stessa macchina sono in funzione del disegno, del substrato e dei risultati qualitativi desiderati); non va però dimenticata la possibilità di avere stampe di tipo fotografico non riproducibili con la stampa tradizionale, e sicuramente migliori delle serigrafie in quadricromia.

Si tratta sempre di stampa diretta, con possibilità di “imitare” i disegni ottenibili con la stampa tradizionale diretta, a riserva ed in corrosione. Non sono possibili stampe con effetti lamina, pigmento in rilievo, glitter, metallizzato ecc. ottenibili solo con la stampa tradizionale.

Principio della stampa digitale (generalità)

La differenza fondamentale tra stampa tradizionale e stampa ink-jet sta nel fatto che quest’ultima è una stampa “no-impact” (il trasferimento del colore sul tessuto avviene senza contatto), con una conseguente serie di vantaggi e svantaggi (diversità) rispetto alla stampa tradizionale (dove il colore viene depositato sul tessuto per mezzo di quadri/cilindri e spatole).

Nella stampa digitale, piccolissime gocce di inchiostri (coloranti) di diversi toni (da un minimo di 4 ad un massimo di 12), in soluzione acquosa, sono proiettate sul tessuto (quasi contemporaneamente ed in sequenza controllata) combinandosi (o affiancandosi) sullo stesso, in modo da riprodurre il disegno originale.

L’operazione di stampa deve essere preceduta dalla preparazione del tessuto e seguita dal vaporizzaggio, per fissare il colorante, ed il lavaggio (per stampa a pigmenti non serve preparazione e lavaggio ma la polimerizzazione).

In base a quanto sopra specificato, possiamo subito evidenziare alcuni vantaggi ed alcuni problemi legati a questa tecnologia:

Vantaggi:

- rispetto alla stampa tradizionale si eliminano i quadri o i cilindri (costo di realizzazione variabile legato a dimensione del disegno, tipologia di lucido e n° di colori del disegno)
- possibilità di stampare, nel giro di poche ore (e non di giorni o settimane), i disegni in tutte le varianti di colore desiderate.
- le produzioni limitate non influenzano eccessivamente i costi ed è sempre possibile introdurre piccole modifiche o personalizzazioni dei disegni.
- da non trascurare sia dal punto di vista ecologico sia dei costi, l’utilizzo della quantità (quasi strettamente necessaria di colorante, addensante ed ausiliari, evitando i residui di paste da stampa preparate in eccedenza con i metodi tradizionali ed i conseguenti problemi di smaltimento).

Svantaggi:

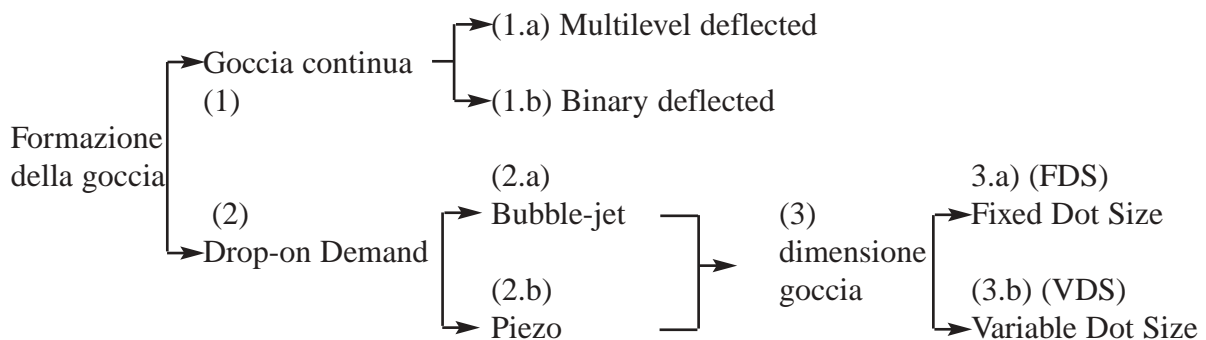
- Per grosse partite rimane ora, e, probabilmente, per diversi anni ancora, la necessità di produrre con la vecchia tecnologia (le partite di medie dimensioni potrebbero già essere realizzate con l'ink-jet).
- La viscosità degli inchiostri è bassa, quindi, per evitare l'allargamento dei contorni a causa della capillarità dei supporti tessili, e consentire la perfetta definizione del disegno, il tessuto deve essere appositamente preparato con l'applicazione di prodotti addensanti ed ausiliari (tipici della stampa tradizionale) e successivamente asciugato.
- La scarsa, o meglio variabile, penetrazione della goccia di colore nel tessuto può portare a forti differenze tra diritto e rovescio, indirizzando l'utilizzo di questa stampa in campi specifici in cui questi "difetti" possono risultare vantaggiosi.
- L'utilizzo di un numero limitato di colori (generalmente 6-8) porta a una riduzione dello spazio colore
- Il costo degli inchiostri è ancora elevato
- La difficoltà nella riproducibilità quando si passa da campionature ink-jet, a produzione tradizionale.

Tecnologie di eiezione della goccia

La tecnologia di eiezione della goccia, è la base della stampa ink-jet.

Qualunque siano le tecnologie di eiezione utilizzate, una costante è data dagli ugelli che, montati su una testa di stampa che si muove nel senso trama del tessuto (asse Y) su un carrello, riproducendo nel passaggio una fascia di disegno di dimensioni variabili. Una ulteriore fascia di disegno verrà riprodotta con il carrello che effettua un successivo passaggio, dopo che il tessuto è avanzato in senso ordito (asse X) in funzione della dimensione della fascia stampata.

Possiamo classificare le tecnologie di trasferimento della goccia sul substrato secondo diversi criteri:



Il metodo di formazione della goccia

1- Goccia continua:

Ink-jet continuo multilevel deflected

La caratteristica principale di questo tipo di tecnologia, è la capacità di sparare un sottile getto d'inchiostro che durante il percorso, per effetto della tensione superficiale, forma delle piccole gocce. Alle gocce viene conferita una carica elettrostatica variabile in funzione dell'angolo di deviazione desiderato, angolo di deviazione ottenuto mediante il passaggio in un campo magnetico. Le gocce deviate vengono proiettate sul tessuto; le gocce non deviate, invece, cadono in un apposito contenitore che le recupera.

Risulta quindi possibile avere una successione rapidissima di gocce proiettate ad elevata velocità che permettono di stampare non una linea alla volta, bensì una striscia, e ciò conferisce alla macchina una discreta velocità di stampa. Per contro, la qualità risulta essere non molto elevata; la risoluzione è al massimo di 240 dpi, ed anche la precisione di stampa risulta essere limitata dalla precisione della deflessione delle gocce.

Ink-jet continuo binari deflected

La generazione delle gocce avviene come per il metodo precedente, ma in questo caso vengono lasciate cadere sul tessuto le gocce che hanno un percorso rettilineo (non caricate), mentre quelle che non sono necessarie alla stampa (con carica elettrostatica) vengono deviate dal campo magnetico e recuperate.

Caratteristica comune alle due tecniche è la necessità di utilizzare inchiostri ad elevata conduttività, ma comunque non molto complessi. La vita delle testine è bassa; c'è un'elevata tendenza alla rottura degli ugelli, ed anche una certa tendenza alla formazione di incrostazioni nelle piastre di carica e di deviazione; l'affidabilità della macchina ne risulta compromessa.

Per i succitati motivi sono scarsamente utilizzati nella stampa tessile, mentre sono molto utilizzati per la cartellonistica, etichettatura ecc...

2 - Drop – on – Demand

L'ugello crea la goccia su domanda, quindi quando serve.

Con questa tecnologia la velocità della goccia risulta limitata (10-15 m/s), con conseguente impossibilità di ottenere una stampa veloce (se non aumentando il numero degli ugelli), ma rende le testine più semplici e più affidabili, oltre a consentire maggiore precisione e migliori risultati. In effetti questa è la tecnologia di stampa digitale normalmente adottata nel tessile.

Anche in questo caso esistono due differenti metodologie impiegate dagli ugelli per la creazione della goccia con conseguente diversità per la dimensione della stessa, la sua frequenza di eiezione, la precisione e regolarità della riproduzione ed, in buona misura, i costi e l'affidabilità della macchina; da non dimenticare inoltre che il tipo d'ugello impiegato condiziona anche la scelta della tipologia dei coloranti-inchiostri utilizzati.

Il costo di ricerca e progettazione è elevatissimo (decine di milioni di dollari) per cui sono solo 4-5 le multinazionali che le producono, ed il mercato principale è quello delle stampanti su carta (con esigenze non sempre compatibili con quelle della stampa su tessuto).

2.a) Ugello termico – Bubbles-jet

Una piccola quantità di colorante in soluzione acquosa viene istantaneamente scaldata a 250-350°C in una piccola camera. La bolla di vapore creata istantaneamente provoca l'espulsione di una goccia d'inchiostro dall'ugello, mentre il brusco raffreddamento che segue, crea una contrazione dell'inchiostro, con conseguente interruzione della goccia. La frequenza di eiezione ottenibile è abbastanza elevata (Max. 30.000 gocce/s).

Le risoluzioni sono buone e variano da 360x360 a 1440x1440 dpi (per il tessile si utilizzano da 360 a 720 dpi).

Con questa tecnologia si possono produrre piastre con moltissimi ugelli, a costi relativamente bassi; di contro serve l'impiego di inchiostri con caratteristiche particolari per le temperature raggiunte. Gli ugelli, inoltre, possono essere soggetti a progressivo e abbastanza rapido deterioramento per i depositi (dovuti alla decomposizione di coloranti e/o precipitazione di sali) causati dalle elevate temperature raggiunte nella camera di vaporizzazione con conseguente variazione della dimensione delle gocce, frequenza di eiezione e/o otturazione. In definitiva sono scarsamente affidabili sia per le variazioni cromatiche in funzione dell'invecchiamento, sia

perché, pur avendo i singoli ugelli costi bassi di produzione, in teste di stampa a moltissimi ugelli basta il cattivo funzionamento di una piccola parte di questi per portare alla sostituzione di tutta la testa, con conseguenti interruzioni ed aumenti dei costi.

Espansione Contrazione

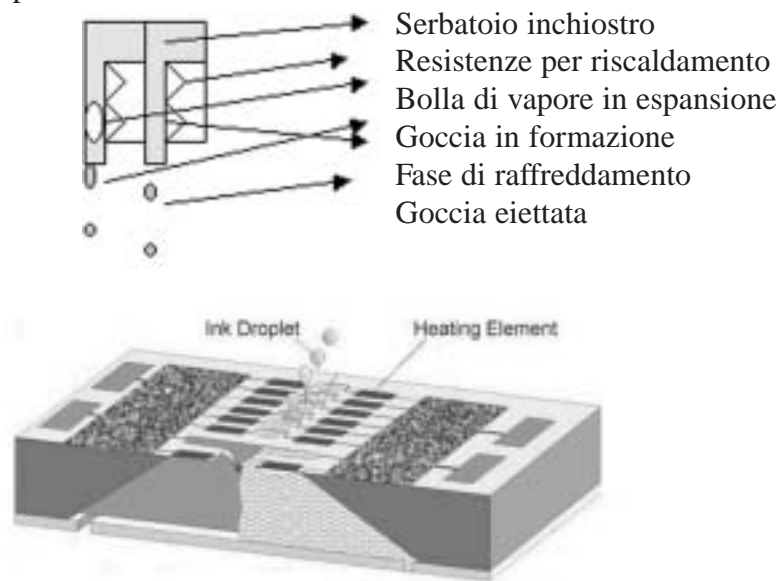


Fig. 132 Schema e figura di testa di stampa bolle-jet

2.b) Ugello piezoelettrico

Porta all'eiezione delle gocce d'inchiostro, posto in una piccola camera, per effetto della deformazione di un cristallo sottoposto all'azione di un campo elettrico.

E' una tecnologia più precisa ed affidabile della precedente, sia per la maggior durata dei cristalli rispetto alle resistenze, sia perché si riducono notevolmente i problemi di affidabilità legati alle incrostazioni; consente inoltre l'utilizzo di inchiostri-coloranti meno sofisticati (e quindi meno costosi, anche se scrupolosamente controllati per avere una tensione superficiale costante nel tempo). L'ottenimento di piastre (teste di stampa) con moltissimi ugelli non è per ora possibile, e le singole testine sono molto più costose delle precedenti, ma la frequenza d'eiezione può raggiungere valori molto elevati (Max. 100.000 gocce/s).

Le risoluzioni sono elevate e variano da 360x360 a 2880x2880 dpi (per il tessile da 360 a 720 dpi).

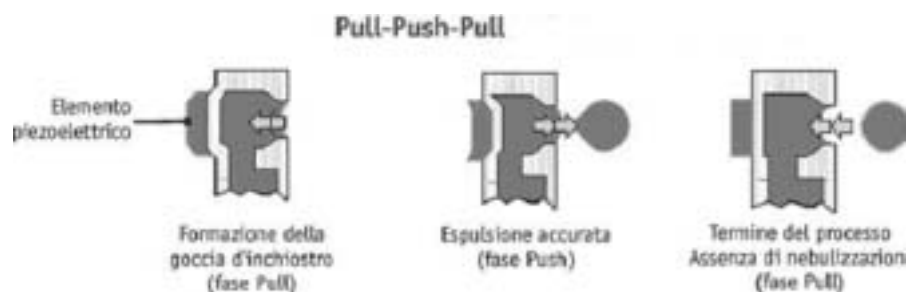


Fig. 133 Schema di ugello piezoelettrico

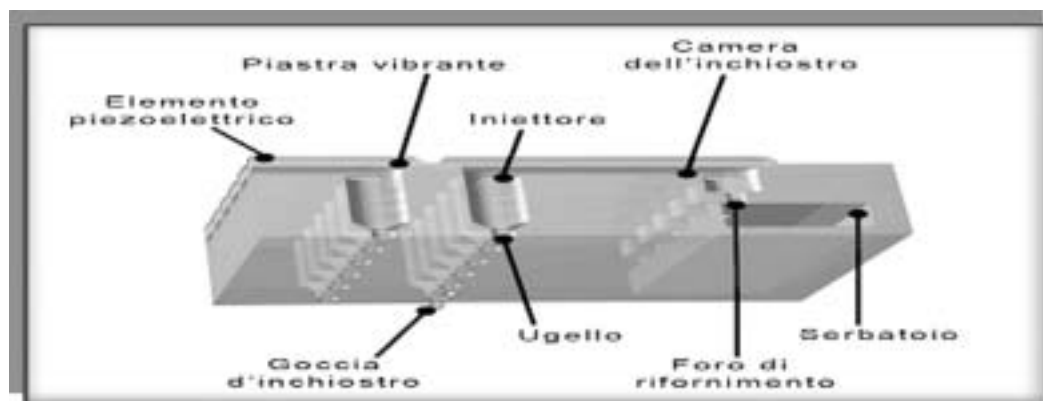


Fig. 134 Schema e figura di testa di stampa ad ugelli piezoelettrici

3 – Risoluzione e da dimensione della goccia utilizzata

Concetto fondamentale nella stampa digitale è la “risoluzione” di un disegno: essa è data dal numero di “punti” per pollice² (dpi). Maggiore sarà il valore di dpi, maggiore la risoluzione. Una maggiore risoluzione consente una maggiore definizione del disegno, ma soprattutto consente di definire meglio i particolari molto piccoli ed i filetti molto sottili, evitando i fenomeni di salinature.

Ogni punto però può essere riempito in modo diverso:

3.a) modulazione digitale FDS (Fixed Dot Size)

3.b) modulazione analogica VDS (Variable Dot Size)

3.a) Col metodo FDS un punto viene riempito con un certo numero di gocce tutte della stessa dimensione. Se si stampa un tono pieno il punto verrà riempito ad esempio con 9 gocce, mentre per ottenere lo stesso tono, ma sempre più chiaro, lo stesso punto verrà riprodotto con un numero sempre decrescente di gocce (con le gocce sempre delle stesse dimensioni). I vantaggi di questo metodo consistono nella semplicità legata a gocce sempre uguali ed alla penetrazione uniforme delle gocce nel tessuto sia per toni chiari che scuri (gocce della stessa dimensione penetrano in modo uniforme).

Lo svantaggio è costituito dalla variazione di nitidezza del disegno che risulterà buona per toni scuri e meno buona per toni chiari; le puntature dovute alla distanza delle singole gocce (es. 1 goccia per punto, circondata da un'area abbastanza grande di bianco) risulterà percepibile dall'occhio in particolare su tessuti con struttura superficiale liscia ed uniforme, e creerà difficoltà nella riproduzione di sfumature graduali.

3.b) Col metodo VDS il tono viene regolato sia col numero sia con la dimensione delle gocce. Ciò consente una maggiore gradualità nella variazione dei toni e quindi una minor percezione delle puntature nei toni chiari (per esempio 9 gocce piccole per punto invece di una o due gocce grosse) e maggior gradualità nelle sfumature; di contro si avrà una diversa penetrazione tra toni chiari e scuri dovuta alla diversa dimensione delle gocce.



Fig. 135 Modulazione della goccia

Sia la tecnologia degli attuali ugelli termici che piezoelettrici consente la modulazione della dimensione della goccia (il perfetto controllo è legato alla frequenza di eiezione, ed a frequenze eccessivamente alte il controllo risulta aleatorio). In questo caso gli ugelli piezoelettrici, oltre ad avere un vantaggio nella frequenza d'eiezione, consentono una corretta e costante modulazione nel tempo mentre i termici modificano nel tempo la dimensione della goccia a causa delle incrostazioni.

Metodologia di stampa Process

Riproduce i disegni con la stessa tecnologia della stampa digitale (dietering) su carta: utilizzando quattro (quadricromia con 4 teste di stampa) o sette colori (eptacromia con 7 teste di stampa, max per ora 10), mediante miscelazione e/o accostamento sul tessuto gocce di inchiostri dei diversi coloranti impiegati (fase interamente gestita da appositi software), si riproducono i colori desiderati (tinta-brillantezza-intensità) .

In effetti le gocce degli inchiostri dei diversi coloranti necessari a riprodurre il colore desiderato verranno disposti sul tessuto in quantità (numero di gocce per punto) opportuno affinché il nostro occhio, non avendo una capacità di definizione tale da poter individuare e valutare il colore delle singole gocce, ne effettui una media nel processo di sintesi additiva.

La stampa process consente sicuramente una serie di vantaggi quali:

- gestione automatica da parte del software della riproduzione dei colori (spazio colore limitato rispetto a quello della stampa tradizionale ma sufficiente per le normali necessità)
- l'eliminazione della necessità di una cucina colori, con tutte le conseguenze di una sua gestione
- la possibilità di un'immediata stampa dei disegni digitalizzati (anche) senza nessuna manipolazione tipica dei disegni destinati alla stampa tradizionale quale la separazione in lucidi o nella quadricromia (riproduzioni di tipo fotografico) con un numero infinito (o quasi) di colori e sfumature
- la possibilità di ottenere su tessuto stampe di tipo fotografico di ottima qualità non realizzabili con la stampa tradizionale

ma anche una serie di problemi:

- le stampe di tipo fotografico non saranno riproducibili con la stampa tradizionale e non saranno variantabili nemmeno nella stampa digitale (o molto difficilmente ed in numero molto limitato)
- difficoltà nell'ottenimento di toni chiari piatti ottenuti con uno solo degli inchiostri impiegati,

ma grosse difficoltà se il tono chiaro è di combinazione (ottenuto accostando 2 – 3 inchiostri diversi)

- Problemi di puntature e/o di marezzature nelle sfumature
- problemi di penetrazione del colore per i toni chiari
- Spazio colore limitato rispetto alla stampa tradizionale ed anche rispetto alla Spot (60-85% dei colori in funzione del numero e tonalità degli inchiostri impiegati)

Da notare che i produttori di queste tecnologie sono orientati verso ugelli che permettono stampe con definizioni sempre maggiori (1200-2000 punti per pollice), con goccioline sempre più piccole: ciò va bene per stampe su carta, ma non per la stampa tessile, poiché definizioni così alte sono inutili (720 dpi sono già ottimali per la stampa tessile su substrati di seta), e comportano problemi di affidabilità (ugelli con fori piccolissimi che si otturano, penetrazione insufficiente, ...).

Metodologia di stampa Spot

I colori da riprodurre vengono preparati mediante miscelazione di inchiostri madre (come nella stampa tradizionale) ed opportunamente diluiti (conseguentemente si dovrà disporre di un'apposita cucina colori). Si dovranno quindi utilizzare tanti inchiostri quanti sono i colori del disegno e tante teste di stampa quanti sono i colori. Questa tecnologia consente di stampare il tessuto con un numero costante (il massimo) di gocce d'inchiostro per unità di superficie, eliminando i problemi di puntature, disuniformità e migliorando la penetrazione nei disegni con fondi pastello eliminando i problemi di marezzature. Evidentemente non saranno riproducibili disegni a molti colori (ogni colore deve avere una propria testa di stampa ed un numero eccessivo di teste di stampa rende poco affidabile e molto costosa la stampante). Quanto detto complica il processo di stampa imponendo da un lato l'utilizzo di apposita cucina colori, e dall'altro costringe a fasi di lavaggio delle teste di stampa ad ogni cambio variante, con perdite di tempo e grossi problemi per gli ugelli, in particolare piezoelettrici (con fori di uscita delle gocce di diametri dell'ordine di 10-12 micron).

Da non dimenticare poi che la miscelazione degli inchiostri comporta tutta una serie di precauzioni da prendere per evitare la presenza di particelle solide (polveri) e/o aria che comprometterebbero qualità di stampa e produttività.

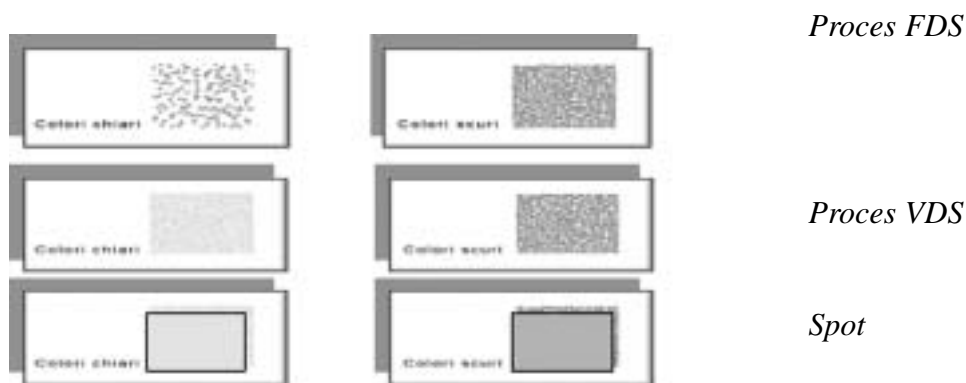


Fig. 136 Risultati di stampa con le diverse tecnologie

E' anche possibile combinare opportunamente le due metodologie (process e spot) per conseguire i migliori risultati.

Velocità di stampa e qualità

Nella stampa con tecnologia ink-jet il discorso relativo alla qualità è correlato in proporzione inversa alla velocità di stampa e dipende da diversi fattori:

Ciclo di lavoro della testina

Come detto esistono due differenti tecnologie di stampa, la **piezoelettrica** e la **termica**, caratterizzate da altrettanto differenti testine di stampa ed entrambi i processi presentano dei limiti nella velocità con la quale riescono a formare la goccia di inchiostro, inviarla sul substrato, rendersi disponibili per attivare un nuovo ciclo di lavoro:

- per gli ugelli termici i limiti sono di tipo fisico dovuti al cosiddetto “transitorio termico”, cioè il periodo durante il quale il resistore all’interno dell’ugello si raffredda, entra del nuovo inchiostro e si attiva una nuova fase di riscaldamento di quest’ultimo.
- per il processo piezoelettrico sono di natura elettromeccanica, con problemi di vibrazioni che si innescano al raggiungimento di valori limite di frequenze con cui il dispositivo piezoelettrico viene “sollecitato” nel tempo.

In ogni caso, limitando il numero di processi di formazione delle gocce di inchiostro nell’unità di tempo, si limita automaticamente il valore della velocità di stampa.

- Tutti i produttori per incrementare la velocità di stampa hanno realizzato testine con un elevato numero di ugelli, con conseguente maggiore quantitativo di inchiostro depositato sul tessuto nell’unità di tempo e quindi una maggiore velocità di stampa.
- I diversi costruttori di plotter assemblano le piastre di stampa in funzione delle velocità che vogliono raggiungere: più ugelli per testa di stampa, maggiore velocità; più teste di stampa per piastra, maggiore velocità di stampa (a parità di numero di colori).



Fig. 137 2 testine con 2 serie di 180 ugelli

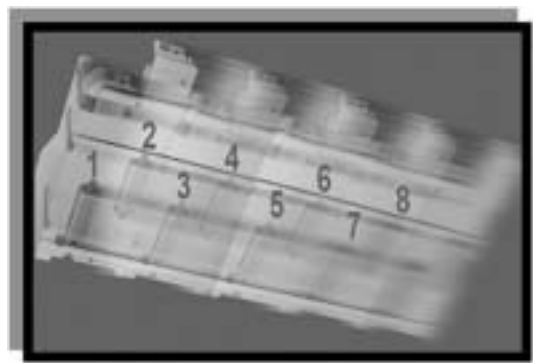


Fig. 138 Piastra con 8 testine disposte su due file.

Goccia variabile

L'utilizzo di gocce di grosse dimensioni richiede un minor numero di gocce per riempire una certa area stampata, rispetto all'utilizzo di gocce di piccole dimensioni; in base a quanto precedentemente detto, utilizzare gocce di grosse dimensioni velocizza la stampa.

E' però bene ricordare che la dimensione delle gocce è legata anche all'aspetto qualitativo: la capacità della testina di stampa di creare gocce di differenti dimensioni, da quelle più piccole di circa 2-3 pl (picolitri = 10-12 l) a quelle più grandi di 35-40 pl consente di ottenere fondi chiari non puntinati e sfumature graduali. Un ugello che consente di regolare la dimensione delle gocce

garantisce la possibilità di regolare la velocità di stampa a seconda di quello che stiamo stampando; le piccole gocce assicurano un'ottima risoluzione e definizione dell'immagine, mentre le gocce più grosse velocizzano il riempimento delle zona a colore intenso ed uniforme, prive di sfumature.

Fondamentale la combinazione ugello/inchiostro, poiché la goccia proiettata deve arrivare sul tessile con una forma sferica, non ovoidale e non deve formare gocce satellite per evitare perdita di definizione nel disegno e contorni non nitidi.

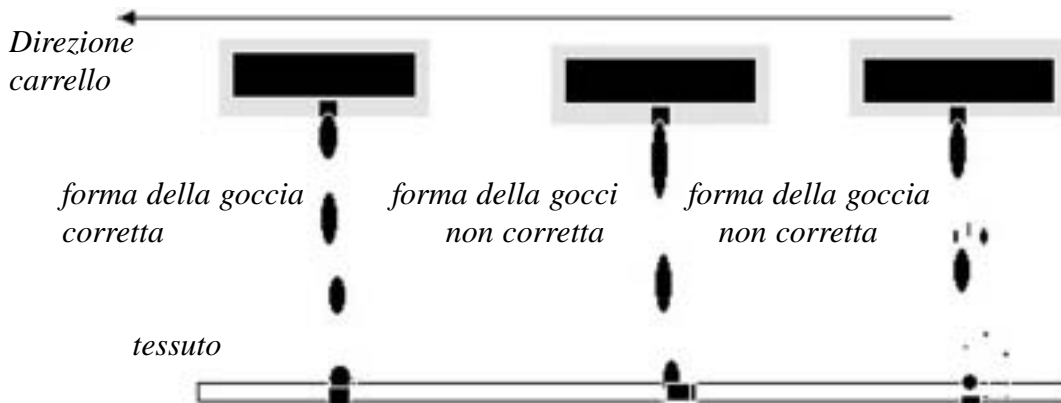


Fig. 139 Esempi di possibili difetti nella formazione della goccia

Sincronismo dei movimenti testina-tessuto

Durante la stampa ink-jet la qualità dei risultati è strettamente legata al controllo e sincronismo di tre movimenti:

- la goccia d'inchiostro che, partendo dall'ugello, va sul tessuto (asse z)
- l'ugello che, montato sul carrello, si sposta lungo l'altezza del tessuto (asse y)
- l'avanzamento del tessuto (passo verticale, asse x)

Il problema è quello di ottenere una elevata precisione nel sincronismo dei movimenti, quindi nel posizionamento della testina di stampa e di conseguenza della goccia sul tessuto, aspetto molto importante per realizzare stampe di qualità.

All'aumentare della velocità si riduce la precisione nel sincronismo dei movimenti e la qualità.

Driver di stampa

I driver e quindi il software gestisce il processo di stampa. Il software presiede a tutte le fasi di stampa, dalla preparazione dell'immagine da stampare, alla movimentazione della testina, alla formazione della goccia, alla gestione del colore, e così via. Non è detto che tutta la gestione dipenda dalla stampante, spesso molti parametri sono gestiti dal sistema CAD integrato (software), ed altri dalla stampante.

Velocità di stampa, supporto e regolazioni

Un aumento della definizione (punti/pollice²) nella stampa di un disegno impone alla testina di

stampa di riempire con le gocce eiettate un maggior numero di punti per ogni passaggio: poiché la velocità di eiezione è limitata, a maggior numero di punti per unità di superficie corrisponde un numero maggiore di gocce; per spruzzare un maggior numero di gocce serve un tempo maggiore (avrò però punti più ravvicinati, quindi maggiore precisione, toni più intensi, minori sgranature e maggiore penetrazione).

Generalmente i plotter eseguono la stampa con più passaggi sull'asse Y orizzontale da parte delle testine, coordinate al movimento in avanzamento sull'asse X da parte del substrato.

Una regolazione possibile è la distanza delle teste di stampa dal tessuto: il parametro va regolato in funzione dello spessore del tessuto: le testine non devono toccare il tessuto (si sporcherebbero e danneggerebbero), ma più sono vicine ad esso, migliori saranno i risultati di stampa (Fig. 140). In relazione alla risoluzione di stampa prescelta, alla velocità di stampa desiderata, alla tipologia di disegno da realizzare ed alla qualità richiesta è possibile selezionare i "passi" assegnati (Fig. 142), e la stampa monodirezionale (lenta e di buona qualità) e bidirezionale (veloce e di bassa qualità) (Fig. 141). La combinazione tra risoluzione di stampa, passi e mono o bidirezionale consente di avere una stampa più o meno definita e più o meno veloce.

Fig. 140

Regolazione dell'altezza delle teste di stampa in funzione del substrato

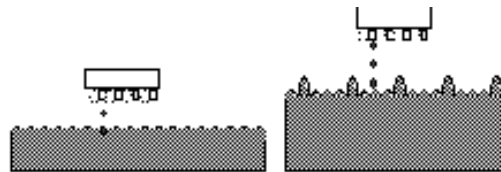
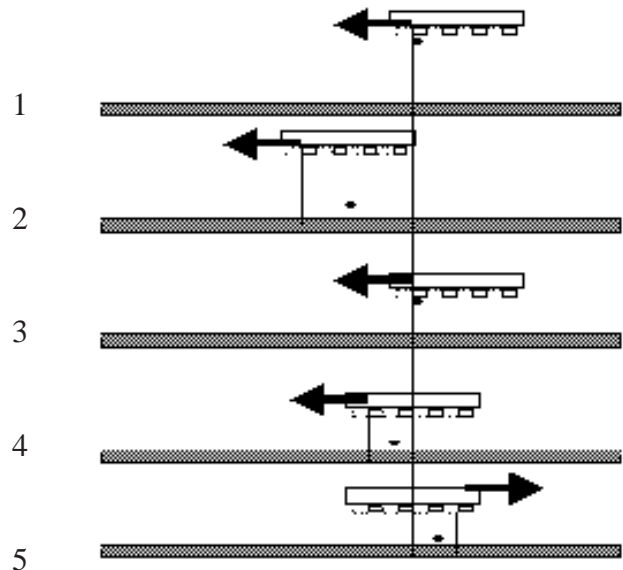


Fig. 141

Scostamento del punto di deposizione della goccia sul tessuto in funzione della distanza testa/tessuto nella stampa unidirezionale (fig. 1-2 e fig. 2-4)

Scostamento del punto di deposizione della goccia sul tessuto nella stampa bidirezionale (fig. 3-4 e 3-5)



Un aumento del numero di passi determina un diverso modo di gestione degli ugelli di stampa: Se tutti i 180 ugelli di ciascuna fila della testa stampassero contemporaneamente una striscia di disegno, la striscia verrebbe stampata in un solo passaggio (es. striscia di 4 cm di disegno completo).

Stampando a 2 passi, le file di 180 ugelli vengono divise in due parti ed al primo passaggio i primi 90 ugelli stampano una striscia di disegno di 2 cm; avanzato il tessuto di 2 cm, col successivo passaggio, mentre i primi 90 ugelli stampano una nuova striscia di disegno di 2 cm, i secondi 90 ristampano per una seconda volta la striscia precedentemente riportata dai primi 90 ugelli.

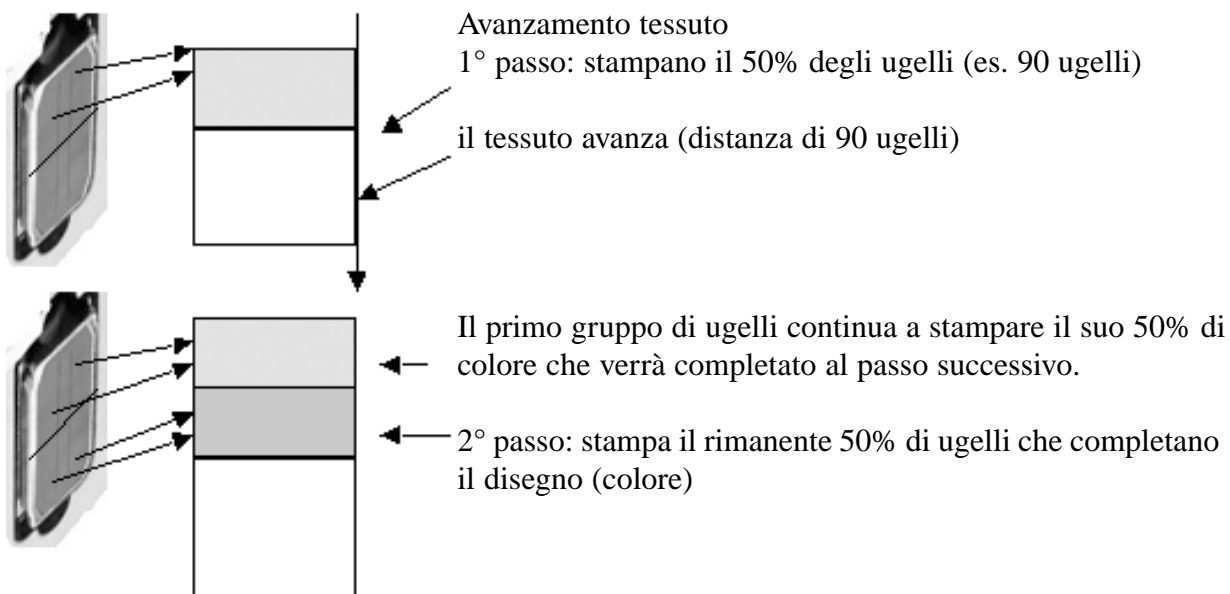


Fig. 142 Differenti risultati in funzione dei passi assegnati

Evidentemente se i passi diventano 4, un avanzamento del tessuto corrispondente alla distanza di 180 ugelli verrà completato in 4 successivi passaggi della testa di stampa di 1 cm ciascuno, quindi in un tempo doppio rispetto al precedente.

Un aumento dei passi comporta quindi una stampa più lenta, ma consente di compensare errori di gestione degli ugelli, problemi dovuti ad alcuni ugelli tappati, al non perfetto sincronismo dei movimenti tessuto/testine di stampa, oltre a consentire l'ottenimento di toni più pieni.

E' evidente che la qualità desiderata sarà strettamente correlata al disegno da realizzare, alla tipologia di supporto ed alla qualità richiesta e verrà ottenuta regolando i parametri citati.



Es. di modalità possibili:

360x360 dpi 2/4/8 passi

360x540 dpi 3/6/12 passi

360x720 dpi 2/4/8 passi

720x720 dpi 4/8/16 passi

Fig. 143 Esempio di stampa a 360x720 dpi 4 passi

Molteplici possono essere i motivi che generano un imperfetto avanzamento del tessuto in fase di stampa e quando si verificano possono originare il cosiddetto effetto barrato o **"banding"**.

Tale difetto è fondamentalmente dovuto all'imperfetta sincronizzazione tra il movimento del carrello testine sull'asse Y e l'avanzamento del tessuto sull'asse X.

Col sistema di avanzamento del tessuto per trazione controllata, il difetto viene evidenziato con

l'aumentare della velocità di stampa ed in particolare la velocità è fondamentale nei tessuti deformabili per trazione (tessuti leggeri tipo organze, jersy, tessuti elasticizzati). Con macchine dotate di tale sistema d'avanzamento del tessuto, le velocità massime ottimali di stampa per evitare il banding sono di 1,5-3 m2/h.

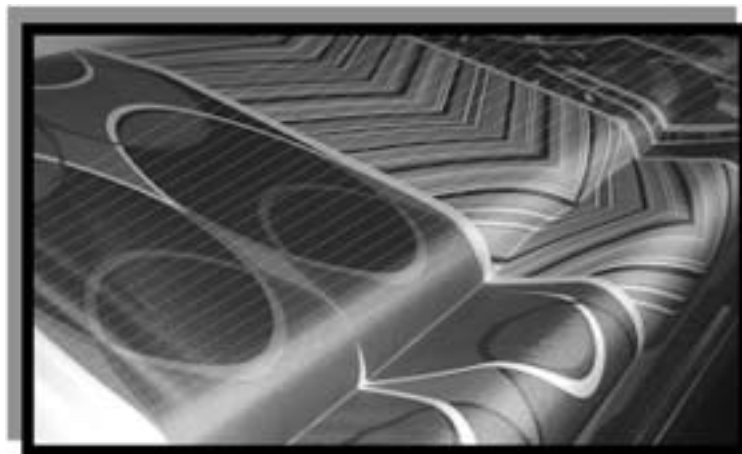


Fig. 144 Esempio di difetto di banding.

Utilizzando sistemi di trasporto del tessuto a tappeto continuo ed alimentazione del tessuto senza trazione, il problema legato all'elasticità del tessuto viene completamente superato.

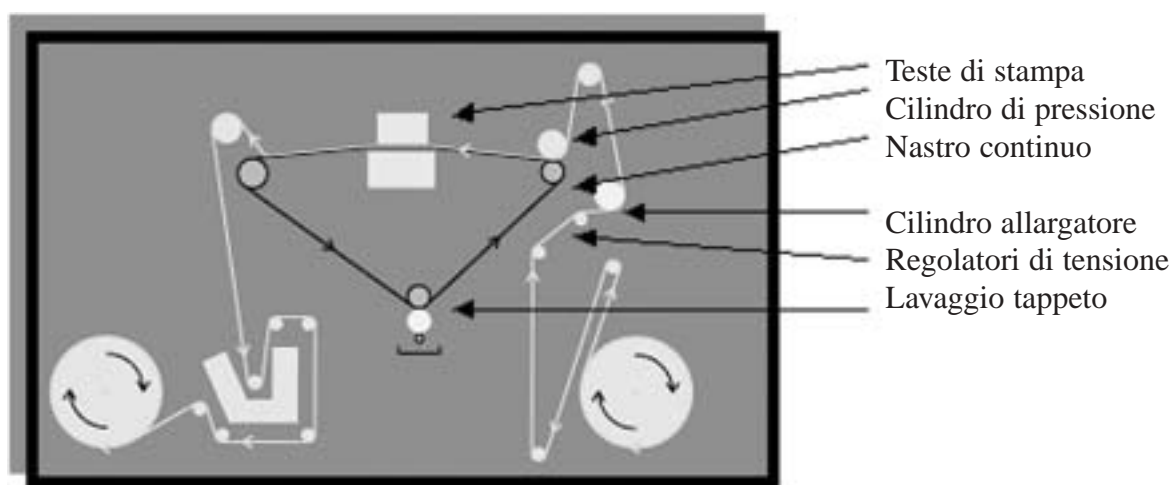
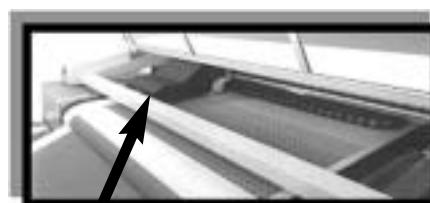
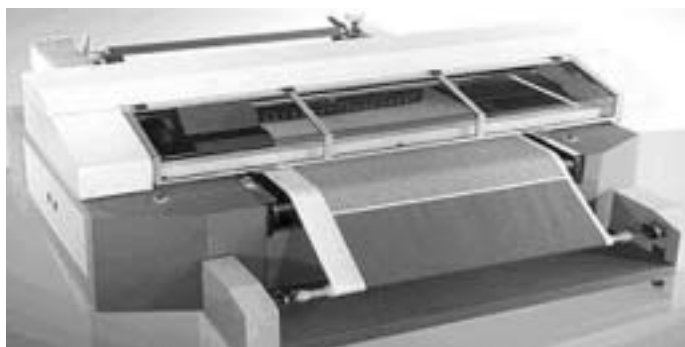


Fig. 145 Schema di stampa ink-jet con trascinamento del tessuto su nastro

La regolazione dell'avanzamento del tessuto (nel caso di macchine non dotate di tappeto resinato) in genere viene eseguita tramite un test che deve essere effettuato ogni qual volta si carica un nuovo tessuto.

Immagini e caratteristiche di stampanti Ink-jet presenti sul mercato

Macchina da produzione/campionatura



Gruppo di stampa dotato di 24 Testine piezoelettriche EPSON

- 8 colori
- 24 teste di stampa
- Definizione: min. 360 dpi medie 450/540/630 dpi Max. 720 dpi
- Velocità massima 120 m²/h (normalmente 30 m²/h)
- Dotata di tappeto adesivo
- Sistema di lavaggio tappeto
- Sistema di asciugamento del tessuto stampato (IR)
- Sistema di raccolta del tessuto su subbio
- Regolazione altezza teste stampa

La macchina può lavorare con stampa monodirezionale o bidirezionale, con goccia grossa, media, piccola o variabile. L'alimentazione degli inchiostri avviene da apposite sacche sigillate. Lavorando in modalità normale consente un notevole risparmio di inchiostro (tessuti leggeri), mentre in modalità extra consente una buona penetrazione nei supporti pesanti.



Fig. 146

Macchina da produzione/campionatura



Fig. 147

- 6 colori
- 42 teste di stampa
- Definizione:
Fissa 600x600 dpi
- Velocità Max 160 m²/h (h 1600 mm) 1600 mm
- Velocità Max 190 m²/h (h 2200 mm) 2200 mm
- Sistema di asciugamento del tessuto stampato(o polimerizzazione) a mansarda e raccolta su subbio.
- Dotata di tappeto adesivo
- Sistema di lavaggio tappeto
- Regolazione altezza teste stampa
- Altezza massima tessuti:

La macchina lavora con stampa bidirezionale, a 1, 2, 4 passi.

La dimensione della goccia è fissa.

Gli inchiostri vengono alimentati da taniche e portati in una camera interna a livello e pressione fissa, dopo essere stati filtrati e degasati. Un sistema di sicurezza avverte se il livello nelle taniche è basso (sostituzione), mentre un successivo livello di sicurezza interrompe la stampa se nel serbatoio interno si modificano le condizioni (livello, pressione).

FINISSAGGIO TESSILE

La struttura chimica delle fibre tessili, siano esse naturali, artificiali o sintetiche, determina per le stesse alcune proprietà che sono naturalmente presenti anche nei manufatti che da esse si producono. A seconda della distribuzione più o meno ordinata delle macromolecole nella massa polimerica, della rigidità della struttura, delle possibili interazioni inter ed intramolecolari tra le catene, si avranno quindi fibre (lino, canapa, seta, nylon, poliestere) più tenaci di altre (lana, viscosa, acrilica); altre che tendono a deformarsi sotto sforzo (cotone, viscosa) rispetto a quelle che recuperano l'aspetto iniziale dopo deformazione (lana); altre ancora che bruciano facilmente (cellulosiche), lentamente e si autoestingono (lana, seta) o bruciano e fondono (sintetiche).

Queste ed altre caratteristiche, contribuiscono a definire, per un tessile, quelle proprietà positive o negative dal punto di vista dell'impiego cui verrà destinato. In quest'ottica il giudizio è formulato da diversi punti di vista: vestibilità, mano, resistenza meccanica, idrofilia, lavabilità, deformabilità, resistenza al fuoco ed altri ancora.

Con il termine finissaggio tessile si intende l'insieme delle operazioni di lavorazione che si applicano ai tessuti grezzi, così come prodotti dal telaio, allo scopo di migliorarne l'aspetto, la mano, le proprietà e le possibili applicazioni. Con la denominazione "nobilitazione tessile" s'intende invece l'insieme dei trattamenti a cui si sottopongono i tessuti greggi dalla purga al candeggio, alla tintura o stampa, alle operazioni finali di finissaggio di carattere meccanico o chimico, a cui si sottopongono i tessuti, generalmente già candeggiati, tinti o stampati, per migliorarne ulteriormente le proprietà presenti o conferirne di nuove.

Pur non essendo identici i due termini finissaggio e nobilitazione, sono quindi fra loro fondamentalmente affini e ricoprono un ruolo di grandissima importanza per il successo commerciale del prodotto finito, vincolato a richieste di mercato sempre più esigenti e variabili, con tempi di risposta molto brevi.

Per la realizzazione dei finissaggi si fa ricorso, in funzione della tipologia del substrato tessile (fiocco, filato o tessuto), a:

Mezzi meccanici	mediante l'applicazione di principi fisici quali la frizione, la temperatura, la pressione, la tensione ed altri ancora.
Mezzi chimici	previa applicazione di prodotti chimici naturali e/o di sintesi, che sono legati alle fibre in modo più o meno permanente.
Combinazione di mezzi meccanici e chimici	attraverso l'impiego sia di processi meccanici che di processi chimici.

Gli obiettivi del finissaggio sono:

- Sviluppare il "finish" nelle sue componenti fondamentali come la mano e l'aspetto;
- Conferire al tessuto finito proprietà tali da garantire un comportamento ottimale in confezione e durante l'uso.

I parametri che caratterizzano la scelta del tipo di finissaggio più opportuno sono:

- Natura fibrosa del tessuto da nobilitare
- Utilizzo finale del tessuto da nobilitare

Finissaggi meccanici

I finissaggi meccanici sono dei processi che in genere si eseguono sul tessuto, in largo, a secco, con o senza riscaldamento, al fine di:

conferire al tessuto una stabilità dimensionale (irrestringibilità, indeformabilità)
modificare la "mano" del tessile, intervenendo sulla sua struttura, almeno quella superficiale

Finissaggi a secco

Calandratura	si ottiene un effetto lucido, liscio, compatto per mezzo di frizione, pressione, calore.
Lucidatura	è una operazione di calandratura effettuata con particolari calandre che sfrutta l'azione del calore, dell'attrito e talora di ausiliari lucidanti.
Goffratura	è un particolare tipo di calandratura che permette l'incisione di un disegno semplice sul tessuto.
Smerigliatura	si ottiene un tessuto con mano molto più morbida e con maggior effetto isolante perché viene sollevato il pelo superficiale del tessuto. Per ottenere questo effetto si utilizza un cilindro ricoperto da materiale abrasivo.
Garzatura	si ottiene un sollevamento del pelo superficiale con conseguente effetto di isolamento termico. A tale fine si utilizzano dei cilindri mobili con aghi ricurvi in moto vario rispetto al tessuto.
Cimatura	si taglia il pelo superficiale del tessuto con appositi organi di taglio.
Bruciapelo	si elimina il pelo superficiali del tessuto bruciandolo con una fiamma (vedi trattamenti preliminari).

Finissaggi ad umido

Calandratura ad umido	il procedimento è praticamente uguale a quello a secco, l'unico particolare differente è l'utilizzo di vapore.
Follatura	si modifica la struttura, il compattamento e il rientro della lana con azione di calore combinato con l'azione meccanica di sfregamento e compressione.
Sanforizzazione	si rende il tessuto stabile dimensionalmente tramite l'applicazione di forze meccaniche e di vapore acqueo.
Decatissaggio	si elimina l'effetto lucido del tessile, si regolarizza la superficie, si stabilizzano le dimensioni dei tessuti con l'azione di vapore saturo secco o surriscaldato.

Calandratura

Questa finitura meccanica, a carattere non permanente, è applicata a tessuti di fibre cellulosiche, proteiche e sintetiche, per mezzo di una macchina detta calandra. Quest'ultima è generalmente costituita da cilindri premuti l'uno contro l'altro, con pressione regolabile e velocità periferiche uguali o differenti. Il tessuto è fatto passare attraverso una o più coppie di cilindri, alcuni dei quali detti rigidi, mentre altri sono detti elastici. Quelli rigidi sono in acciaio o ghisa indurita e la loro superficie può essere cromata, nichelata o di acciaio inossidabile e possono essere sottoposti a trattamenti che conferiscono:

una opacizzazione tipo sabbiatura;

una incisione a rigatura incrociata per migliorare la resistenza allo scorrimento del tessuto;

una rigatura diagonale finissima per l'ottenimento di lucido sericeo;

un'incisione a disegno per l'ottenimento di effetti goffrati.

Nel passaggio tra i cilindri della calandra, il tessuto è sottoposto a pressione per tutta la sua altezza, con estrema regolarità, mentre si genera un effetto frizione sullo stesso se i due cilindri, tra i quali passa, ruotano a diversa velocità.

I cilindri di acciaio possono essere riscaldati all'interno mediante vapore, circolazione di fluidi o elettricamente. Quelli elastici presentano un supporto centrale in acciaio, con le dimensioni di quelli rigidi, mentre la superficie è rivestita con materiale avente un grado di durezza inferiore e costituito da cotone (per resistere alle alte temperature), da carta mista a lana (per accentuare l'effetto liscio), o da juta, lana o da materiale plastico come la poliammide.

I cilindri con rivestimento di carta/lana, con quest'ultima presente per il 45-50 %, possiedono oltre ad una buona elasticità anche una buona resistenza al logoramento, hanno un impiego generalizzato e possono essere usati nelle calandre goffratrici.

I cilindri di carta/cotone, trovano impiego soprattutto nelle calandre a frizione e nel trattamento di fibre "dure", data la loro alta resistenza. I cilindri di cotone hanno un'elasticità maggiore di quelli di carta, sono prevalentemente utilizzati nel finissaggio del cotone e delle miste, con un effetto finale di mano piena.

La durata nel tempo dei cilindri di cotone-poliestere o in poliammide, è notevolmente maggiore per il fatto che, essendo particolarmente resistenti, non subiscono marcature a seguito di passaggi di pieghe, nodi o cuciture. A causa della loro maggiore durezza impartiscono al tessuto un accentuato effetto lucido, permettendo velocità di lavorazione maggiore.

Gli effetti generati possono essere resi permanenti con l'impiego di fibre termoplastiche o con l'applicazione di appropriati prodotti di finissaggio, a base di resine termoindurenti o reattive.

I diversi tipi di calandre permettono di ottenere effetti diversificati, quali:

Lucido: ottenuto mediante un appiattimento della superficie del tessuto e conseguente maggior direzionalità della riflessione della luce.

Maggiore copertura: dovuta alla compressione del tessuto che genera l'appiattimento dei singoli fili.

Miglioramento della mano: ottenuto con leggero effetto di stiratura a cui si deve la superficie del tessuto più liscia e morbida.

Disegni sulla superficie: ottenuti a mezzo di effetti quali ad esempio la "goffatura", possono avere scopo decorativo o variare la scorrevolezza della superficie.

Rigonfiamento e arrotondamento del filato: determinano sul tessuto un lucido moderato, una regolarizzazione della superficie e soprattutto una mano più morbida e piena.

I principali tipi di calandre sono:

Calandre a due cilindri: sono costituite da un cilindro elastico ed uno metallico, che può essere riscaldato. Le velocità periferiche dei due cilindri possono essere diverse: si ottiene in tal modo un effetto di frizione che conferisce al tessuto un lucido elevato. L'effetto di lucido dipende oltre che dalla differenza di velocità di rotazione, dalla pressione e dalla temperatura.

Calandre a tre cilindri: le disposizioni più usate sono:

- elastico-acciaio-elastico: permette di migliorare l'effetto di lucido e di conferire maggior pienezza al tessuto.
- acciaio-elastico-elastico: permette di ottenere vari effetti. Se il tessuto passa attraverso i due cilindri elastici si ottiene un effetto opaco ed un miglioramento della pienezza.

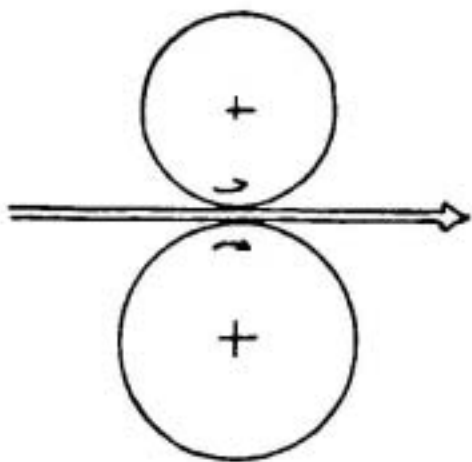


Fig. 148 Calandra a 2 cilindri

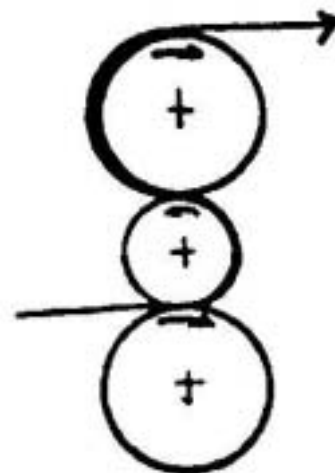


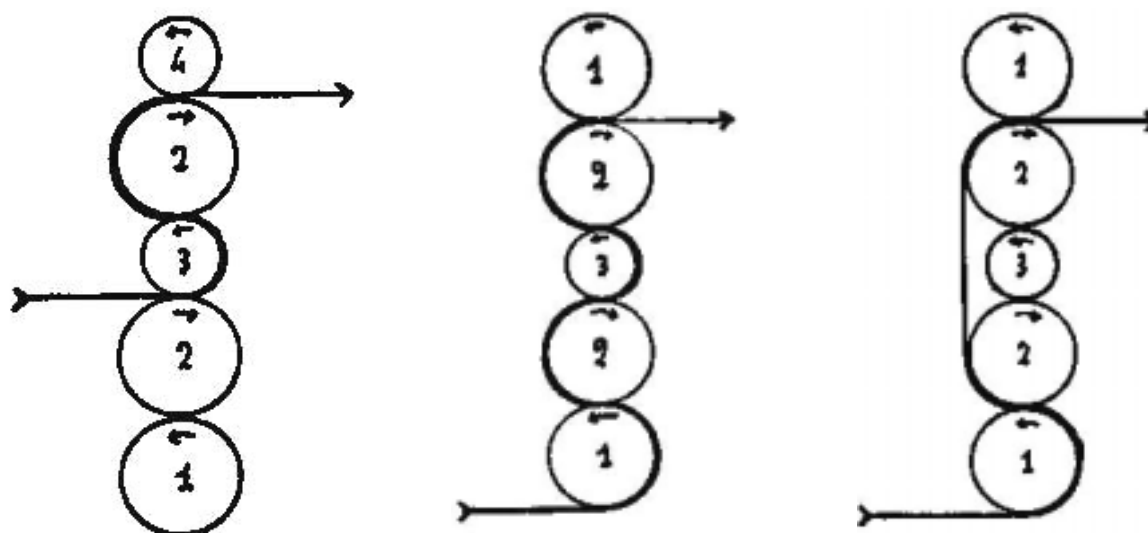
Fig. 149 Calandra a 3 cilindri

Calandre universali: sono così chiamate le calandre a 3 - 5 - 7 o più cilindri che possono impartire al tessuto molteplici effetti, tra i quali:

effetto roll: appiattimento del tessuto, elevata copertura, mano morbida e lucido moderato;
effetto matt: elevata copertura, morbidezza ed effetto opaco;
effetto lucido: impartito mediante passaggio con frizione tra un cilindro morbido ed uno in acciaio.

Calandre simil mercerizzo: mediante un'elevata pressione ($300-400 \text{ Kg/cm}^2$) ed alta temperatura, applicati durante il passaggio del tessuto di cotone, che viene introdotto bagnato, si ottiene un elevato grado di lucido, paragonabile a quello che si raggiunge con la mercerizzazione.

Calandre Silk (simil seta): l'effetto si ottiene facendo passare il tessuto fra un cilindro in acciaio avente inciso una finissima rigatura in diagonale ed un cilindro di carta, cotone o gomma. Generalmente si impiegano tessuti satin o di popeline. Il cilindro inciso può essere riscaldato, per rendere più efficace la modificazione della superficie del tessuto.



Effetto Silk

Effetto Roll

Effetto Matt

Fig. 150 Calandre con diversi effetti

Calandre Mangano: permettono di esercitare una forte pressione su un tessuto arrotondato. L'effetto di tale pressione, tra filo e filo, provoca un arrotondamento accentuato del filato con conseguente maggiore compattazione del tessuto ed effetto di lucido elevato. La manganatura può essere realizzata sia ponendo il tessuto avvolto tra due cilindri o tre che impartiscono la pressione, sia con un procedimento di svolgimento/avvolgimento alternato. Particolarmente importante è questo trattamento su tessuti in lino e misto lino, che vengono sottoposti a pressioni fino a 40 t. compressive.

Calandre chaising: la disposizione dei cilindri in queste calandre consente passaggi molteplici del tessuto nella medesima calandra; infatti sono dotate di dispositivo che permettono al tessuto, una volta uscito dai suoi cilindri, di ritornarvi per un numero di volte variabile da 5 a 13. In questo modo la pressione non viene esercitata direttamente dalle superfici piatte dei cilindri ma da tessuto contro tessuto. I fili di ordito e trama lavorano con un'azione progressiva di arrotondamento; si ottiene quindi un lucido pregiato ed un aspetto più chiuso, una mano piena e sostenuta, simile a quella ottenuta con la calandra mangano.

Calandre a cunetta: sono utilizzate per il finissaggio dei tessuti di lana. Sono costituite da un solo cilindro sul quale il tessuto è premuto da una cunetta metallica che lo circonda per circa la metà della sua circonferenza. Permettono di ottenere un buon effetto di lucido, utilizzando la frizione ed una moderata pressione.

Effetto Moirè: si produce ogni qualvolta che una serie di fili di incerto parallelismo esercita pressione sopra un'altra serie formante con essa un lieve e variabile angolo. L'effetto Moirè è ottenibile di preferenza su tessuti di seta, raion, lana, lino, ed è dovuto al diverso gioco di riflessione della luce sulle trame che in alcuni punti del loro percorso sono state variamente compresse o schiacciate. Per ottenere un buon effetto Moirè occorre usare tessuti con trame grosse ed orditi fini.

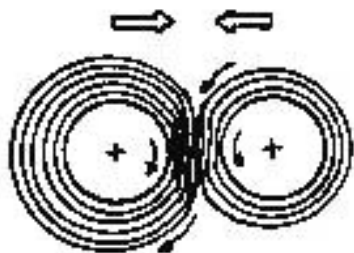


Fig. 151 Mangano svolgi avvolgi

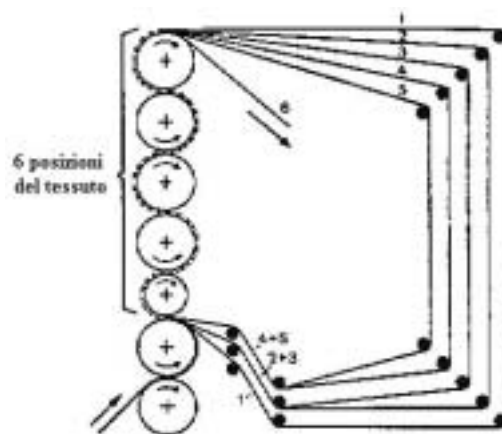


Fig. 152 Calandra chaising

Calandratura per tessuti in lana

Da alcuni anni ha preso piede nell'industria laniera l'operazione di calandratura che ha essenzialmente la funzione di ridurre lo spessore del tessuto come per la calandratura di tipo tradizionale, ma comporta ulteriori vantaggi quali il miglioramento della mano del tessuto e quello relativo ai parametri meccanici di confezionabilità (cosiddette misurazioni FAST o KES). Elimina inoltre alcuni svantaggi legati all'eccessivo allungamento del tessuto.

Il processo prevede una prima fase di pre-umidificazione del tessuto e il successivo passaggio a contatto con uno o più cilindri riscaldati a vapore (120 - 150 °C) i quali sono parzialmente avvolti da un telo tecnico impermeabile.

Il telo è sottoposto ad elevata tensione, pertanto nel tratto in cui esso avvolge il/i cilindro/i riscaldato/i si genera una forte pressione meccanica a cui il tessuto è sottoposto durante il transito. Da notare che l'umidità presente nel tessuto (erogata in precedenza con appositi mezzi di umidificazione-nebulizzazione) viene trasformata in vapore dal contatto con la superficie calda del/i cilindro/i di effetto. Detta operazione viene effettuata, con regolazioni e modalità diverse, sia prima che dopo il trattamento di decatissaggio in autoclave.

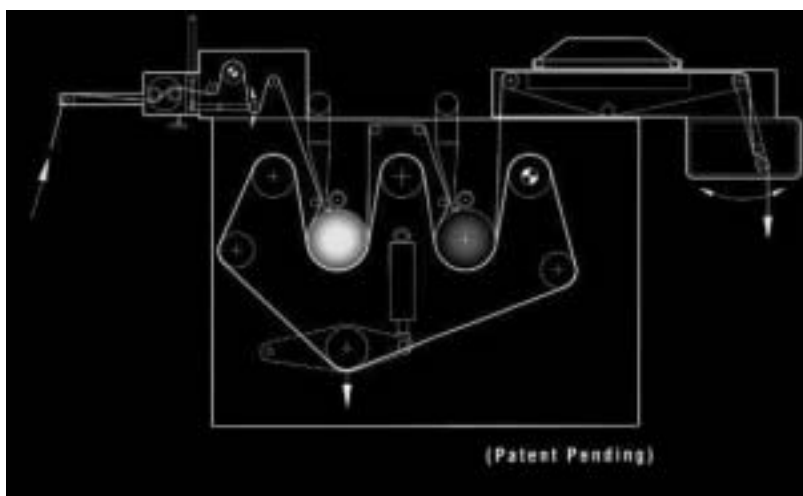


Fig. 153 Schema di impianto per la pressatura di tessuti lanieri

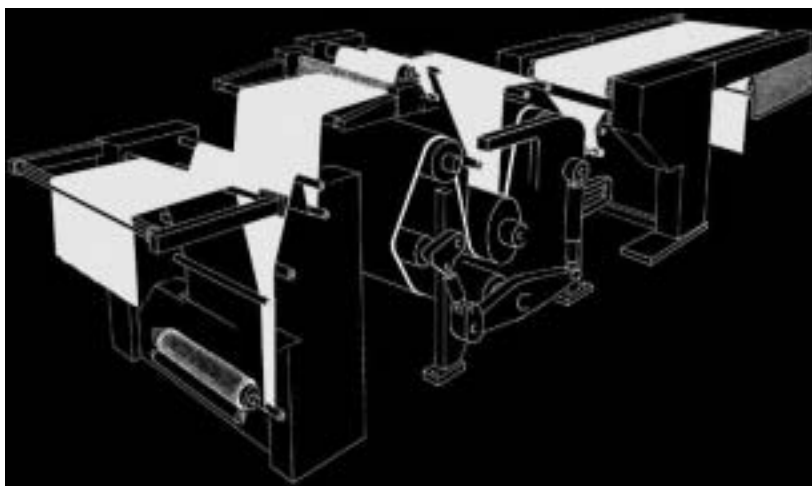


Fig. 154 Schema di impianto per la pressatura di tessuti lanieri

Goffratura

La goffratura è un particolare tipo di calandratura che permette l'incisione di un disegno semplice sul tessuto.

La goffratrice è costituita da un cilindro riscaldabile in acciaio con delle incisioni in rilievo, premuto contro un altro cilindro rivestito di carta o cotone, dotato di una circonferenza che è esattamente un multiplo intero del cilindro metallico. Un sistema di ingranaggi garantisce il movimento coordinato dei cilindri, evitandone lo slittamento e garantendo un'impressione nitida del disegno. Quest'ultimo, una volta impresso, può essere stabilizzato mediante appropriato trattamento ad elevata temperatura o grazie alla presenza di idonee sostanze apprettanti.

Smerigliatura

Questa operazione viene spesso effettuata prima della garzatura, per diminuire l'attrito presente tra le fibre costituenti il manufatto, e di conseguenza facilitare l'estrazione del pelo.

Effettuata su una o entrambe le facce del tessuto, conferisce modifiche nell'aspetto e nella mano, dando una sensazione al tatto morbida e scorrevole simile alla buccia di pesca.

La macchina per la smerigliatura è costituita da cilindri rotanti ricoperti di carta abrasiva, che raschiando il tessuto, producono un effetto più o meno marcato in funzione della pressione conferita al tessuto sui cilindri abrasivi. La carta vetrata utilizzata può variare in funzione del grado di smerigliatura che si vuole ottenere e deve essere cambiata dopo un numero di ore di lavoro prestabilito, oppure quando non esplica più la sua funzione. In alcuni casi possono essere utilizzati anche cilindri metallici la cui superficie è ricoperta da depositi irregolari e ruvidi di grana durissima o cilindri in pietra pomice che consentono di operare su tessuto umido o bagnato. Nell'eventualità di usura molto superficiale, si può impiegare come materiale abradente un prodotto di origine naturale, come la pietra pomice.

Il tessuto può essere sottoposto a smerigliatura sia allo stato greggio che dopo la tintura, e non deve presentare sulla superficie colle derivanti dalla bozzima, oppure resine di finissaggio. La smerigliatura diminuisce la resistenza dinamometrica e meccanica di un tessuto, rendendolo più sensibile a strappi e cuciture.

La velocità del tessuto all'interno della macchina può essere variata; la pressione è mantenuta costante grazie a due ballerini posizionati all'entrata e all'uscita della macchina e le cuciture tra pezza e pezza devono venire effettuate in materiale resistente all'abrasione quale poliestere o nylon; inoltre si deve garantire una buona pulizia pneumatica degli organi, poiché la peluria staccatasi dal tessile può ostruire cuscinetti o rideposarsi sulla superficie del tessuto creando poi dei problemi sui filtri delle macchine di tintura. La smerigliatura, che può portare ad effetti notevolmente diversi, comporta qualche problema quando applicata alla maglieria tubolare; è invece largamente utilizzata su tessuti ortogonali, di pesi e armatura di ogni tipo che vanno dalle grossolane tele jeans fino ai tessuti leggeri delicati in seta o in microfibre, ai tessuti spalmati e finte pelli.

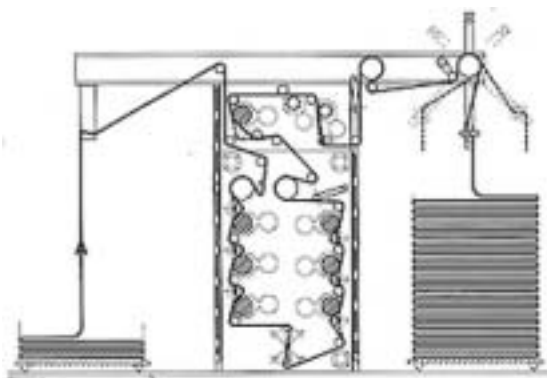


Fig. 155 Smerigliatrice a 6 cilindri

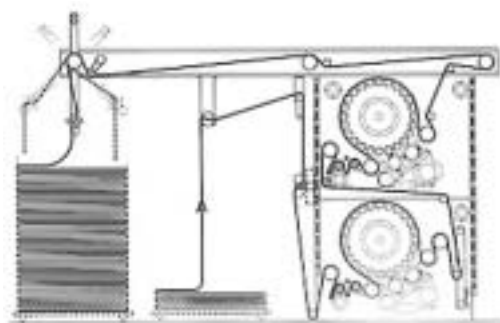


Fig. 156 Smerigliatrice a 24 cilindri

La smerigliatrice con 6 cilindri lavoranti sul diritto ed 1 sul rovescio presenta il vantaggio di potere utilizzare tele smeriglio di differente grana su ogni cilindro. Grazie all'impiego di tre cilindri ballerini, si può lavorare con tensione del tessuto automatica e quindi può essere utilizzata anche per i tessuti in maglia.

La smerigliatrice con 24 cilindri posti su 2 tamburi ruotanti presenta i seguenti vantaggi rispetto alle macchine convenzionali a 4-6-8 cilindri:

- l'azione combinata dell'elevato numero di cilindri rotanti e l'effetto battente degli stessi assicura un'uniformità di smerigliatura e mano soffice molto superiore rispetto a qualsiasi altra macchina; non ci sono differenze centro-cimosse, e non vengono create rigature sul tessuto;
- la grande superficie di contatto consente velocità produttive elevate;
- l'elevato numero di cilindri in movimento permette un'azione poco accentuata su ciascun cilindro smerigliatore che garantisce la massima uniformità di smerigliatura. Inoltre la durata della tela abrasiva è maggiore rispetto alle macchine tradizionali. Infatti in condizioni normali si possono trattare 100.000 - 150.000 metri di tessuto in fibra sintetica e fino a 200.000 - 250.000 metri di tessuto in 100% cotone prima di sostituire l'abrasivo;
- le smerigliatrici possono essere trasformate in garzatrici montando uno speciale kit di conversione.

Tutte le smerigliatrici sono generalmente dotate di spazzolatrice in uscita per ridurre le polveri di smerigliatura dei tessuti trattati.

Garzatura

La garzatura, lavorazione antichissima già nota ai romani come dimostrano alcuni dipinti scoperti a Pompei, è un'operazione particolarmente riservata a tessuti di lana e di cotone, atta a formare una determinata peluria sulla superficie del tessuto stesso. Negli ultimi anni ha trovato vasta applicazione anche sui tessuti misti poliestere/viscosa e acrilici.

Mediante questo processo si può creare una superficie pelosa su una o entrambe le superfici di un tessuto con effetti di modificazione dell'aspetto e della mano, che acquista un tatto più pieno e morbido. Conseguentemente si aumenta la resistenza del tessile agli agenti atmosferici, migliorandone le caratteristiche di coibenza termica. La superficie pelosa è creata estraendo le estremità delle fibre dai fili mediante l'azione di strappo esercitata da aghi metallici piegati e infissi su cilindri rotanti. Queste punte escono dai cilindri, hanno la parte terminale piegata di circa 45°, possono essere più o meno lunghe e fitte e si trovano inserite in un apposito nastro di gomma che è avvolto a spirale sui cilindri garzanti. In genere si alterna un cilindro con punte rivolte nel senso di passaggio del tessuto (cilindri pelo), ed un cilindro con punte rivolte in senso opposto (cilindri contropelo).

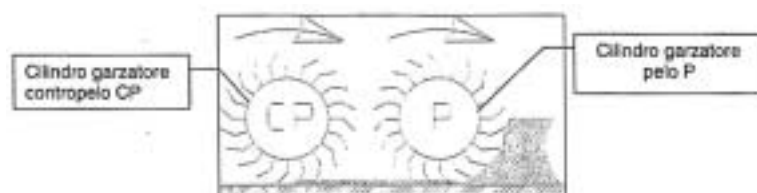


Fig. 157 Schema dei cilindri garzatori

Vi sono poi delle spazzole rotanti per la pulizia delle punte pelo e contropelo con aspirazione. La tendenza attuale è quella di avere un rapporto cilindri garzanti/cilindri pelo di $1/3$. Le due serie di cilindri hanno moto indipendente, per questo possono ruotare con direzione e velocità diverse l'una dall'altra, consentendo effetti diversi.

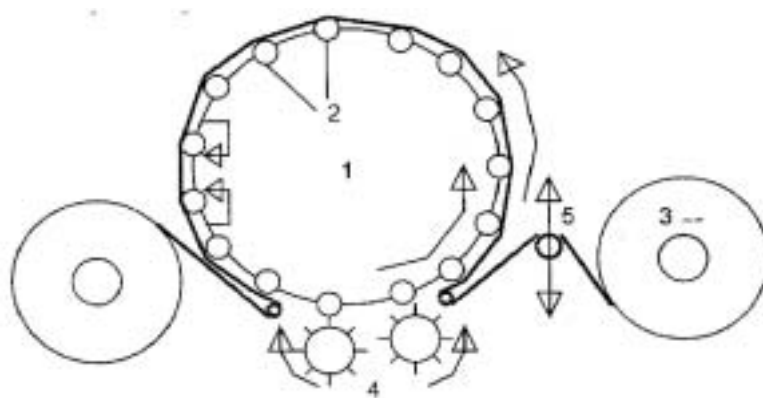


Fig. 158 Schema di garzatrice: 1: tamburo; 2: cilindri muniti di aghi ricurvi; 3: tessuto; 4: spazzole per la pulizia delle punte; 5: regolazione tensione tessuto

L'azione di tali congegni è piuttosto energica, in funzione dei risultati desiderati e del tipo di tessuto di partenza.

È possibile regolare l'effetto tramite la tensione del tessuto (5) o regolando la velocità ed il senso di rotazione dei cilindri (2).

Superato un certo limite, l'eccessiva sollecitazione meccanica potrebbe danneggiare il tessuto: è quindi preferibile, per garzature profonde, effettuare più passaggi sulla garzatrice con tessuto umido se si tratta di lana, asciutto per cotone, avendo cura di trattare precedentemente i tessuti con ammorbidenti-lubrificanti.

L'estrazione del pelo risulta più facile se esercitata su fibre singole: è quindi opportuno diminuire l'attrito tra le fibre mediante inumidimento del materiale, oppure per fibre cellulosiche, vaporizzando precedentemente il tessuto.

Per le stesse ragioni, è opportuno che i filati siano poco ritorti.

Nella macchina abbiamo diverse possibilità di movimenti indipendenti:

- il movimento del tessuto tra l'entrata e l'uscita della macchina
- il movimento del gran tamburo
- il movimento dei cilindri garzatori

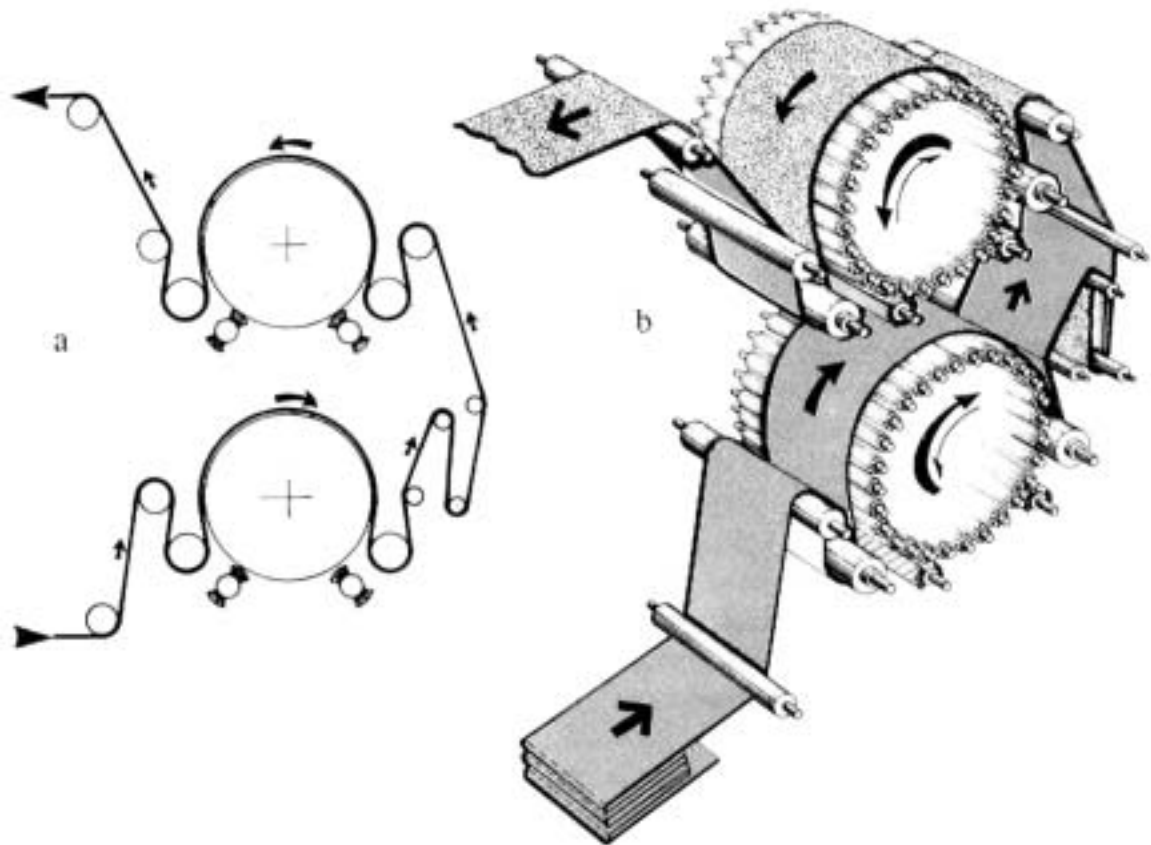


Fig. 159 Garzatura del dritto e del rovesco: a) schema; b) vista

La garzatura può essere più o meno intensa a seconda della combinazione di questi autonomi movimenti, della tensione del tessile, del numero di cilindri garzatori a "pelo" o "contropelo" e della loro velocità relativa.

Si possono avere delle garzature con il pelo pettinato, delle "semifeltrature" con le fibre estratte che rientrano l'estremità nuovamente nel tessuto, oppure un effetto di "feltratura completa".



Fig. 160 Garzatrice con 2 tamburi rotanti di 24 cilindri ciascuno

La garzatrice in Fig. 160 è una macchina a due tamburi sovrapposti di 24 cilindri ciascuno, che offre la possibilità di lavorare due diritti o diritto rovescio.

I tamburi possono ruotare, di serie, indipendentemente l'uno dall'altro, nel senso del tessuto o nel senso contrario per una lavorazione in controrotazione.

In questo modello tutte le funzioni sono sotto controllo, in quanto gestite da sistema computerizzato e in particolare tutti i comandi sono assoggettati a motori in corrente alternata azionati da inverter vettoriali "Sensorless", mentre il sistema elettrico di gestione è provvisto di:

- controllore programmabile PLC per l'automazione della macchina e degli allarmi;
- touchscreen per l'impostazione e l'adeguamento di tutti i parametri della lavorazione;
- le condizioni operative di ciascun processo di garzatura (fino ad un milione di "ricette") possono essere memorizzate per agevolare la riedizione delle partite.

Inoltre, possono essere aggiunti una serie di speciali rulli di pressione montati sui cilindri di trascinamento, al fine di evitare indesiderati slittamenti del tessuto, assicurando di conseguenza una garzatura di grande uniformità.

L'abilità nel processo di garzatura consiste nel produrre la quantità di pelo desiderata senza ridurre eccessivamente la resistenza del tessuto.

A tal proposito la tecnica che prevede l'uso alternato dei cilindri a pelo e di quelli a contropelo è la più diffusa, in quanto minimizza la perdita di fibra dal tessuto e la sua conseguente riduzione di resistenza.

Le garzatrici convenzionali sono state concepite per lavorare con il tessuto in forte tensione, soprattutto perché non sono provviste di un controllo di tensione efficace ed affidabile, cosicché si verificano i seguenti fenomeni:

- 1) la superficie di contatto tra tessuto e cilindri garzatori è ridotta.
- 2) le punte delle guarnizioni agiscono superficialmente sul tessuto e l'effetto di garzatura si riduce.
- 3) l'altezza del tessuto diminuisce drasticamente.

I suddetti inconvenienti sono stati superati con le garzatrici di ultima generazione che diminuiscono il numero dei passaggi, conducendo il processo con bassa tensione del tessuto.

Per lavorare in questo modo la garzatrice è stata dotata di un sistema estremamente preciso ed

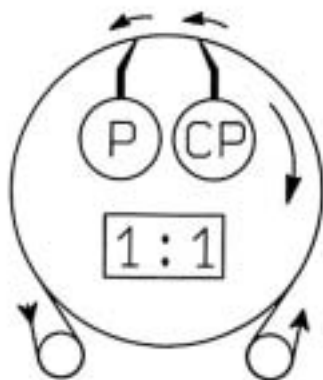
autoregolante di controllo della tensione di alimentazione, facendo in modo che le relazioni fra i rapporti delle velocità relative dei cilindri vengano gestite elettronicamente da un PLC.

Tramite il monitoraggio e la regolazione continua dei parametri già citati è possibile coprire il più ampio spettro di effetti in maniera uniforme e riproducibile, con i seguenti obiettivi:

- maggior qualità con un effetto di copertura superiore e limitata asportazione della fibra;
- maggior produttività con un minor numero di passaggi fino al 50%;
- risparmio con minor costo per unità di tessuto trattato.

Analizziamo, per esempio, una macchina con 24 cilindri le cui principali disposizioni possono essere:

Sistema tradizionale 1:1 12 CP + 12 P



Sistema 2:1 16 CP + 8 P

Con questo sistema, come si può intuire, si avrà una densità di pelo maggiore, in quanto abbiamo in più 4 cilindri CP (che sono i veri “produttori”), ma d’altra parte avremo una lunghezza di pelo leggermente più corta dal momento che si hanno meno cilindri pelo.



Sistema 3:1 18 CP + 6 P

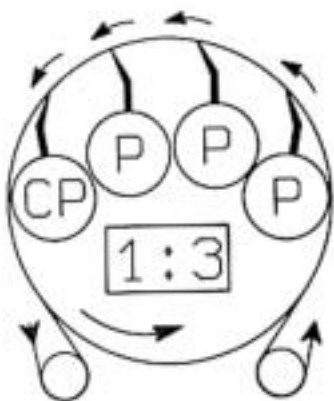
Vale un discorso analogo a quello precedente, con la differenza che stavolta il numero dei cilindri CP è ancora maggiore di 2 unità. Conseguentemente il pelo estratto sarà più denso ma di lunghezza ulteriormente inferiore. La minore lunghezza di pelo, nella maggioranza dei casi, non crea alcun problema dal momento che la fase successiva alla garzatura è la cimatura.





Sistema 1 Felpatrice 24 CP

Questo sistema viene usato per felpate, cioè per legare il pelo (infeltrire) precedentemente passato su tessuti particolari come coperte, felpa di cotone ed o poliestere, pile.



Sistema 1.3 6 CP + 18 P

Questo sistema viene usato per sciogliere il pelo, in quanto ci sono più cilindri P che CP.

E' un sistema usato principalmente per sciogliere il pelo sui tessuti "pile" prima della cimatura finale.

Lucidatrice per lana

E' una macchina speciale per nobilitare i tessuti in lana dopo la garzatura. La macchina è costituita principalmente da due distinti gruppi:

Gruppo apprettatore così composto:

- una vasca contenente acqua e siliconi;
- un cilindro pescatore a velocità variabile per permettere la regolazione della quantità del liquido da trasferire sul tessuto;
- una spazzola rivestita in crine naturale, che aderendo al cilindro pescatore trasmette il liquido sul pelo del tessuto, pettinandolo e allineando le fibre nello stesso tempo.

Gruppo lucidatore così composto:

- un cilindro lucidatore scanalato, costruito in acciaio rivestito in cromo duro e riscaldato tramite resistenze elettriche fino ad una temperatura di 220°C. Sul cilindro ci sono 4 scanalature elicoidali sulle quali vengono montati altrettanti pettini in acciaio durissimo. Questi pettini hanno una dentellatura finissima per aumentare l'efficacia di stiratura delle fibre durante la lavorazione.
- un manicotto in feltro, in genere in lana, ruotante alla stessa velocità del tessuto, pressa il tessuto stesso sul cilindro lucidatore. L'arco di contatto sul cilindro lucidatore è variabile e si può arrivare a fasciare il cilindro fino a 130°C.

Quando il tessuto con il pelo già spazzolato e bagnato arriva sotto il cilindro lucidatore, questo asciuga il pelo, lo stira, gli dona brillantezza dandogli una mano morbida e liscia, grazie anche a prodotti a base di siliconi immessi nella vasca apprettatrice, facendolo assomigliare a tessuti composti di lana pregiata.

Regolando la temperatura e la velocità del cilindro lucidatore, l'arco di contatto del tessuto sul cilindro e la pressione di contrasto del feltro si possono ottenere finissaggi differenti che vanno dal pelo coricato a quello perfettamente in piedi.

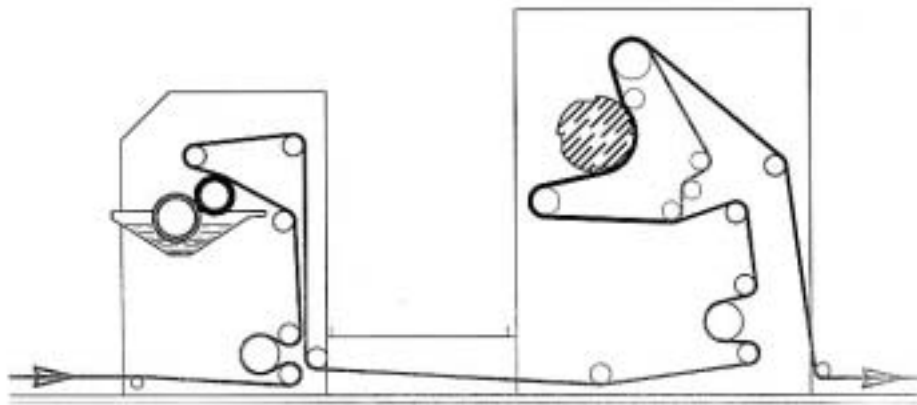


Fig. 161 Schema di macchina lucidatrice per lana

Cimatura

È un'operazione complementare alla garzatura e consiste nel taglio, a determinata altezza, del pelo sollevato irregolarmente dalla garzatura; l'effetto che si ottiene riguarda l'aspetto e la mano del tessuto che si presenta vellutata. Gli organi della macchina sono:

- spazzola vellutatrice
- tavola di vellutatura
- cilindro cimatore con lame elicoidali
- sottolama di contrasto
- tavola di cimatura
- feltro di lubrificazione

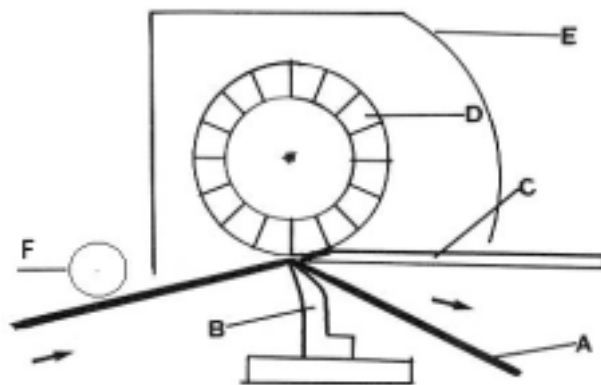
Il tessuto, previa spazzolatura che ne agevola il sollevamento, è guidato su una tavola da taglio che lo costringe ad una deviazione ad angolo acuto in modo da presentare nel modo migliore, per un taglio netto, le fibre sollevate al cilindro cimatore; questo ruota velocemente e costituisce una prima lama della forbice, la seconda lama, fissa, è il coltello di riscontro che ferma il pelo per il taglio. A questo punto l'azione di un'altra spazzola orienta il pelo uniforme che ricopre la stoffa, mentre un aspiratore elimina ogni peluria tagliata.

Nel caso la cimatura venga effettuata su velluti, nella fase finale di spazzolatura si provvede, mediante appositi dispositivi, oltre che ad orientare il pelo, a fissarlo tramite insufflaggio dal rovescio di vapore surriscaldato.

Naturalmente per avere un effetto regolare è necessario che il cilindro cimatore non oscilli e presenti una sezione perfettamente circolare.

Anche il coltello di riscontro deve essere a profilo regolare ed il tavolo da taglio deve determinare uno spazio perfettamente uniforme senza punti sollevati.

A seconda della lunghezza del pelo da ottenere, si procede alla regolazione e taratura della tavola di cimatura, delle lame elicoidali e della lama fissa: da tale calibratura, al decimo di millimetro, e dalla affilatura delle lame dipende l'esito dell'operazione.



*Fig. 162 Schema di cimatrice: A = tessuto; B = cuneo;
C = lama di riscontro; D = lame elicoidali;
E = aspiratore; F = cilindro spazzolatore.*

Il tessuto passa sotto una spazzola rotante che serve ad alzare il pelo piegandolo in avanti verso la lama fissa e, tenuto teso con appositi meccanismi, scorre su una barra a spigolo che lo sostiene

nella posizione opportuna per inserire il pelo fra le due lame. Il taglio avviene per il contatto fra la lama fissa e la lama elicoidale in rotazione, ed il punto di contatto si sposta rapidamente su tutta l'altezza del tessuto con la rotazione del cilindro e taglia i peli che si vengono a trovare fra le due lame. È evidente che i successivi tagli devono essere i più ravvicinati possibili per rendere meno evidenti le ondulazioni superficiali. La distanza dei successivi tagli dipende dal numero di lame montate (da 16 a 24), dal numero di giri per minuto del cilindro (da 700 a 1200) e dalla velocità d'avanzamento del tessuto: $D = V/g \cdot n$ (dove V è la velocità d'avanzamento del tessuto in cm/min., g è il numero di giri per minuto del cilindro con le lame, ed n è il numero di lame del cilindro). Per evitare il surriscaldamento dovuto all'attrito tra le lame elicoidali e la sottolama, sul cilindro cimatore è montato un feltro in lana, sul quale è distribuito olio lubrificatore speciale, normalmente ogni 2/4 ore di lavoro. I gruppi cimatori devono essere regolarmente rettificati e affilati. L'altezza di taglio viene ottenuta in genere alzando/abbassando il gruppo cimatore rispetto la tavola di cimatura con precisione in centesimi di millimetro. Sulle macchine è installato un dispositivo elettropneumatico che permette il passaggio automatico delle cucitura sotto il gruppo vellutatore e cimatore.

I tagli risulteranno obliqui rispetto al tessuto. Un aspetto di maggiore regolarità è ottenibile effettuando i tagli con due cilindri recanti lame elicoidali avvolte in senso opposto, o con numero pari di passaggi con cilindri che ruotano di volta in volta in senso opposto (tagli incrociati).

Sia le cimatrici sia le garzatrici devono avere dei dispositivi che allentino la tensione del tessuto nel primo caso, o sollevino le lame nel secondo, al passaggio delle cuciture che tengono unite le varie pezze; ciò serve ad evitare rotture del tessuto e fermate indesiderate della macchina.

Anche in questo caso è possibile ottenere cimature a disegno, o come precedentemente visto per la garzatura, o impiegando lame fisse o mobili particolari.

Stabilizzazione dimensionale

Il processo di compattazione (Sanfor) impartisce al tessuto un restringimento compressivo controllato, tale da neutralizzare le deformazioni impartite al tessile nelle fasi di lavorazione precedenti. Il tessuto, rifinito secondo questo procedimento, anche dopo vari lavaggi, non tende a modificare le proprie dimensioni permettendo di ottenere articoli di elevata stabilità dimensionale.

Il tessuto viene introdotto in un allargatore-regolatore di tensione, passa successivamente in un umidificatore in cui viene spruzzata la quantità d'acqua necessaria al rigonfiamento del tessile. Segue un trattamento eventuale di vaporizzaggio ed un passaggio su un cilindro riscaldato che permette la diffusione all'interno della fibra e ne completa il rigonfiamento.

Il materiale è inviato quindi ad una alzatrice (rameuse) che permette di portare il tessuto all'altezza richiesta prima di essere immesso nell'unità compressiva a nastro di gomma.

Il restringimento del tessuto viene ottenuto nel seguente modo: il nastro di gomma compresso tra il cilindro di pressione ed il tamburo, subisce nella zona compressa un allungamento elastico e, una volta che è stata abbandonata questa zona, riprende la forma originaria restringendosi.

Il tessuto viene fatto aderire al nastro di gomma in corrispondenza della zona compressa e, potendo scorrere più facilmente sulla superficie calda e lucidata a specchio del tamburo, anziché sulla gomma, è forzatamente costretto a seguirla nel successivo rientro.

Ne risulta, quindi, un costante e continuo slittamento fra tamburo e nastro di gomma, e di conseguenza fra tamburo e tessuto. Poiché il valore dell'allungamento elastico del nastro di gomma dipende dall'intensità della pressione che gli viene esercitata dal cilindro premente, risulta che ad ogni variazione di questa corrisponde una variazione dell'accorciamento.

Di conseguenza quanto è più grande la pressione, tanto maggiore sarà il rientro.

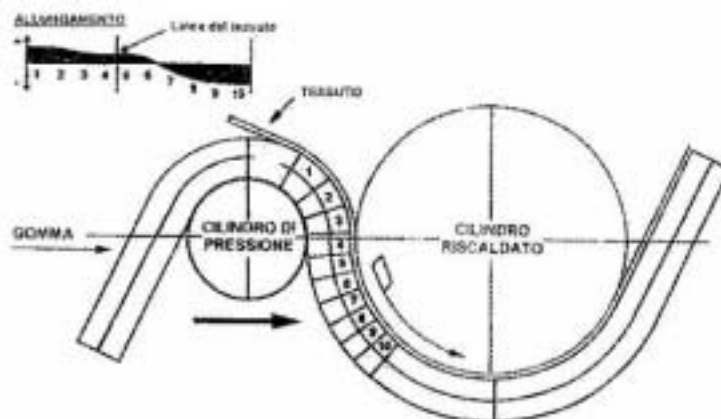
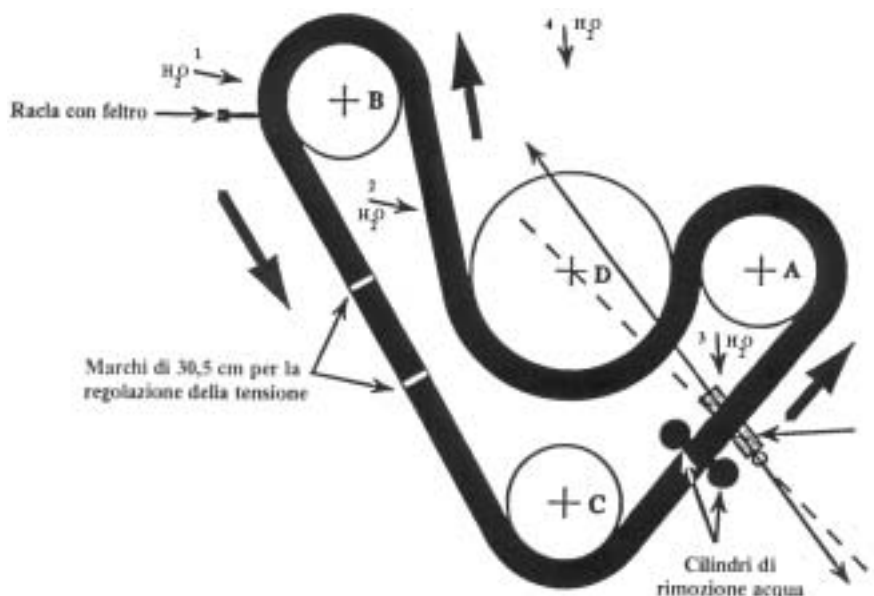


Fig. 163 Processo di compattazione

Il tessuto dopo aver lasciato l'unità compressiva viene mandato, impartendo la minore tensione possibile, all'asciugamento (180-190°C) in una calandra a feltro in modo da fissarne definitivamente il rientro.

Il tessuto immediatamente dopo il trattamento di compattazione compressiva deve essere sottoposto alle minori tensioni possibili ed il contenuto di umidità non deve risultare eccessivo.



A Cilindro di compressione
B Cilindro di tensione
C Cilindro inferiore
D Cilindro riscaldato

1 Spruzzatore esterno di raffreddamento manicotto
2 Spruzzatore interno di raffreddamento manicotto
3 Spruzzatore interno per lubrificare manicotto
4 Spruzzatore di emergenza per raffreddamento

Fig. 164 Schema della zona di rientro

La maglieria tubolare non può essere trattata su rameuse (ai fini di una stabilizzazione dimensionale), se non dopo taglio ed eventuale incollaggio. L'asciugamento e la stabilizzazione di questi tessuti può essere ottenuta con il passaggio del tessuto rilassato in asciugatoi a nastri vibranti seguito da vaporizzaggio nel tratto finale:

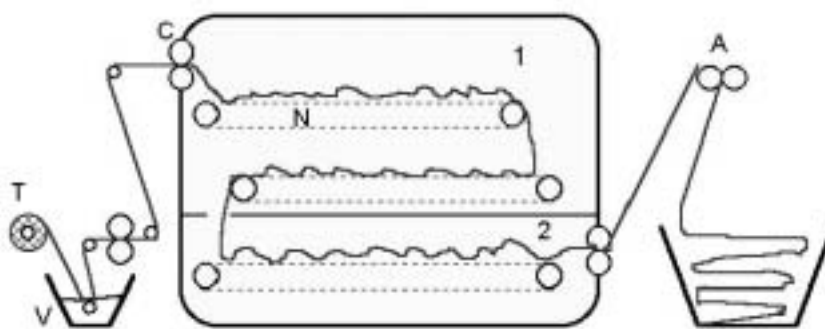


Fig. 165 Processo di compattazione per maglieria tubolare

Il tessuto (T), umido o impregnato con soluzione di ammorbidenti in un'apposita bacinella (V), viene depositato, sovralimentato da una calandretta (C), sui nastri trasportatori vibranti a rete metallica (N) di un asciugatoio. Sui primi due nastri vibranti il tessuto viene asciugato tramite circolazione d'aria calda (1) e le vibrazioni gli consentono di rientrare liberamente; sul terzo nastro viene effettuato un vaporizzaggio (2) per fissare la stabilità dimensionale, voluminizzare e conferire contemporaneamente mano morbida al tessuto. Alla fine viene affaldato mediante apposita affaldatrice (A). Se segue dispositivo di taglio ed incollaggio, può essere avviato anche all'impianto di compattazione.

Fissatura

I trattamenti di fissatura o meglio di stabilizzazione dei tessuti di lana hanno lo scopo di limitare, durante le fasi di lavorazione del tessuto condotte in ambiente caldo/umido, quali la purgatura, la tintura e la vaporizzazione in libero, effetti indesiderati come: leggero infeltrimento, pieghe, bastonature, variazioni dimensionali e di aspetto dovute a rilassamento dei filati e delle stesse fibre di lana. La fissatura dei tessuti di lana può essere fatta sia con trattamenti fisici che con trattamenti chimici.

Trattamenti fisici di stabilizzazione

Possono essere realizzati sia su bagnato (crabbing) che a secco (decatissaggio in autoclave), sfruttando le caratteristiche termoplastiche della lana. E' noto che il vapore, e l'acqua calda più marcatamente, agiscono in due modi sulla lana:

- modificando la struttura morfologica delle cellule corticali che si allungano slittando le une sulle altre.
- permettendo l'idrolisi della cistina (che con i suoi due atomi di zolfo è la maggior componente dell'elasticità), trasformandola in composti ad un solo atomo di zolfo con liberazione di idrogeno solforato che emana dal tessuto il suo caratteristico odore. Si trasforma così l'α-cheratina (maggior componente naturale della lana) nella formazione strutturale della β-cheratina molto meno elastica.

Questo meccanismo di trasformazione chimico/fisica è ottenibile trattando la lana in acqua oltre i 100°C per un certo tempo e bloccando la β-cheratina ottenuta con un forte shock termico.

Il forte shock oltre ad impedire l'inversione della reazione chimica agisce fissando il nuovo assetto fisico delle cellule corticali (scaglie) che si erano rigonfiate ed allungate per effetto della pressione ad alta temperatura slittando le une sulle altre (come noto sono 3 strati) impedendo che la lana, riassumendo le sue caratteristiche fisico-chimiche di α -cheratina, riprenda tutta la sua naturale elasticità, diventando in tal modo insensibile ai successivi trattamenti a vapore di finissaggio e confezione, conferendo al tessuto un assetto di stabilità permanente.

Puntualizzando che il grado di fissatura in acqua non è soltanto in funzione della temperatura ma anche della durata del processo, è errato impostare velocità e temperatura uguali per ogni tipo di tessuto.

Crabbing

Viene utilizzato abitualmente un impianto dotato di un tamburo riscaldato a vapore (130-140°C) parzialmente avvolto da un telo tecnico impermeabile.

Il trattamento si svolge in tre fasi:

- nella prima il tessuto viene avvolto sul cilindro fissatore con un dispositivo pneumatico che in automatico regola la pressione di avvolgimento e la mantiene costante al variare del diametro del rotolo;
- la seconda fase, prevede la circolazione attorno al tamburo di sola acqua calda o di una soluzione acquosa contenente prodotti riducenti quale bisolfito. Parte dell'acqua assorbita dal tessuto e a contatto con il tamburo riscaldato è trasformata in vapore. Detto vapore viene mantenuto in contatto con il tessuto grazie all'impermeabilità del telo siliconato. In questa condizione di alta temperatura in presenza di vapor acqueo, interviene anche una componente di pressione meccanica esercitata sul tessuto tramite appositi rulli pressori posti attorno al tamburo, oppure si fa ricorso ad un forte tensionamento del nastro impermeabile. La sommatoria di queste componenti (alta temperatura - vapor acqueo - pressione meccanica) permette di raggiungere un adeguato grado di fissatura (setting);
- la terza ed ultima fase prevede uno svuotamento rapido dell'acqua calda sostituita da acqua mantenuta fredda.

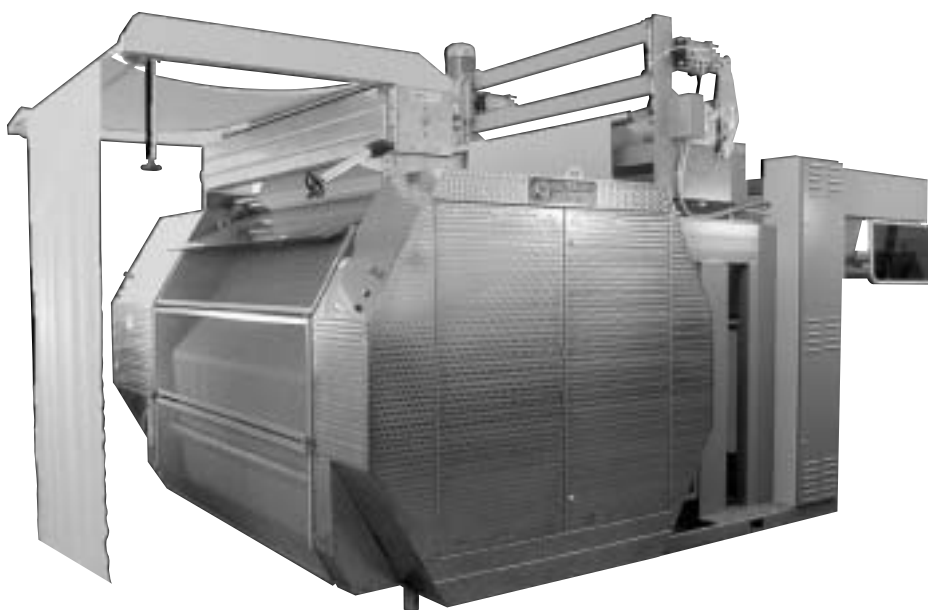


Fig. 166 Figura di apparecchio per crabbing

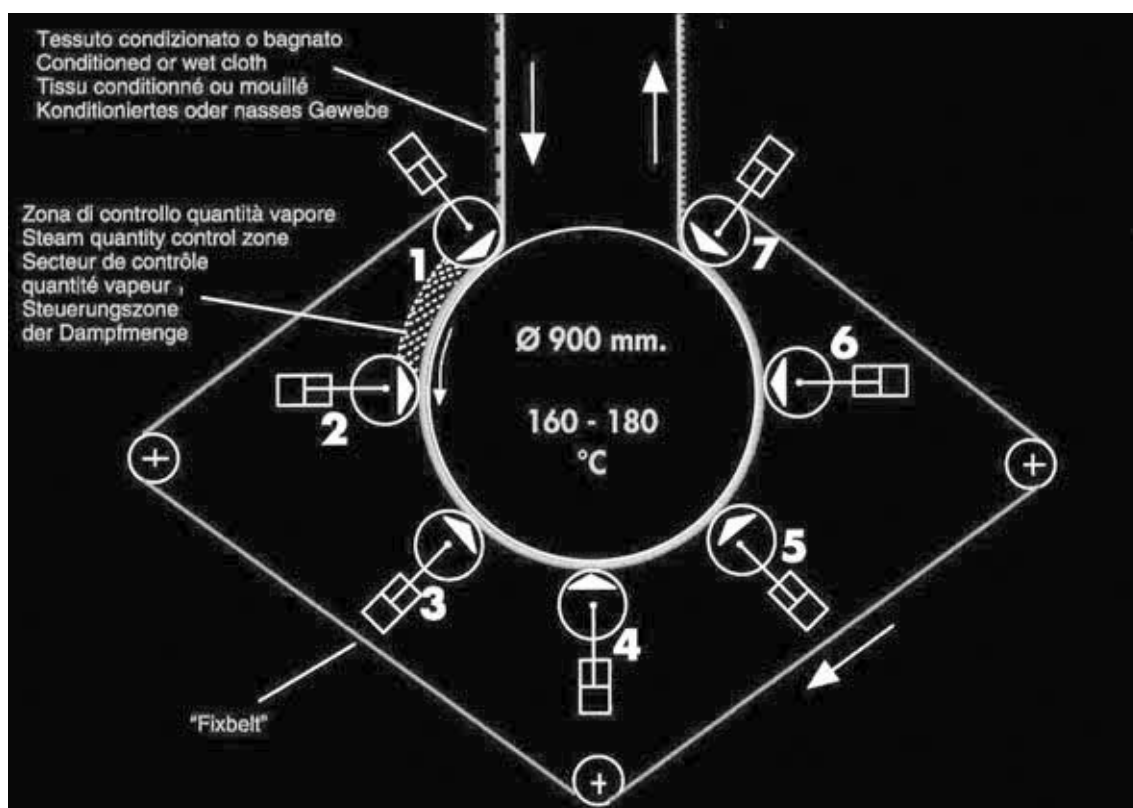


Fig. 167 Schema di apparecchio per crabbing

Caratteristiche tecniche principali delle apparecchiature per il crabbing:

- diametro del tamburo	900 mm
- temperatura massima del tamburo	180 °C
- velocità di lavorazione	0-35 mt/min
- altezza del tessuto	1.900 mm
- potenza assorbita	35 Kw

Conticrabbing

E' un apparecchio per fissatura in continuo. Rispetto a tutti i sistemi esistenti questa macchina non fa ricorso a nastri in gomma o sottoprezze che richiedono costose sostituzioni periodiche. La fissatura viene ottenuta senza il ricorso ad additivi chimici, ma sfrutta le proprietà chimico/fisiche della lana stessa.

Oltre alla fissatura si ottiene:

- una migliore qualità del tessuto che assume un maggior grado di morbidezza e diviene più scattante al tatto (nervoso);
- una maggior brillantezza dei tessuti dopo tintura (molto evidente ed apprezzata).
- L'eliminazione della grinzature e dei rientri nella termoadesione dei capi in confezione.

Il tessuto allargato e guidato entra inizialmente in una bacinella di prelavaggio che può essere utilizzata per:

- 1) bagnare i tessuti asciutti e puliti prima di entrare nella colonna barometrica
- 2) poter miscelare l'acido acetico in modo da non far scaricare i colori quando si trattano i tessuti fantasia;
- 3) prelavaggio di tessuti non molto sporchi facendo tracimare l'acqua in continuazione.

Dopo passaggio attraverso cilindri spremitori, il tessuto passa poi dentro tre colonne barometriche contenenti acqua nella parte inferiore e vapore nella parte superiore, con piastre a fasci tubieri a vapore indiretto.

Il tessuto viene accompagnato al tamburo principale (del diametro di 2 metri) con un sistema di allargatore a doghe espansibili per la sua perfetta distensione e di un cilindro spiralato motorizzato per srotolare le cimosse, che lo introducono al cilindro di calandratura in gomma speciale (diametro= 300 mm, pressioni fino a 2 Kg/cm²) comprimendolo contro il tamburo principale.

Trasportato da questo grosso tamburo il tessuto subisce nella parte bassa l'azione dell'acqua a 110-115°C, e nella parte superiore l'azione del vapore saturo che nell'intercapedine fra tamburo e fasci tubieri di surriscaldamento gli conferisce una "shock termico" di oltre 140°.

Il tessuto passa poi alla colonna di uscita dove esistono speciali alettoni per rallentare lo scambio termico ed allargarlo idraulicamente.

Alla sommità della colonna esso viene nuovamente disteso da uno speciale allargatore a doghe espansibili e da due cilindri spiralati inox motorizzati, per srotolare le cimosse prima che entri fra i cilindri spremitori.

Dopo questi due cilindri spremitori da 4000 Kg max. il tessuto entra nella vaschetta di shock termico ed attraverso un ballerino di sincronismo passa all'ultima coppia di cilindri spremitori da 4000 Kg, dopodichè viene affaldato.

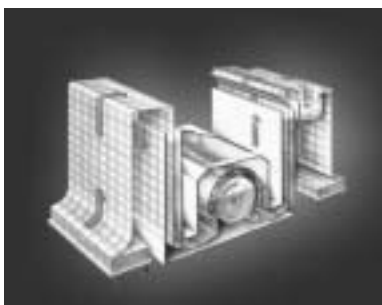


Fig. 168 Conticrabbing

Velocità di produzione: 15/25 metri/minuto
Capacità bacinella di prelavaggio: 900 litri

Capacità vasca principale: 5500 litri
Capacità vaschetta per shock termico: 500 litri

Decatissaggio

Il decatissaggio è un trattamento prevalentemente realizzato su lana. Sfrutta la plasticità che la stessa assume in ambiente caldo umido per azione diretta del vapore sul tessuto e conferisce ai tessuti le seguenti caratteristiche:

- 1) stabilità dimensionale;
- 2) fissaggio dell'orientamento del pelo dopo la garzatura;
- 3) riduzione dell'aspetto lucido eventualmente conferito dalla calandratura, grazie al gonfiore provocato dal vapore sulle fibre;
- 4) modifica della mano, che risulta più corposa dopo il trattamento;
- 5) pre-stabilizzazione alla tintura in autoclave.

Non rientrano in questa categoria di trattamenti quelli di stabilizzazione dei tessuti di lana come il potting, nei quali il fenomeno "plastico" è ottenuto per azione dell'acqua bollente.

Su tessuti di altra composizione lo stesso trattamento può essere praticato come "stiratura a vapore" in alternativa alla calandratura, nei casi in cui questa produca una eccessiva "lucidatura".

Il decatissaggio con vapore, detto anche a secco, è eseguito con macchine dette decatitrici, o decatizzi, e può essere condotto secondo i seguenti procedimenti, uno in continuo e due discontinui:

- decatissaggio a botte (atmosferico in alternato);
- decatissaggio in autoclave sotto pressione (KD);
- decatissaggio in continuo.

Decatissaggio in alternato (discontinuo, o a botte).

Nel decatissaggio discontinuo il tessuto viene avvolto, contemporaneamente al sottopezza-satino (2) o mollettone (1) - su di un tamburo forato di grande diametro (90 cm) sul quale in precedenza sono stati avvolti alcuni giri di sottopezza o tessuto simile.

L'adozione di cilindri di grande diametro permette di avvolgere un uguale metratura di tessuto con minor spessore del rotolo, ottenendo un effetto del vapore più uniforme e riducendo le differenze testa coda.

Il vapore, immesso dopo la chiusura del portello, viene introdotto attraverso il tessuto dall'interno del cilindro all'estero del rotolo (formato dal tessuto e dal sottopezza) per un periodo che varia da meno di un minuto a 3-4 minuti, in relazione all'effetto desiderato, per poi essere aspirato da una pompa sottovuoto.

(1) Mollettone: tessuto tecnico garzato, utilizzato come sottopezza nel decatissaggio di tessuti quando è richiesta mano gonfia ed aspetto opaco.

Caratteristiche tecniche dei più comuni tipi di mollettone: altezza cm. 176-178, peso compreso tra 490 e 600 gr/m²; spessore mm 1,5-2; composizioni: catena poliestere, trama cotone; catena poliammide, trama cotone; catena e trama 50% poliestere/50% cotone.

(2) Satino: tessuto tecnico utilizzato come sottopezza nei trattamenti di decatissaggio discontinui (a botte o in autoclave).

Caratteristiche peculiari di un satino sono:

- 1) stabilità dimensionale;
- 2) costante permeabilità al vapore;
- 3) resistenza agli agenti chimici e al vapore;
- 4) assenza di effetti collaterali negativi.

Le composizioni in fibre più diffuse sono:

- 1) poliestere (65-50%)/cotone (35-50%), trama e ordito;
- 2) catena poliestere 65%/cotone 35%; trama cotone 65%/poliammide 35%;
- 3) catena e trama cotone 65%/poliammide 35%.

La durata di un satino dipende:

- 1) dalla presenza di prodotti chimici sul tessuto;
- 2) dalla qualità del vapore.

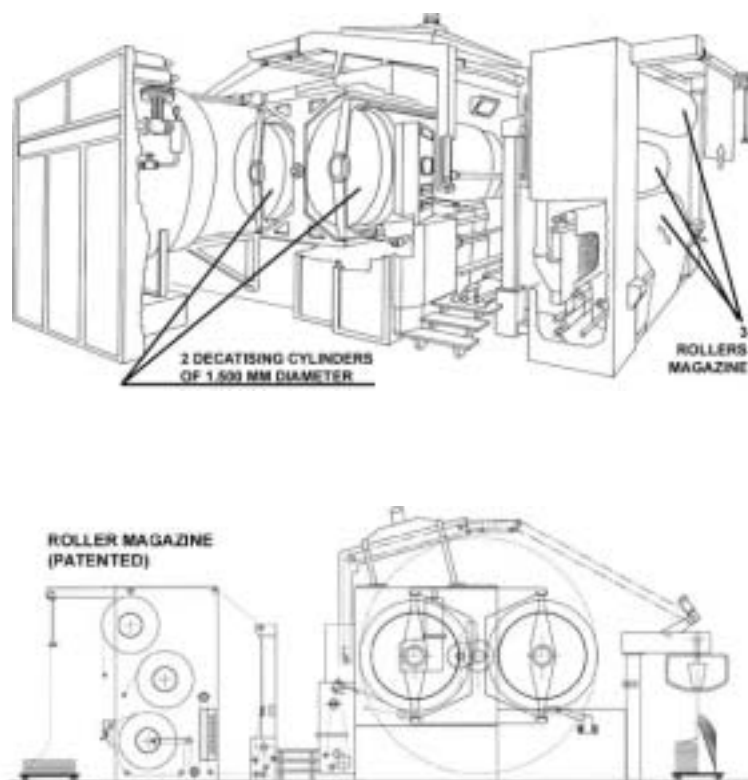


Fig. 169 Sistema di caricamento di un decatissaggio sotto pressione

Decatizzo in autoclave (Kessel-Dekatur)

Grazie alle temperature più elevate raggiungibili (130°C) e pressioni elevate (fino a 2 bar), l'effetto di setting è decisamente più permanente che lavorando a pressione atmosferica. Tale trattamento si è ormai affermato come lavorazione standard per stabilizzazione di tessuti pettinati e di molte cardati. La macchina evidenzia due zone: quella di caricamento del tessuto e l'autoclave orizzontale. Notevole sviluppo hanno avuto i sistemi di caricamento semiautomatico, con stazioni a più posizioni che consentono di confezionare il nuovo rotolo e scaricare uno già decatito, mentre un terzo sta subendo il trattamento.

È da notare che l'effetto di fissatura risulta direttamente proporzionale sia al crescere del tempo di trattamento che alla pressione del vapore, e di conseguenza alla temperatura. L'aumento di entrambi i fattori provoca sia un progressivo ingiallimento della lana, sia un progressivo deterioramento delle qualità peculiari della fibra, quali resistenza, elasticità e sofficità.

Decatissaggio in continuo

La necessità di velocizzare i cicli di trattamento ha portato alla realizzazione di apparecchiature in continuo con risultati buoni nei termini di maggiore produttività, assenza di differenze testa-coda, di stampi sul tessuto dovuti alle cuciture fatte per unire le testate e rara comparsa di marezzature (effetto moiré). Unico svantaggio è quello di avere un effetto di trattamento meno efficace, in particolare in riferimento ad una stabilizzazione non adeguata per tutti gli articoli. Il processo di decatissaggio in continuo sotto pressione consente una fissatura permanente del

tessuto di lana, ottenuta con una prima fase di trattamento con vapore saturo sotto pressione (che può raggiungere una temperatura oltre i 135°C), mentre nella seconda fase di raffreddamento avviene la stabilizzazione della superficie e delle dimensioni.

Il tessuto è trasportato compresso tra un cilindro forato di grande diametro, rivestito con pesante tessuto, ed uno spesso tappeto senza fine di feltro compatto di cotone/poliestere.

Con vari sistemi il tessuto durante il percorso viene trattato con vapore che esce da erogatori posti al di sotto del tappeto in corrispondenza della parte bassa del cilindro, e successivamente raffreddato con aria. Variando la velocità di trattamento, la pressione tra cilindro e tappeto, l'umidificazione e la pressione del vapore, si regola l'intensità del trattamento.

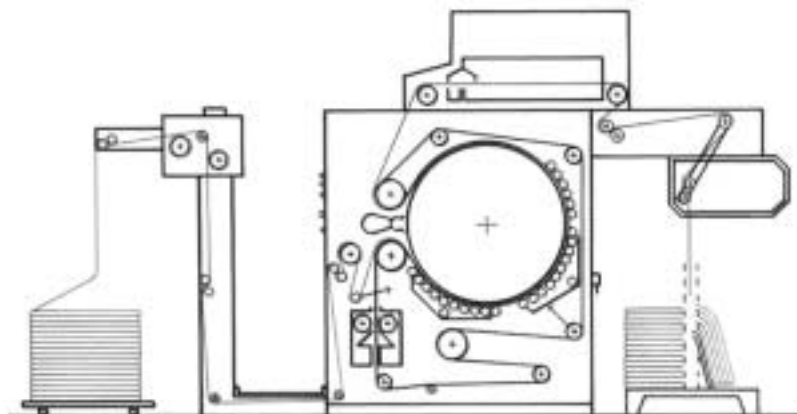


Fig. 170 Schema del passaggio del tessuto nel decatizzo continuo sotto pressione

Trattamenti chimici di stabilizzazione

I prodotti normalmente impiegati sono riducenti organici quali i solfiti di ammine che sviluppano il loro potere riducente in condizioni di caldo umido. Sono processi redox che coinvolgono i ponti cistinici della cheratina e possono essere realizzati sia su macchine ad umido, che con impregnazione a foulard seguita da asciugatura e decatissaggio che provoca uno shock termico che completa l'effetto di flat-setting.

Nel caso si faccia ricorso al foulardaggio è necessario impiegare imbibenti e stazionamento del substrato per alcune ore prima del decatizzo al fine di garantire uniformità di umidità e una buona riuscita del trattamento.

In generale i rischi conseguenti ai processi di stabilizzazione possono essere:

- effetto diversificato di fissatura tra testa e coda delle pezze, in particolare per tessuti avvolti su subbi;
- diverso effetto di fissatura tra centro e cimose del tessuto provocato il più delle volte da una diversa tensione delle cimose rispetto al centro della pezza;
- effetto moirè, evidenziato da un non uniforme aspetto del colore di fondo presente soprattutto nei trattamenti che prevedono uno stretto avvolgimento del tessuto (potting);
- eccessivo ingiallimento della lana, dovuto a residui alcalini presenti sul tessuto o a un troppo energico trattamento di decatissaggio in autoclave.

Vaporissaggio

Il vaporissaggio (vaporizzazione) in libero, ossia senza tensione, dei tessuti di lana è la tecnica più utilizzata per ottenere un buon effetto di stabilità dimensionale alla stiratura con pressa a vapore. L'azione del vapore provoca la dilatazione igroscopica delle fibre con conseguente rilassamento e restringimento del tessuto lasciato libero di assumere il suo "stato naturale".

Inoltre con la vaporizzazione vengono annullate tutte quelle tensioni latenti ancora residue.

Le macchine utilizzate per questo tipo di trattamento sono le cosiddette vaporizzatrici in libero (vaporizzo libero) o vaporizzatrici/restringitrici.

Il vaporizzo in libero è caratterizzato da quattro zone:

- 1) zona di introduzione, nella quale il tessuto per mezzo di un sistema di sovralimentazione regolabile è deposto sul nastro trasportatore continuo, costituito da un tessuto tecnico realizzato in materiale sintetico stabile all'azione del calore e costruito con un'armatura tale da permettere un facile passaggio del vapore. E' in genere dotato di movimento vibratorio, che consente un migliore rilassamento del tessuto e lo mantiene, in un certo qual modo, sospeso nel tunnel di vaporizzazione.
- 2) zona di vaporizzazione che può essere costituita da uno o due tunnel di vaporizzazione completi di aspiratore.
- 3) zona di raffreddamento nella quale, per mezzo di un aspiratore posto sotto il tappeto, viene allontanata dal tessuto l'eventuale umidità residua.
- 4) zona di recupero del tessuto, nella quale un sistema a cilindro ballerino, o a controllo ottico, regola la velocità in maniera tale che il tessuto non subisca alcuna tensione, sia che venga recuperato in falda, sia in rotolo.

Le innovazioni apportate ai vaporizzi in libero mirano ad ottenere un migliore e definitivo rilassamento del tessuto e a economizzare il trattamento che richiede una elevata quantità di vapore (in gran parte disperso successivamente nell'ambiente esterno attraverso i camini) e tempi lunghi, in quanto per ottenere buoni risultati il tessuto deve essere mantenuto a lungo a contatto del vapore. Le varie case costruttrici hanno adottato speciali sistemi per ottenere in tempi brevi e con il minor consumo possibile di vapore un completo rilassamento del tessuto. Nell'impianto schematizzato in Fig. 171, prima dei tunnel di vaporizzazione, è stato inserito un modulo di umidificazione programmata e controllata.

Le motivazioni che hanno portato all'inserimento dell'umidificatore derivano dalle seguenti considerazioni:

- la vaporizzazione riduce il contenuto percentuale di umidità del tessuto, pertanto la preumidificazione garantisce un tasso di ripresa della stoffa dopo il trattamento sicuramente superiore rispetto a quello con impianto convenzionale;
- alimentare nel tunnel di vaporizzazione un tessuto umidificato significa trasformare parte di quest'acqua in vapore a tutto vantaggio dei risultati finali di restringimento e rilassamento;
- prove industriali hanno messo in evidenza i notevoli risparmi di vapore ottenuti con la vaporizzazione dell'acqua precedentemente nebulizzata su tessuto.

La realizzazione di una vaporizzatrice-restringitrice-stabilizzatrice ha consentito un notevole risparmio di vapore, un aumento di produttività e ha garantito risultati qualitativi di elevato livello.

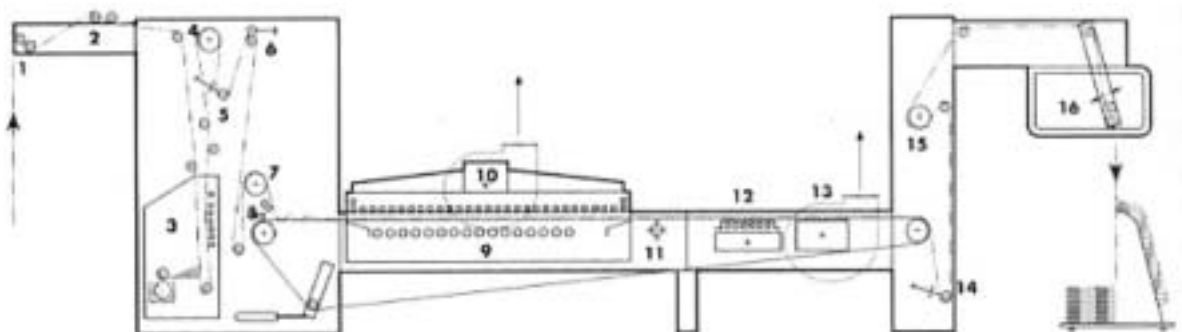


Fig. 171 Vaporizzatrice-restringitrice: 1) doppia barra frenante; 2) centratore tessuti; 3) umidificatore; 4) cilindro di regolazione; 5) cilindro compensatore; 6) misuratore umidità; 7) cilindro di alimentazione; 8) sensore di alimentazione; 9) campo erogazione vapore; 10) cappa aspirazione; 11) dispositivo vibratore; 12) batteria soffiante; 13) batteria aspirante; 14) regolatore scarico tessuto; 15) cilindro scarico tessuto; 16) dispositivo faldatore variabile.

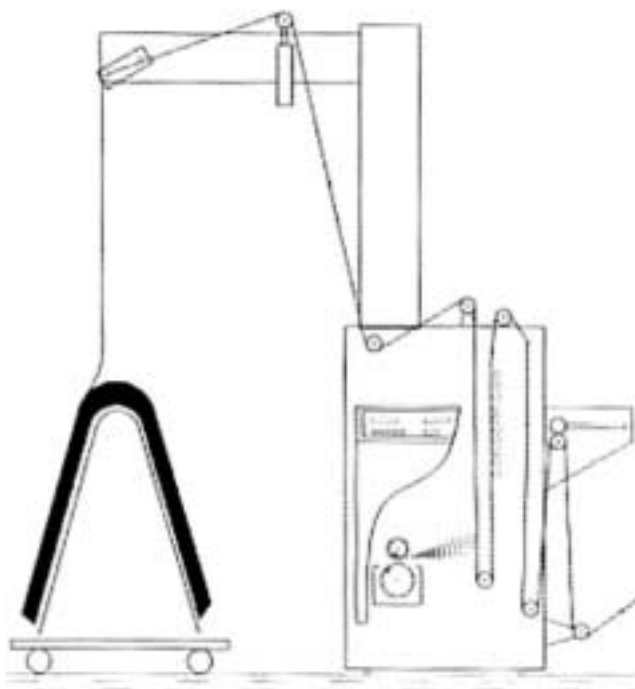


Fig. 172 Particolare della macchina automatica per umidificare i tessuti

Gli elementi fondamentali che caratterizzano questo nuovo tipo di vaporizzatrice sono:

- tunnel di vaporizzazione di nuovo disegno e concezione, che permette la fuoriuscita dell'aria e la creazione di un ambiente di vapore saturo pressoché esente da ossigeno; di conseguenza vengono eliminati anche i possibili difetti sul tessuto causati dai tradizionali erogatori di vapore;
- il dosaggio e il controllo del vapore in funzione del suo effettivo consumo, evitando così dispersioni all'esterno del tunnel;
- la variazione e il controllo automatico della temperatura del vapore in funzione del tipo di tessuto e di fibra;
- l'eliminazione di qualsiasi camino esaustore in atmosfera e di conseguenza della dispersione di calore.

Un'altra tipologia di vaporizzatrice è quella in cui il tessuto è sottoposto all'azione del vapore con un avanzamento senza tensione in falde sospese e non su un nastro trasportatore.

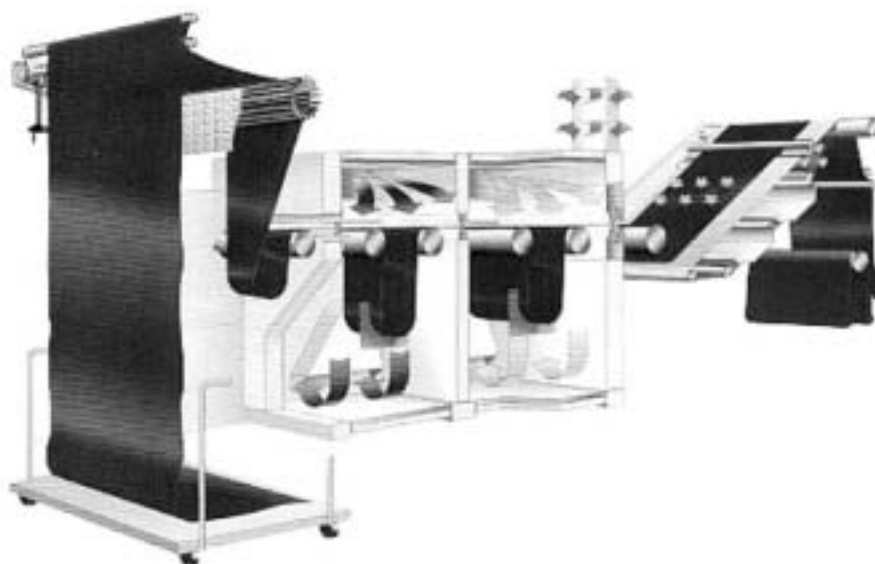


Fig. 173 Macchina vaporizzatrice restringente a falde sospese

L'impianto a falde sospese presenta i seguenti vantaggi:

- risparmio di energia a parità di effetto di rilassamento grazie al sistema di ricircolo del vapore nelle camere di vaporizzazione;
- temperature di trattamento più basse, maggiore quantità di vapore acqueo;
- a parità di velocità della macchina, tempi di assorbimento più lunghi, dovuti al maggior contenuto di tessuto nelle "camere a falde";
- autoregolazione automatica dell'avanzamento senza tensione del tessuto all'interno delle camere, grazie al sistema di controllo del restringimento su ogni singola falda sospesa ed al perfezionato sistema di motorizzazione.

L'apparecchiatura prevede una doppia camera di raffreddamento a ventilazione forzata in uscita (shock termico) che ha lo scopo di realizzare, in modo contemporaneo, raffreddamento del tessuto e rilassamento delle tensioni interne della struttura.

Finissaggi chimici

Attraverso l'applicazione di prodotti di diversa natura, è possibile conferire ad un tessuto alcune proprietà che sarebbero impossibili da realizzare usando solo processi meccanici.

È così possibile:

- rendere stabili tessuti con finiture meccaniche temporanee, come la calandratura;
- conseguire, tra le tante possibili, proprietà di impermeabilizzazione o ignifughe su tessuti altrimenti privi.

I prodotti impiegati possono essere così classificati:

- **Naturali** (colle, grassi, oli, amidi)
- **Artificiali** (amidi modificati, cellulosa modificata)
- **Sintetici** (prodotti di sintesi) tra i quali citiamo: derivati N-metilolici (termoindurenti, reattanti), reattanti lineari (carbammati, epossidici), polimeri termoplastici (viniliche, acriliche, polietileniche), poliuretani e siliconi.

Questa classificazione, utili a fini didattici, in realtà non coincide con i prodotti oggi in commercio, in quanto questi ultimi sono una miscela che comprende anche catalizzatori ed ausiliari destinati ad interagire e a produrre effetti complementari. In questo senso è opportuno sottolineare come i finissaggi chimici possano influire sul tessile talora alterando le sue proprietà meccaniche, talvolta cambiando la sfumatura del colore o la normale solidità di quest'ultimo.

I metodi di applicazione di queste sostanze sono diversi: soluzione, dispersione, emulsione mediante impregnazione al foulard, per esaurimento, spalmatura, spruzzatura e altri metodi.

La metodologia più opportuna è quella di studiare per ogni fibra da trattare il tipo di finissaggio chimico più appropriato, in modo da ottenere con il minor margine di errore possibile, un risultato ottimale.

Applicazione dell'appretto ai tessuti

Le operazioni di applicazione delle sostanze di finitura sulle fibre sono per la maggior parte dei casi condizionate dalle caratteristiche igroscopiche e strutturali del materiale tessile, dall'effetto desiderato, dalla natura fisica e chimica dei componenti le sostanze di finitura e dalle velocità di produzione. Si possono differenziare le seguenti principali tipologie di applicazione, ricorrenti nel finissaggio tessile:

- a) procedimento per foulardaggio;
- b) procedimento per spruzzatura con dispositivo di irrorazione;
- c) procedimento per esaurimento in bagno lungo;
- d) procedimento per spalmatura con dispositivi a racle;
- e) applicazione controllata di bassi quantitativi di bagno.

Il primo posto comunque, nell'ambito delle moderne tecniche di finissaggio per importanza e utilizzo, spetta al procedimento per foulardaggio.

Procedimento per foulardaggio

È senz'altro il procedimento più adottato sia per i trattamenti tradizionali come per quelli più moderni. La macchina impiegata è conosciuta sotto diverse denominazioni per esempio come foulard, mouilleur, spremitrice, padding, ecc. Una volta accertato che il materiale tessile sia adatto per le sue caratteristiche meccaniche e strutturali ad essere lavorato con foulard, con questa tecnica si possono realizzare tutte le operazioni di finissaggio ad umido, salvo alcune eccezioni (per quanto riguarda il macchinario, vedere tintura a foulard).

Procedimento per spruzzatura

L'applicazione delle sostanze di finitura per spruzzatura viene usata per finissaggi leggeri che lasciano sul tessile una ridotta concentrazione di prodotti, come l'avvivaggio, l'antistatico o l'antimuffa. Per ottenere una buona ed uniforme penetrazione o diffusione delle sostanze di finitura nel materiale, è consigliabile lasciare il tessuto spruzzato a giacere arrotolato per alcune ore prima di procedere ad un eventuale asciugamento.

In questi ultimi anni si è sviluppato un importante settore dell'industria tessile e cioè la produzione di ovatte di fibre sintetiche. In questo settore la resinatura è realizzata esclusivamente per spruzzatura delle sostanze di finitura direttamente sul substrato fibroso, usando resine sintetiche in emulsione acquosa.

Procedimento per esaurimento

Il trattamento di filati o di tessuti in bagno lungo è prescritto soprattutto quando si lavori con prodotti chimici sostantivi nei confronti del materiale tessile.

Il tipo di confezione può determinare il procedimento di applicazione delle sostanze di finitura. Si pensi a questo proposito al finissaggio delle calze ed ai trattamenti dei tessuti tubolari di maglia. Dal punto di vista chimico i prodotti che più si prestano alla lavorazione secondo il procedimento per esaurimento sono quelli che possiedono caratteristiche cationattive. In particolare i prodotti di avvivaggio cationattivi vengono spesso applicati secondo questo procedimento, così come le emulsioni a base di paraffina, cere e ultimamente i polimeri cationattivi di resine in emulsione.

Procedimento per spalmatura

Attualmente, con l'avvento e l'applicazione delle resine sintetiche, il settore di produzione denominato appunto "spalmatura ed accoppiamento", specialmente in Italia, si è enormemente sviluppato ed è ancora in continua fase di espansione.

Gli articoli spalmati ed accoppiati oggi vengono più semplicemente classificati, in funzione del relativo settore di impiego, in articoli per abbigliamento, per arredamento, per drapperie e tappezzeria, per calzature, per valigeria e pelletteria ed in articoli tecnici.

Generalmente si parte da un tessuto o da un "tessuto non tessuto" costituenti il cosiddetto supporto.

Nella pratica sono usate tutte le fibre, dalla seta più leggera fino al lino e canapa, dalle fibre sintetiche alle fibre di vetro.

Per quanto riguarda le resine costituenti il cosiddetto rivestimento si è partiti con l'impiego di sostanze naturali per passare poi decisamente ai polimeri sintetici ad alto peso molecolare.

La tendenza attuale consiste nella ricerca di sostanze sempre più elastiche, resistenti alle diverse sollecitazioni meccaniche, ai più svariati lavaggi e soprattutto resistenti all'usura del tempo e delle intemperie.

Questi polimeri vengono accoppiati al tessuto (supporto), per mezzo di calandre, sotto forma di folie oppure, per lo più, vengono spalmati in forma di dispersioni acquose o di soluzioni in solventi.

Le caratteristiche e le proprietà degli articoli spalmati dipendono sia dalla costituzione chimica delle resine impiegate (rivestimento) sia dalla natura del supporto usato.

Per quanto riguarda i risultati sull'aspetto, la mano e la resistenza, il ruolo più importante è giocato comunque dal rivestimento: la sua elasticità, il suo comportamento alle alte e basse temperature, la resistenza all'abrasione, ai solventi, all'invecchiamento ed alle intemperie dipendono dalla sua costituzione chimica di sostanza ad alto peso molecolare con carattere più o meno termoplastico.

La tecnica di spalmatura

Con la denominazione di tessuto rivestito con resine, si indica un prodotto costituito dai seguenti elementi:

- tessuto a base di fibre naturali, artificiali e sintetiche;
- rivestimento a base di resine naturali o sintetiche.

Il rivestimento può essere ottenuto con una qualsiasi tecnica di produzione che prevede i seguenti procedimenti:

1. accoppiamento di folie di resine a tessuto;
2. spalmatura diretta di resine su tessuto;
3. spalmatura indiretta, secondo il sistema "transfer", di resine su tessuto.

Il primo procedimento, attualmente poco applicato, consiste nell'accoppiare al tessuto la relativa folia di resina per mezzo di apposite calandre.

Questo procedimento ancora oggi è impiegato per la realizzazione di tovagliati mediante l'accoppiamento di tessuto con folie di PVC.

Il procedimento per spalmatura diretta consiste nello spalmare la resina direttamente sul tessuto per mezzo di una racla o di un cilindro secondo i seguenti sistemi:

- spalmatura con racla ad aria;
- spalmatura con racla su tappeto;
- spalmatura con racla su cilindro;
- spalmatura con cilindro "reverse-roll".

Il tessuto, in tutti i casi sopra elencati, durante l'operazione di spalmatura asciugamento ed arrotolamento si trova sempre in tensione nel senso dell'ordito, per cui con questi sistemi di spalmatura è possibile rivestire soltanto tessuti compatti o comunque sufficientemente stabili alla tensione. Evidentemente con questi sistemi di spalmatura non è possibile rivestire tessuti di maglia.

Con il sistema di spalmatura ad aria e su tappeto la quantità di resina spalmata è relativamente piccola ed al peso finale prescritto si può arrivare soltanto per spalmatura di diversi strati successivi con asciugamento intermedio (i cosiddetti passaggi).

Le lame adottate sono del tipo a coltello a profilo più o meno arrotondato; la quantità di resina spalmata si misura in g/m^2 di sostanza secca e dipende oltre, che dal contenuto in secco della resina, anche dalla velocità di spalmatura e dal profilo della lama.

Maggiore è la velocità di spalmatura minore è la quantità di resina spalmata; quanto più la lama è affilata tanto meno la stessa carica il tessuto di resina. Questo sistema di spalmatura è adottato per realizzare tessuti per impermeabili, ombrelli, tappezzerie, articoli tecnici. Le resine più usate sono le acriliche in solvente o in dispersione acquosa, le resine polituretatiche mono e bicomponenti.

Con i sistemi di spalmatura su cilindro e "reverse-roll" è possibile, entro certi limiti, spalmare spessore cioè caricare quantitativi maggiori di resina. La lama, nel caso della spalmatura su cilindro, generalmente è del tipo ad unghia e la quantità di resina spalmata si misura in g/m^2 di sostanza secca o in centesimi di mm di spessore.

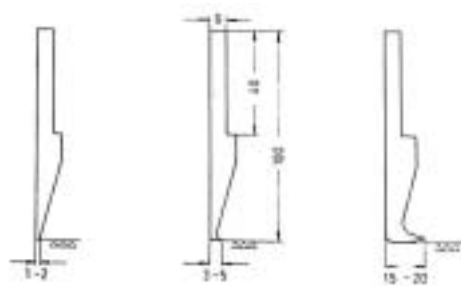


Fig. 175 Lame a coltello

L'impianto di spalmatura per via diretta è costituito da una serie di teste di spalmatura intercalata da forni o tunnel di asciugamento provvisti, all'uscita, di cilindri di raffreddamento. Le temperature di asciugamento dipendono dal tipo di resina impiegata. La velocità di spalmatura dipende dalla lunghezza dei forni di asciugamento, dal ricambio d'aria, dal sistema di spalmatura e dal comportamento reologico delle resine: così con il sistema "reverse-roll" si raggiungono velocità di spalmatura elevate che possono arrivare fino a 70 m/min contro i 15-18 m/min normali. Questa tecnica di spalmatura è adottata per la realizzazione dei seguenti articoli:

- impermeabili per abbigliamento;
- teloni impermeabili;
- tessuti rivestiti per valigeria;
- tessuti rivestiti per abbigliamento ed arredamento;
- tessuti rivestiti sul rovescio per tappezzerie murali;
- tessuti rivestiti per calzature.

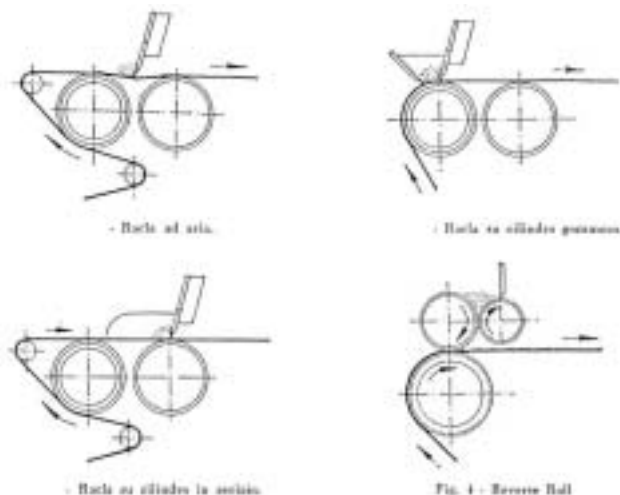


Fig. 174 Tipologie di spalmatura con raclo

Il terzo procedimento, quello di spalmatura indiretta, consiste nello spalmare il rivestimento su carta speciale (release paper) per poi trasferirlo sul supporto vero e proprio. Il rivestimento è costituito da un primo strato di resina spalmato direttamente sulla carta e da un secondo strato di resina che funziona da adesivo tra primo strato ed il supporto. Il supporto può essere di diversa natura e con diverse caratteristiche.

La carta release, pur soddisfacendo la condizione necessaria di essere del tipo adatto per la resina impiegata, può essere lucida, opaca, liscia o goffrata.

La tecnica generale di spalmatura per via indiretta è pertanto la seguente:

- spalmatura su carta del primo strato di resina (1^a testa di spalmatura);
- asciugamento (1° forno);
- raffreddamento;
- spalmatura del secondo strato di resine (adesivo 2^a testa di spalmatura);
- accoppiamento del supporto (tessuto, maglia, ecc.);
- asciugamento (2° forno);
- distacco del tessuto rivestito dalla carta e bobinatura;
- bobinatura della carta.

Il sistema di spalmatura è del tipo su cilindro con lame ad unghia. La velocità di spalmatura è relativamente bassa in funzione delle resine impiegate e varia tra i 4 e i 20 m/min.

Con questa tecnica di spalmatura si possono realizzare innumerevoli articoli diversi per aspetto e mano. L'aspetto della parte rivestita dipende dal tipo di carta usato (lucida, opaca, liscia o goffrata); la mano dipende dalla qualità e dalla quantità della resina e dell'adesivo impiegati, dal supporto e dalla preparazione del supporto stesso.

Tra gli altri, gli articoli realizzati mediante la spalmatura per via indiretta, sono i seguenti:

- finte pelli per arredamento ed abbigliamento;
- finte pelli per calzature;
- finte pelli per valigeria e pelletteria.

Applicazione controllata di basse quantità di bagno ai tessuti

L'acqua è il veicolo più usato per l'applicazione dei prodotti di finissaggio. Successivamente, essa deve essere eliminata dal tessile: ciò comporta un asciugamento che è alquanto dispendioso. Si sono quindi sperimentate tecniche per l'applicazione di limitate quantità di bagni di finissaggio. Infatti, da un tessuto completamente saturato con acqua, mediante trattamenti meccanici (centrifugazione, aspirazione, spremitura, ecc.) possiamo eliminare larga parte dell'acqua superficiale e parte dell'acqua presente tra le fibre, ma è difficilmente asportata l'acqua presente negli interstizi capillari nelle fibre e tra le fibre.

Nel caso di fibre idrofile (es. cotone), esiste un limite del 40-50% di acqua residua che non può essere eliminata per via meccanica.

Per avere una distribuzione omogenea dei prodotti di finissaggio nei tessuti è (teoricamente) necessario e sufficiente saturare di soluzione soltanto le zone capillari nelle fibre.

Questa quantità di soluzione (che corrisponde all'acqua necessaria per un completo rigonfiamento delle zone amorfe delle fibre), prende il nome di "valore critico di applicazione" CAV (Critical Add on Value) e dipende dalla natura della fibra e dalla struttura del tessuto.

A seguito dell'applicazione di maggiori quantità di soluzione, durante l'asciugamento, si può verificare un effetto migrazione dei prodotti di finissaggio non sostantivi, verso la superficie del

tessuto, con una distribuzione non uniforme dell'effetto di finissaggio (le regioni interne dei filati risultano virtualmente più povere di prodotti di finissaggio).

Invece, per un processo di applicazione ottimale, sia dal punto di vista tecnico (penetrazione ed uniformità) sia economico (minimo consumo di energia nell'asciugamento), è indispensabile l'applicazione di quantità di soluzione corrispondenti al CAV (o un leggero eccesso).

Per il cotone ciò significa l'applicazione del 30-35% di bagno. I vari procedimenti adottabili sono schematizzati nelle seguenti tecniche:

1. **Trasferimento di bagno:** un feltro continuo viene impregnato con la soluzione di finissaggio e spremuto tra due cilindri con un pick-up di circa il 70%. Il tessuto da trattare viene portato a contatto del feltro in un secondo dispositivo di spremitura. La pressione qui esercitata trasferisce circa la metà del bagno assorbito del feltro al tessuto. Controllando indipendentemente le pressioni nei due punti di spremitura, si può regolare la quantità di bagno applicata al tessile e quindi tenere conto (entro un determinato campo) delle variazioni di peso al metro quadro del medesimo.

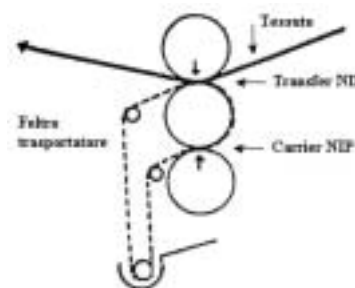


Fig. 176 Foulard

2. **Stampa dei prodotti di finissaggio:** un cilindro finemente inciso, è parzialmente immerso nel bagno di finissaggio. L'eccesso di soluzione è apportato da una racla.

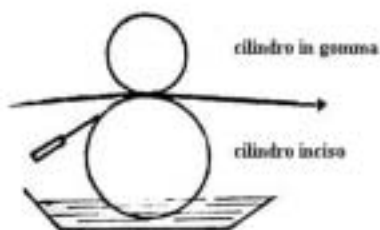


Fig. 177 Stampa dei prodotti di finissaggio

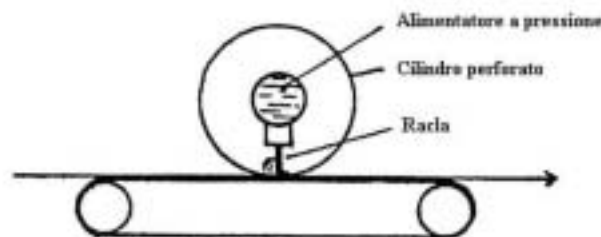


Fig. 178 Sistemi a schiuma

Il bagno, trattenuto nelle incisioni, viene quindi trasferito al tessuto mediante pressione esercitata da un secondo cilindro. Usando soluzioni di finissaggio sufficientemente viscosi, è possibile ricorrere a tecniche di stampa con cilindri cavi (vedere stampa a cilindri cavi).

3. **Sistemi a schiuma:** è possibile lasciare sul tessuto limitate quantità di acqua mediante applicazione di dosate quantità di schiuma. Questa è infatti costituita dal 5-10% di fase acquosa e da circa il 90-95% di aria. La schiuma è prodotta in apposite apparecchiature, insufflando del gas sotto pressione (generalmente aria) nella soluzione, in presenza di appropriato agente tensioattivo. La viscosità della soluzione e la presenza del gas sono regolate in modo di ottenere bollicine d'aria di diametro omogeneo (50-100 μm) che producono una schiuma stabile e di consistenza cremosa. La stratificazione della schiuma sul tessuto viene ottenuta mediante un dispositivo a raclo. La schiuma, dopo l'applicazione, deve essere abbattuta in modo che la soluzione di foulardaggio sia assorbita dal tessuto.
4. **Sistemi a semi-immersione:** un cilindro applicatore, parzialmente immerso nel bagno di finissaggio, ruota a contatto del tessuto, con una velocità tale da ottenere l'applicazione della

quantità desiderata della soluzione. Tale applicazione controllata è garantita solo quando esiste un preciso rapporto tra la velocità del cilindro applicatore e la velocità del tessuto. Poiché la velocità del tessuto può essere fatta variare entro i limiti abbastanza ampi (può, per esempio, essere comandata da tastatori di umidità posti all'uscita dell'asciugatoio), è indispensabile che la velocità del cilindro applicatore sia comandata da dispositivi che misurano la quantità di bagno applicato. Tali misuratori si basano sull'assorbimento di radiazioni β (ottenute con Krypton 85) da parte del tessuto umido. Uno di tali misuratori (m1) è posto prima del contatto del tessuto con il cilindro applicatore, ed il secondo (m2) esegue la misurazione dopo l'applicazione del prodotto di finissaggio.

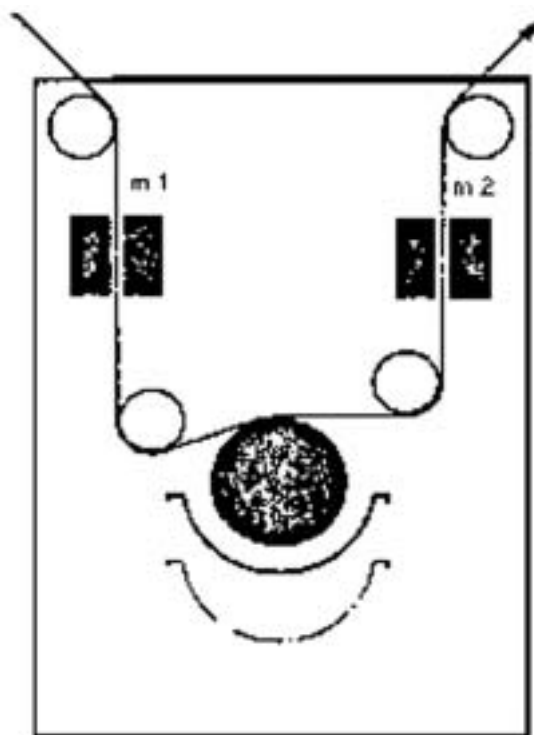


Fig. 179 Sistema a immersione

La differenza di segnale tra i due misuratori è mantenuta al valore corrispondente all'applicazione della quantità desiderata di bagno: infatti, ogni variazione rispetto a tale valore determina una variazione della velocità del cilindro applicatore tale da riportare la quantità di soluzione applicata al valore ottimale. Per un'applicazione regolare al tessuto è richiesta la formazione omogenea di un film liquido sulla superficie del cilindro. Ciò è ottenuto con un'adeguata struttura superficiale del cilindro stesso, ma anche con la scelta dei prodotti di finissaggio e con l'uso di ausiliari appropriati (es. non schiumogeni).

Finissaggio ammorbidente

In genere le fibre hanno una loro specifica morbidezza, che dipende sia dalla composizione chimica sia dalla struttura fisica (minor cristallinità = maggior morbidezza). La finezza della fibra o della bava influenzano favorevolmente la morbidezza del filo o filato (lana pettinata o cardata, microfibre ecc.), come pure una maggiore torsione riduce la morbidezza.

Il tessuto poi, secondo il tipo d'intreccio, contribuisce a diminuire (più legato = tela), o aumentare (più slegato = raso) la morbidezza. Inoltre, nell'ambito dello stesso intreccio, un maggior numero di fili per centimetro aumenta la rigidità del tessuto, riducendone la morbidezza.

Il finissaggio interviene quando, su un determinato tessuto, si vogliano aumentare le doti di morbidezza, ma sempre tenendo presente il substrato di partenza.

Una considerazione importante è data dal fatto che non esiste un metodo universale per la determinazione di valori di morbidezza, quindi la valutazione è soggettiva e basata sull'esperienza. È comunque possibile distinguere fra diversi tipi di morbidezza:

- a) morbidezza superficiale,
- b) liscio superficiale,
- c) elasticità (alla compressione ed allungamento).

Per variare la mano di un tessuto abbiamo a disposizione dei metodi meccanici, fisici, chimici e combinati; alcuni di questi metodi (smerigliatura, garzatura) sono stati già trattati, altri invece fanno riferimento a macchine che, mediante trattamento in corda ad alta velocità con tessuto bagnato o asciutto, con asciugamento in fase di trattamento (in presenza o meno di ammorbidenti o enzimi), consentono di ottenere vari tipi di morbidezza.

I dispositivi funzionali più significativi di questo genere di macchina sono espressi dai due canali di trattamento nei quali il tessuto è convogliato attraverso due tubi Venturi. L'energia utilizzata per il trascinamento del prodotto è solamente aria ad alta pressione. Attraverso i suddetti canali il tessuto viene sparato ad alta velocità contro una griglia posizionata nella parte posteriore della macchina dopodiché, scorrendo su scivoli di teflon, arriva nella parte anteriore per ricominciare il ciclo; la velocità raggiungibile dal tessuto è regolabile fino a 1000 m/min., a seconda dei tipi e pesi dei vari articoli da trattare ed in relazione al risultato finale che si vuole ottenere.

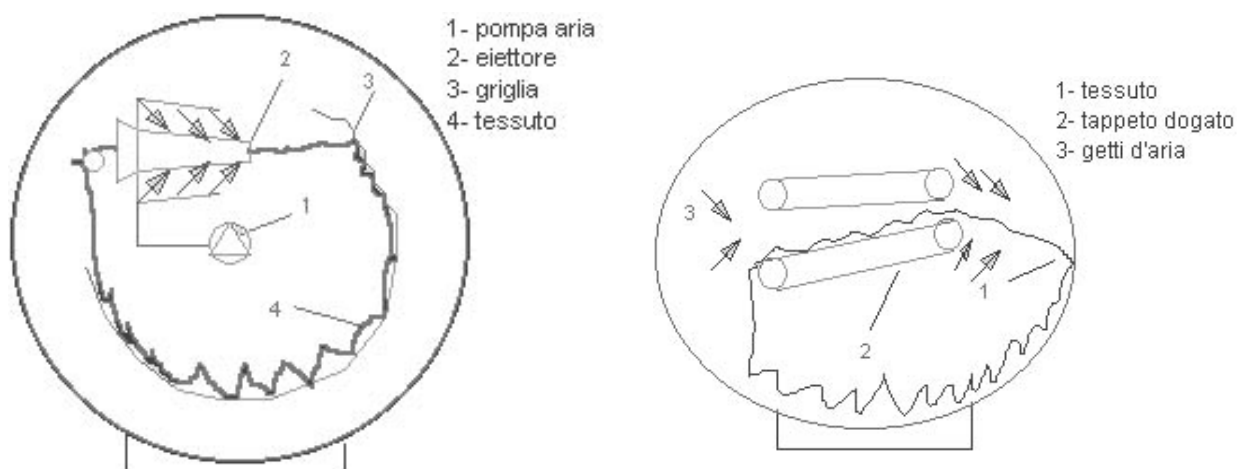


Fig. 180 Schemi di macchine per ammorbidente dei tessuti

Di seguito è riportato il disegno di una macchina di utilizzo industriale.

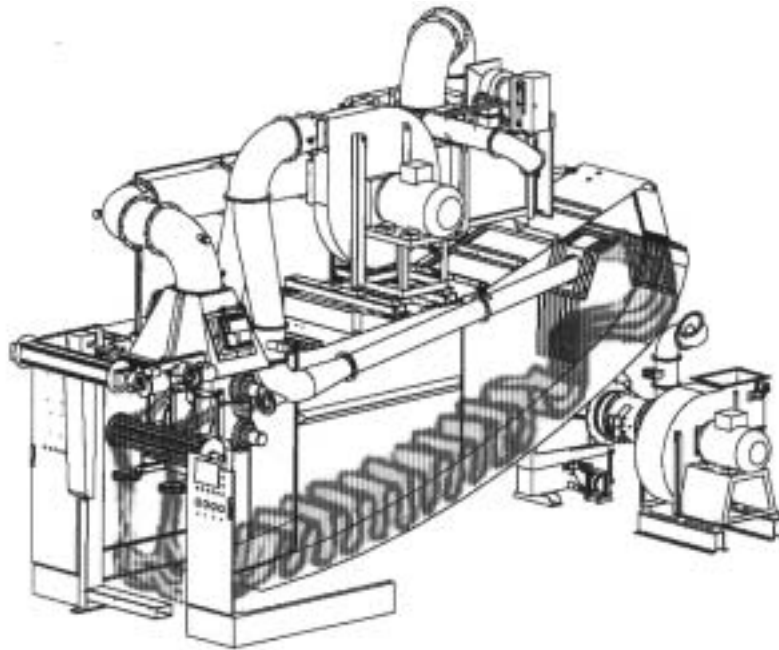


Fig. 181 Schema di macchina per ammorbidire i tessuti

La macchina dunque è governata unicamente da principi fisico-meccanici attraverso i quali i seguenti elementi svolgono ruoli essenziali:

l'aria quale elemento propulsore e di trascinamento del tessuto;
le sollecitazioni meccaniche all'interno dei tubi Venturi e quelle di impatto contro la griglia;
eventualmente l'apporto calorico.

È interessante notare che l'acqua non è indispensabile al processo se non come mezzo di dissoluzione di additivi chimici biodegradabili (quando utilizzati).

La combinazione di questi elementi, con capacità inquinante vicina allo zero, sottopone le singole fibre che compongono il tessuto a modificazioni strutturali.

Esse si traducono in alterazioni di superficie più o meno accentuate tali da stravolgere il look e le proprietà organolettiche dei tessuti.

La complessità dell'azione di finissaggio inizia all'interno del tubo Venturi in cui la corda del tessuto subisce contemporaneamente sia un'azione di compressione, sia una serie successiva di impulsi vibratorii che tendono a "scombinare" ed a compattare le strutture tessili facendo loro assumere proprietà completamente diverse.

La spinta unidirezionale si trasforma in urto frenante contro la griglia sulla quale il tessuto impatta all'uscita dal tubo Venturi subendo modifiche aggiuntive che arricchiscono ulteriormente gli effetti di superficie e strutturali.

Questo semplice trattamento fisico-meccanico condotto alle temperature programmate dal finitore, è sufficiente a creare effetti straordinari in quanto influenza sia la morfologia delle fibre sia l'intreccio del tessuto.

Le modificazioni indotte dal trattamento sono molteplici perché interessano non solo proprietà di mano tintoriali e di aspetto, ma anche originali nuove proprietà evidenziate da particolari effetti di rifrazione e diffrazione della luce sulla superficie del tessuto.

Le funzioni della macchina sono esaltate dall'applicazione sul lino, fibra nobile difficile e delicata, senza l'ausilio di prodotti chimici per realizzare effetti a più valenza stilistica di gran valore commerciale.

D'altra parte la combinazione di un prodotto chimico o di un bagno di enzimi con il trattamento meccanico determina oltre che sul lino anche su fibre commercialmente molto usate attualmente, quali il Tencel e le polinosiche, una mano cadente, drappeggiante, piena e scattante allo stesso tempo. Tutto questo grazie alla spinta dell'aria ed al susseguente impatto con la griglia, o anche grazie alla pressione dei cilindri sulla corda di tessuto.

Comparando questo trattamento su Tencel con uno simile ma realizzato su una macchina da tintura, si constata che con queste macchine si ottiene, contemporaneamente agli effetti estetici sopra esposti, anche una uniforme pulizia della superficie del tessuto, che rimane del tutto priva di pilling.

I migliori risultati per quanto riguarda la morbidezza si ottengono abbinando ai succitati processi fisico-meccanici l'applicazione di un adatto ammorbidente chimico.

Generalmente si tratta di prodotti a carattere igroscopico o lubrificante, che consentono un più facile scorrimento dei fili nelle sedi dell'intreccio, e quindi permettono di deformare o piegare più facilmente il tessuto.

Nella maggior parte dei casi l'effetto è limitato nel tempo, poiché tali prodotti vengono eliminati in fase di lavaggio, per cui devono essere applicati come ultima operazione sul tessuto.

I prodotti più comunemente impiegati sono i seguenti:

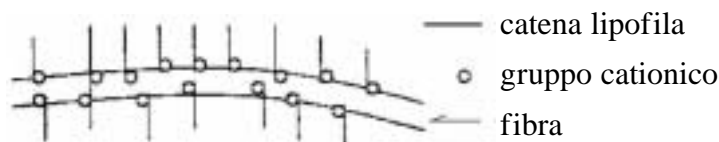
Prodotti non ionici: sono eteri ed esteri poliglicolici, prodotti ossietilati, paraffine e grassi. Questi ammorbidenti sono in genere meno efficaci rispetto agli anionici e cationici, ma sono insensibili ad acque dure, ambiente acido o basico e presenza di cationi o anioni, quindi d'impiego generale.

Prodotti a carattere anionico: solforicinati, tensioattivi anionici prodotti di condensazione d'acidi grassi. Hanno buone caratteristiche come ammorbidenti a carattere lubrificante e forniscono mano piena; non sono stabili alle acque dure ed in ambiente acido. Non devono provocare ingiallimenti alle temperature di condensazione.

Tensioattivi cationici: generalmente sono sali d'ammonio quaternario, ammino-esteri e amminoammidi; sono adatti per tutte le fibre, e possono essere applicati anche con metodi ad esaurimento in ambiente acido (pH 4-5).

Sono i migliori ammorbidenti, e vengono chiamati anche vellutanti molecolari perché si legano con il gruppo cationico alla superficie della fibra generalmente con potenziale elettrico negativo. Possono dare

problemi in presenza di grossi anioni, possono provocare viraggi di tono, o riduzione delle solidità alla luce su coloranti diretti e reattivi, e sono altamente inquinanti se scaricati nelle acque (battericidi).



Prodotti a base siliconica: si tratta in genere di derivati dei polisilossani a basso P.M.. Questi prodotti sono insolubili in acqua, perciò devono essere applicati sui tessuti sciolti in solventi organici o sotto forma di dispersioni ed hanno una discreta solidità ai lavaggi. Formano una

pellicola superficiale a carattere lubrificante e moderatamente idrorepellente, conferendo ai tessuti mano vellutata e serica (velluti e tessuti per arredamento, tessuti smerigliati).

Ammorbidenti reattivi: derivati da prodotti N-metilolici d'ammidi grasse superiori o d'uree sostituite con acidi grassi. I prodotti devono essere reticolati e forniscono effetto morbido permanente unitamente ad effetto idrorepellente.

Anche se, come accennato, alcuni prodotti possono essere applicati ad esaurimento (sempre se si tratta di filato), generalmente su tessuto si preferisce il metodo continuo con un'impregnazione a foulard, seguita da un asciugamento in rameuse. Si deve trattare normalmente dell'ultima delle operazioni; per questo contemporaneamente si effettua la spianatura del tessuto, lo si porta in altezza, si effettua il rientro in senso ordito e si raddrizzano le trame. Va ricordato che gli ammorbidenti possono ridurre le solidità allo sfregamento su fibre sintetiche tinte con coloranti dispersi, poiché lo strato superficiale a carattere grasso tende a portare in superficie i coloranti dopo trattamenti a caldo.

Finitura ingualcibile (antipiega)

Si riuniscono nello stesso capitolo vari tipi di finitura, per il fatto che essi applicano principi e prodotti simili. Essi sono da annoverare tra i più grandi successi raggiunti nella finitura, in quanto conferiscono veramente ai tessuti nuove proprietà fisico/chimiche. Lo scopo da raggiungere, quale si prospettò per la prima volta, al ricercatore era di ottenere tessuti di rayon ingualcibili; successivamente si estese il nuovo tipo di finitura al cotone (e al lino). I procedimenti più recenti consentono di ottenere tessuti che non solo non sgualciscono durante l'uso, ma che conservano la piega là dove è desiderata. Ciò si ottiene specialmente trattando tessuti misti cotone - fibre sintetiche (Permanent-Press).

Le sostanze ausiliarie impiegate sono le cosiddette resine sintetiche termoindurenti o, per essere più precisi, i loro monomeri o i loro precondensati. Le resine che reagiscono con la cellulosa sono denominate "reattanti".

Una certa resistenza alla piega può essere ottenuta mediante l'inserimento nelle fibre di composti inorganici complessi del boro come ad esempio il silicato di bario e di zinco. Attualmente, comunque, si ricorre esclusivamente alla applicazione di resine sintetiche termoindurenti. Il principio su cui si basa tale finissaggio consiste nell'impregnare le fibre con composti di resine a basso peso molecolare e di provocare successivamente, sempre all'interno delle fibre, la formazione della resina vera e propria.

Ultimamente sono stati messi a punto dei nuovi processi per modificare chimicamente la cellulosa con l'obiettivo di migliorare l'angolo di ripresa specialmente ad umido.

Per comprendere meglio quanto succede nel corso della realizzazione di un finissaggio antipiega, è opportuno illustrare la meccanica e le ragioni per cui le fibre di cellulosa tendono a sgualcirsi.

Le fibre di cellulosa sono costituite da catene molecolari formate da centinaia fino ad alcune migliaia di unità di glucosio.



Fig. 182 Catene di poliglucosio non reticolate



Fig. 183 Catene di poliglucosio reticolate con "Cellulose-Reactants"

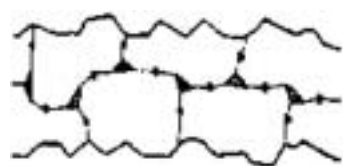


Fig. 184 Catene di poliglucosio reticolate con resine termoindurenti

Le catene molecolari della cellulosa sono costituite in parte da zone cristalline rigidamente orientate e strettamente compatte, in parte da strati amorfi, non compatti ed orientati a caso; la reciproca coesione è data da piccole forze di covalenza o legami elettrostatici.

Sottoponendo le catene molecolari ad uno stiro, interviene un allungamento dovuto alla rottura dei legami deboli e ad un successivo scorrimento delle singole catene, fenomeno d'altra parte irreversibile se interviene la formazione stabile di nuove posizioni delle catene molecolari e quindi delle fibre cellulosiche stesse.

Immaginando ora di trasferire la forza di stiro e quindi l'allungamento all'incurvatura esterna di un punto della fibra sottoposto a piegatura, per l'irreversibilità del fenomeno, l'angolo di curvatura rimane in posizione stabile cioè, in definitiva, si forma una piega nel tessuto.

A tali fenomeni di deformazione, come l'allungamento, la piegatura, la sgualcitura sono soggette soprattutto le fibre (cellulosiche) ricche di zone amorfie e con macromolecole che tendono a formare legami nelle nuove posizioni in cui sono costrette dalle tensioni meccaniche.

Al contrario saranno poco sgualcibili le fibre (lana) le cui macromolecole sono uniti da legami forti (ponti cistinici o

legami salini), le fibre con elevato ordine intramolecolare ed elevata cristallinità (sintetiche). È quindi evidente e dimostrata la relazione tra cristallinità, presenza di legami deboli o forti tra le catene e l'ingualcibilità delle fibre. Infatti mentre le zone amorfie garantiscono la possibilità di scorrimento delle catene macromolecolari, la presenza di legami deboli (ponti di idrogeno) permette la stabilizzazione delle macromolecole nelle nuove posizioni e quindi la formazione di una piega stabile. L'ipotesi sopra accennata autorizza a supporre che la sostituzione dei legami deboli (elettrostatici) con altri legami forti (covalenti), in grado di ridurre lo spostamento delle catene e di richiamarle nella posizione iniziale al cessare della causa, o l'introduzione negli spazi intermolecolari della cellulosa di sostanze capaci di bloccare lo spazio di scorrimento, comportino un miglioramento della resistenza alla piega. Questa condizione viene appunto in parte soddisfatta dai cosiddetti "amminoplasti", così come dai composti capaci di reagire con la cellulosa (Cellulose-Reactants) i quali hanno la proprietà di formare grandi molecole di resine o rispettivamente ponti trasversali tra le singole catene molecolari cellulosiche.

S'impregnano i tessuti, prima di passare all'asciugamento, con degli amminoplasti precondensati a basso peso molecolare o con soluzioni di "Cellulose-Reactants". Prima degli anni '90, queste consistevano in N,N -1,3dimetilol-4,5-diidrossietilenurea (DMDHEU) utilizzata in combinazione con il cloruro di magnesio come catalizzatore acido, per promuovere la formazione di legami incrociati tra le molecole della catena cellulosica.

L'instaurazione di tali legami all'interno delle regioni accessibili della fibra (cioè quelle amorfie), consentiva di rendere la stessa più resistente alla deformazione e di migliorarne la capacità di recupero elastico; purtroppo la chimica dei derivati N-idrossimetilici (N-metilolici) presenta un grave inconveniente a causa della reazione: $\text{H}_2\text{NCONH}_2 + \text{HCHO}$, che genera formaldeide libera.

Infatti, durante il successivo trattamento a caldo, teso a favorire la formazione della resina, può accadere che un legame con un idrossile dell'anello cellulosico si instauri su base singola

lasciando non reagito un gruppo N-idrossimetilico, che è in grado, a seguito di idrolisi, di liberare formaldeide soprattutto a temperature elevate.

Un secondo inconveniente derivante dall'uso di queste resine consiste nell'assorbimento di cloro durante i lavaggi del tessile che provoca di conseguenza un ingiallimento del capo.

Ciò non determina un danno immediato, ma quando il materiale è sottoposto all'azione del calore (stiro, calandratura, vaporizzazione), una grave perdita di resistenza meccanica.

Schema e caratteristiche di vari tipi di resine Dimetilol-urea

Dimetilol-urea (DMU)	Dimetilol- etilen-urea DMEU	Dimetilol-diidrossi -etilen-urea DM(OH) ₂ EU	Dimetilol-diidrossi- etileneurea eterificata DM(OR) ₂ EU	Dimetil-diidrossi- etileneurea Dimetil(OR) ₂ EU
Non reattive	Buona reattività	Buona reattività	Media reattività	Media/bassa reattività
Facilmente idrolizzabili	Stabili ai lavaggi	Stabili ai lavaggi	Molto stabili ai lavaggi	Sensibili all'idrolisi
Elevata clororitenzione	Moderata clororitenzione	Moderata clororitenzione	Bassa clororitenzione	Nessuna clororitenzione
Facilmente condensabili a secco	Reticolabili a secco e umido	Reticolabili a secco a umido e bagnato	Reticolabili a secco e umido	Applicabili solo per condensazione a secco
Limitata stabilità dei bagni di trattamento	Influenza negativa sulla solidità alla luce	Nessuna influenza sulla solidità alla luce	Bassa influenza sulla mano	Tendenza all'ingiallimento del bianco
Alto contenuto in formaldeide	Elevato contenuto in formaldeide	Medio contenuto in formaldeide	Basso contenuto in formaldeide	Zero contenuto in formaldeide

Procedimenti di applicazione

Per attuare il finissaggio è oggi disponibile un gran numero di procedimenti i quali consentono di conferire ottimali proprietà ai più svariati tessuti. Il trattamento "wash and wear" (lava e indossa) si distingue in quanto i tessuti in questo caso non solo perdono le pieghe che possono essersi formate sul tessuto asciutto (ciò durante l'uso), ma anche quelle che si formano su bagnato, durante il lavaggio sia manuale che nelle lavatrici. Il trattamento per ottenere la ripresa delle pieghe sia a secco che al bagnato è un poco più complicato del trattamento di ingualcibilità.

La reticolazione può essere effettuata in tre modi:

- 1. a secco:** con questo metodo si ottengono elevati angoli di ripresa delle pieghe a secco e solo discreti ad umido; eccellente risulta la stabilità dimensionale e di forma. La perdita di resistenza allo strappo ed all'abrasione sono proporzionali agli angoli di piegatura a secco, quindi generalmente elevati;
- 2. ad umido:** gli angoli di ripresa ad umido sono generalmente elevati (proporzionali all'umidità residua), buoni quelli a secco. Buona risulta la stabilità dimensionale, e l'effetto no-iron (senza la necessità di stiratura dopo il lavaggio). Modeste le perdite di resistenza a strappo ed abrasione;
- 3. su bagnato:** si ottengono elevati angoli di ripresa ad umido, ma solo modesti a secco. Buono l'effetto no-iron e la stabilità dimensionale, con perdite di resistenza a strappo ed abrasione molto basse.

1 - Metodo a secco

Classico: si effettua l'impregnazione del tessuto a foulard (regolando la quantità di appretto mediante la concentrazione del bagno ed il rapporto di spremitura), si asciuga a 100-120°C in rameuse, indi si effettua la reticolazione sempre in rameuse, nelle condizioni di T richieste dal tipo di reticolante usato (in genere 4-5 minuti a 150-160°). Alla fine sarebbe opportuno effettuare un lavaggio ed avvivaggio (vedi STK). Si utilizzano sia prodotti autoreticolanti, sia reattivi; come catalizzatori si impiegano sali ammoniacali o catalizzatori complessi. Per la sua semplicità e rapidità è uno dei metodi più economici. **STK:** in questo metodo asciugamento e condensazione sono contemporanei, ed avvengono in un unico passaggio in rameuse a T elevate (140° in entrata, 180° in uscita). Il tempo di permanenza in rameuse è legato ai prodotti e catalizzatori utilizzati, alla T, alla merce da trattare. È un metodo molto economico, ma comporta numerosi rischi, sia per i risultati del trattamento (dovuti alla variazione di umidità nel tessuto), sia per i pericoli di deterioramento della merce in caso di bloccaggio della rameuse, per l'elevata temperatura d'esercizio. Per i motivi sopra esposti il metodo è utilizzato soprattutto per articoli di viscosa. Attualmente richiede un lavaggio successivo se si vuole rientrare nei limiti più restrittivi delle normative sulla formaldeide libera ed eventuali metalli presenti nei catalizzatori.

Doppio trattamento: si effettua un'impregnazione con ammorbidente, seguita da asciugamento a 100-130°. Si opera come per il metodo STK. L'applicazione di ammorbidenti in una fase precedente al prodotto reticolante o reattivo consente ottimi livelli di ingualcibilità e limitate perdite di resistenza a strappo ed abrasione. **Permanent-Press:** in questo metodo la reticolazione viene effettuata dal confezionista, e serve, oltre che all'ingualcibilità e alla stabilità dimensionale, a mantenere il capo di vestiario confezionato nella forma voluta. Si possono usare due metodologie di lavoro:

Post-cure: si impregna ed asciuga la merce con soluzione di reticolanti poco reattivi ed opportuni catalizzatori (forti). Si asciuga a bassa temperatura e si manda il tessuto al confezionista per il taglio e la confezione; si effettua quindi la pressatura a caldo per dare la forma al capo confezionato e contemporaneamente ottenere la reticolazione fissando la forma. (il metodo è attualmente poco utilizzato per il problema della formaldeide liberata nel magazzinaggio e sui tessuti non lavati).

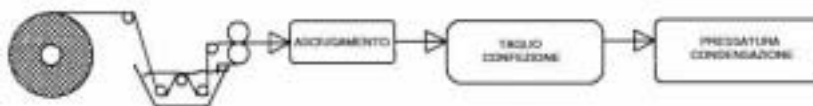


Fig. 185 Procedimento di reticolazione a secco permanent-press con metodologia post-cure

Post-cure per misti: su tessuti contenenti almeno il 55% di fibre sintetiche, si effettua l'impregnazione, l'asciugamento la condensazione ed il lavaggio per dare stabilità ed ingualcibilità alle fibre cellulosiche ed eliminare la formaldeide libera sui tessuti. Dopo il taglio e la confezione, la pressatura ad elevata temperatura conferirà stabilità alla forma del capo di vestiario, sfruttando

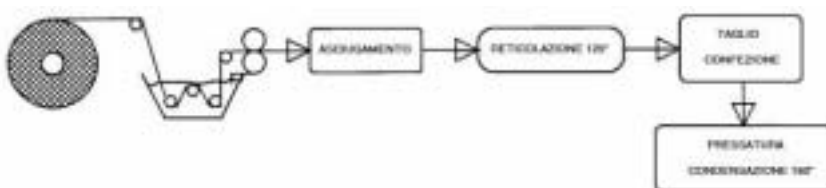


Fig. 186 Procedimento di reticolazione a secco permanent-press con metodologia post-cure per misti

la termoplasticità delle fibre sintetiche. Lo stesso metodo può essere usato su tessuti di sole fibre cellulosiche, utilizzando per l'impregnazione una miscela di due reticolanti a reattività ben differenziata (vedi figura). Si effettuerà una prima reticolazione sul tessuto a bassa temperatura (120-140°), mentre durante la pressatura ad alta temperatura (160-180°) si avrà la condensazione del reticolante meno reattivo per fissare la forma del capo. Per la formaldeide vedi metodo post-cure.

2 - Metodo ad umido

Si impregna il tessuto a foulard con la soluzione di reticolante e catalizzatore, si asciuga fino ad un'umidità residua dei 6-8% per cotone, e del 10- 15% per fiocco. Si avvolge il tessuto su un rullo, si copre con foglio di polietilene e si lascia riposare per 16-24 ore a temperatura ambiente. Per questo metodo servono catalizzatori forti e la loro quantità dipende dall'umidità residua. Da quest'ultima dipende l'effetto finale: se è bassa i risultati sono paragonabili a quelli del metodo a secco, se è alta sono simili alla reticolazione su bagnato. La mano generalmente è morbida. Alla fine si lava, si neutralizza l'acidità e si avviva.

Chiaramente il metodo non consente lavorazioni continue, per cui è meno usato della reticolazione a secco e permette di ottenere risultati molto buoni per trattamenti lava indossa, con basse perdite di resistenza.

3 - Metodo su bagnato

Può essere effettuato in ambiente acido od alcalino (quest'ultimo utilizzato raramente perché consente effetti antipiega mediocri, anche se con bassissime perdite di resistenza a strappo ed abrasione). Il metodo è simile al precedente, con esclusione della fase di asciugamento, ed il tessuto avvolto, arrotolato e coperto con polietilene, viene mantenuto in rotazione durante la sosta di 16-24 ore. Nei trattamenti di finissaggio variano notevolmente le percentuali di bagno assorbito dai tessuti in funzione delle fibre trattate: Cotone: R.S. 100%, Polinosiche: R.S. 120%, Fiocco: R.S. 200%.

Trattamenti antifiamma

Con il termine "infiammabilità" si considera la facilità di ignizione e la velocità di combustione dei tessuti. L'infiammabilità di un tessuto costituisce un pericolo nelle ordinarie condizioni di

<i>Indice L.O.I. delle principali fibre tessili</i>	
<i>Fibra tessile</i>	<i>L.O.I. (%)</i>
Lana	25
Cotone	18
Viscosa	20
Acetato	18
Triacetato	18
Clorofibra	48
Acrilica	18 - 20
Modacrilica	22 - 28
Poliestere	20
Poliammide	20

utilizzo, soprattutto per quanto riguarda tendaggi, rivestimenti ed abiti.

Il comportamento delle fibre tessili alla fiamma è legato all'indice L.O.I. (limit oxygen index), che misura la quantità minima di ossigeno necessaria ad una fibra per bruciare. Partendo dalla considerazione che la percentuale di ossigeno nell'aria è di circa il 21%, è evidente che tutte le fibre che hanno un L.O.I. inferiore a tale valore bruceranno facilmente, mentre quelle che presentano un valore superiore al 21% avranno una tendenza a non bruciare. Dalla tabella risultano molto infiammabili il poliestere, la poliammide

(entrambe però fondono formando masse viscosi) e le fibre cellulosiche. Queste ultime, soprattutto nei tessuti meno compatti e cioè più a contatto con l'ossigeno dell'aria, bruciano rapidamente se riscaldate a temperatura di circa 350 °C, alla quale si decompongono in prodotti volatili facilmente infiammabili e in residuo carbonioso.

Meccanismo della combustione e processi di finitura antifiamma

La cellulosa esposta alle alte temperature si decompone in composti che sono infiammabili. La combustione di tali prodotti genera ulteriormente calore facendo proseguire la degradazione e decomposizione della cellulosa stessa fino a completa disintegrazione.

La combustione della cellulosa avviene secondo i seguenti stadi:

- 1) *Pirolisi*: l'azione di una sorgente di energia termica esterna causa la decomposizione eterogenea della cellulosa in prodotti gassosi liquidi, catramosi e solidi. La temperatura alla quale inizia la rapida pirolisi si aggira sul 300°C.
- 2) *Combustione dei gas prodotti*: verso i 350°C i vapori infiammabili prodotti nello stadio precedente si accendono e danno luogo ad una reazione di ossidazione fortemente esotermica la quale produce la volatilizzazione, l'ulteriore pirolisi e la combustione delle sostanze liquide e catramose formatesi precedentemente. Da questo momento la combustione continua spontanea, con forte sviluppo di calore, fino a completa esaurimento del materiale cellulosico.
- 3) *Postcombustione*: quando anche i liquidi catramosi prodotti nel primo stadio della combustione sono stati pirolizzati e combusti, resta un residuo carbonioso, il quale subisce una lenta ossidazione (pure esotermica) e continua a rimanere incandescente finché si è totalmente consumato.

Riepilogando, un tessuto in combustione presenta le seguenti zone:

- a) zona nella quale è cessato ogni fenomeno luminoso di ossidazione e nella quale sono rimasti i residui della combustione (ceneri);
- b) zona carboniosa incandescente, ma priva di fiamma;
- c) zona di combustione viva, con fiamma nella quale avvengono le reazioni di ossidazione violenta dei gas prodotti;
- d) zona nella quale si distingue un inizio di carbonizzazione dove sono in corso le reazioni di pirolisi della cellulosa;
- e) zona del tessuto intatto.

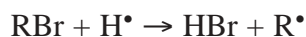
Teoria dei sistemi ignifuganti

L'azione dei prodotti ignifuganti sulla fibra cellulosica può esplicarsi nei seguenti modi:

- 1) *Mediante formazione di gas non combustibili* come conseguenza dell'azione del calore sul prodotto ignifugante aggiunto. Questi gas agiscono sia diminuendo la concentrazione dei prodotti volatili combustibili, sia diminuendo la concentrazione dell'ossigeno necessario al proseguimento della combustione. In ordine decrescente di efficacia agiscono i seguenti gas: NH_3 , HI, HBr, SO_2 , CO_2 , H_2O e N_2 . A questo scopo vengono impiegati: a) sali di ammonio e composti organici azotati di tipo amminico; b) composti alogenati organici; c) sali contenenti forti quantità di acqua di cristallizzazione.
- 2) *Azione catalitica sulla disidratazione della cellulosa* in modo da ottenere, a temperature inferiori a quelle di ignizione, un residuo carbonioso e ridurre la formazione di gas combustibili. Tale disidratazione è catalizzata dagli acidi.
- 3) *Prodotti che impediscono la formazione di anidroglucopiranosio*. Poiché è noto che la pirolisi della cellulosa passa attraverso la formazione di levoglucosano, è sufficiente bloccare gli ossidrili in posizione 6 nella molecola del glucosio per ottenere una notevole diminuzione nello sviluppo di prodotti di pirolisi infiammabili. Questo obiettivo è raggiunto sostituendo la funzione alcolica con il gruppo $-\text{O}-\text{SO}_2-\text{CH}_3$, con bromo o facendo reagire l'ossidrile con composti azotati.
- 4) *Azione catalitica dei derivati del fosforo* (esteri fosforici). Questi composti riducono o impediscono la postcombustione del residuo carbonioso. In presenza dei derivati del fosforo è favorita la reazione: $\text{C} + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + 26.4 \text{ Kcal}$, che è poco esotermica, rispetto alla reazione che porta alla CO_2 molto più esotermica (94 Kcal). Di conseguenza le temperature che si raggiungono in questo caso sono basse e non si ha il fenomeno della postincandescenza. A questo scopo vengono impiegati fosfati di ammonio, miscele di acido fosforico e ammine, composti organici contenenti fosforo e ammonio.
- 5) *Azione catalitica di inibizione dell'ossidazione dei gas combustibili*. L'ossidazione in fase vapore è un processo di radicali liberi, tra i quali i più importanti sono quelli di H^\bullet , OH^\bullet , ed O^\bullet . L'azione di soffocamento della fiamma è spesso attribuita alla capacità che le sostanze

aggiunte hanno di catturare questi radicali.

Ad esempio, i composti del bromo agiscono secondo questo schema:



Se il radicale R^\bullet formatosi è meno attivo del radicale H^\bullet il risultato è un'inibizione dell'ossidazione. In generale la rimozione dei radicali H^\bullet , OH^\bullet e simili, da parte di altri radicali meno attivi soffoca la fiamma.

In modo analogo agiscono gli alogenuri di antimonio che sono composti assai efficaci nella cattura di radicali liberi.

Principali prodotti impiegati nel finissaggio antifiamma delle fibre cellulosiche

Prodotti Inorganici solubili: sono molto usati i sali di ammonio, quali il cloruro, il bromuro ed il fosfato, applicati in concentrazione del 10-20%. Anche il borace, applicato in percentuale 6-10% in miscela con l'acido borico (rapporto 7:3), conferisce una buona proprietà antifiamma.

Prodotti organici solubili: sono impiegati il sulfammato d'ammonio, i fosfati alchilammonici, la diciandiammide, la tiourea. ecc.

Trattamenti resistenti all'acqua: resistono, seppure in misura relativa, anche al lavaggio domestico ed al lavaggio a secco. Tra questi ricordiamo il *trattamento Perkin*: consiste nella deposizione di idrossido di stagno. Si foularda il tessuto cellulosico con stannato sodico, si asciuga, si tratta con solfato ammonico e si asciuga di nuovo.

Trattamento a base di acido fosforico e composti azotati: l'acido fosforico, legato all'ossidrile OH della cellulosa, ha una buona azione antifiamma, però porta ad una notevole diminuzione della resistenza meccanica della cellulosa stessa. Per ridurre i danni della degradazione e migliorare l'effetto antifiamma si sono aggiunte basi quali: urea, guanidina, melammina, diciandiammide e resine azotate quali urea-formaldeide, melammina-formaldeide (queste ultime aumentano anche la stabilità al lavaggio del prodotto). Un ulteriore miglioramento lo si è ottenuto impiegando i prodotti di condensazione dell'acido fosforico con le sopracitate ammine.

Tra i vari procedimenti proposti, il Bancroft porta ad un certo grado di permanenza dall'effetto ignifugante. Consiste nel trattare il tessuto cellulosico con soluzioni acquose del precondensato acido fosforico-urea. L'applicazione si effettua per foulardaggio. Segue un essiccamento ed un trattamento termico. Quest'ultimo, che si opera a temperature variabili tra 140 e 160°C, perfeziona la condensazione tra acido fosforico ed urea e inoltre ha il compito di fissare il condensato sulla fibra come estere fosforico azotato della cellulosa. Il tessuto viene in seguito lavato a fondo ed essiccato. Questo prodotto ignifugante, poco solido al lavaggio domestico, provoca una seria diminuzione della resistenza del tessile, ed a volte un viraggio di tinta.

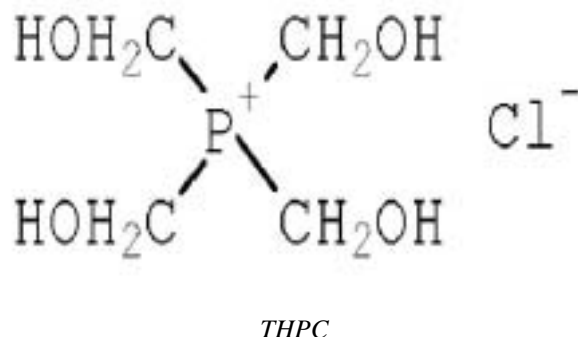
La mano del tessuto trattato è buona.

Prodotti permanenti a base di sali o ossidi metallici: derivano dall'unione di ossidi metallici a sostanze organiche termicamente instabili con un elevato contenuto in cloro (40-75%).

Gli ossidi metallici possono essere quelli di antimonio, arsenico, piombo, zinco e stagno, mentre le sostanze organiche possono essere i polimeri del cloruro di vinile, cloruro di vinildiene, cloroparaffine e l'effetto risulta durevole. Questo trattamento trova estesa applicazione negli USA

sotto il nome di "Finitura F.W.W.M.R." (cioè resistente alla fiamma, all'acqua, agli agenti atmosferici e alla muffa). Il triossido di antimonio (Sb_2O_3) ha scarso potere ignifugante, al contrario dell'ossicloruro e del tricloruro, i quali però per idrolisi su tessuti cellulosici liberano acido cloridrico che attacca le fibre.

Prodotti a base di fosforo: in questa famiglia di composti, particolare rilievo ricopre il tetrakis idrossimetilol fosfonio (THPC). Mancando di elementi in grado di sviluppare gas incombustibili, non trova applicazione da solo, ma con altri prodotti ignifuganti contenenti azoto o alogeni (ad esempio con l'APO, derivato azidirinnico) oppure a composti azotati quali la trimetilolmelammina o resine ureiche con le quali copolimerizza.



Un procedimento che trova un'importante applicazione è il Processo Proban. Esso sfrutta la copolimerizzazione tra il THPC e la metilolmelammina, per formare una resina contenente fosforo e azoto, di ottimo potere ignifugante. I due prodotti vengono portati in soluzione nel medesimo bagno, con aggiunta di trietanolammine come agente stabilizzante e di urea come agente tampone. L'effetto è permanente sia al lavaggio domestico che al lavaggio industriale, purché non sia troppo alcalino. La difficoltà maggiore nell'applicazione di questo trattamento consiste nella policondensazione finale che richiede un'apparecchiatura ben ventilata e tempi di trattamento perfettamente controllati, altrimenti si rischia di compromettere gravemente la resistenza meccanica del tessuto.

Processo THPC-urea, oppure melammina, diciandiammide o guanidina. Il tessuto viene impregnato con THPC e una delle suddette sostanze azotate, quindi sottoposto ad un trattamento termico. Viene asciugato, trattato con ammoniaca, sciacquato e di nuovo asciugato. L'effetto ottenuto è buono e resistente al lavaggio.

Trattamenti idrofobo, oleofobo, impermeabilizzante

L'impermeabilizzazione è il trattamento che rende "non permeabili" i tessuti sia all'aria che all'acqua. Esso consiste nell'applicazione di sostanze capaci di formare sul tessuto una pellicola continua eliminando gli interstizi tra fibra e fibra e tra filo e filo.

L'idrofobizzazione impartisce invece alla fibra la non bagnabilità, pur conservando al tessuto la permeabilità all'aria e al vapor d'acqua. Essa, anziché otturare i pori del tessuto deprime l'effetto di capillarità ricoprendo il materiale tessile di sostanze a bassa tensione superficiale.

L'antimacchia è il trattamento che rende il tessuto idrofobo (affinché non sia penetrato dai liquidi acquosi) ed oleofobo (per limitare o sopprimere la penetrazione delle sostanze grasse).

Bagnamento del tessile

Cerchiamo ora di capire perché una superficie tessile si bagna. L'idrofilia delle fibre è una caratteristica che facilita fortemente le operazioni di nobilitazione, in particolar modo la tintura. Tuttavia tale idrofilia può risultare un inconveniente rispetto ad alcuni fenomeni, come lo sporco dovuto a sostanze idro od oleosolubili, e rispetto alla necessità di proteggere la persona durante le attività lavorative o

le intemperie. Si pone quindi il problema di migliorare, mediante la conoscenza di questi fenomeni, idrorepellenza e oleorepellenza di materiali, soprattutto se destinati ad uso speciale (tute da lavoro).

Dal momento che risulta impossibile modificare la struttura chimica di base delle fibre e pure eliminare la porosità caratteristica dei manufatti tessili, diventa indispensabile agire sulla loro superficie e modificare chimicamente solo questa.

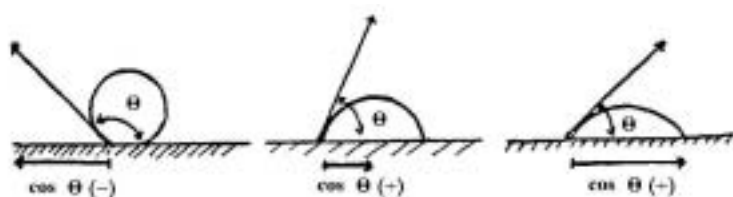
Il bagnamento di un tessile produce un sistema trifase (solido, liquido bagnante, aria), generando contemporaneamente tensioni superficiali ed interfacciali.

Immaginiamo una goccia di liquido depositata su una superficie solida: le forze di attrazione tra le molecole della stessa sono tali che questa goccia tende a mantenere la forma sferica.

Tuttavia se le forze di attrazione che si sprigionano dalla superficie solida a contatto del liquido sono grandi (cioè se l'energia di superficie del solido è grande), la tensione superficiale del liquido è insufficiente per mantenere la forma sferica: la goccia di conseguenza si allarga sulla superficie, prendendo la forma di una lente sempre più piatta, aderisce alla superficie e la bagna. Affinché la superficie di un solido non sia bagnata da un liquido occorre quindi che l'energia di superficie del solido sia inferiore (praticamente molto più piccola) della tensione superficiale del liquido.

L'adesione di un liquido ad un solido è quindi dovuta alle forze di attrazione che emanano dalle molecole della superficie del liquido e del solido (tensione interfacciale) ed è indipendente dagli strati di molecole sottogiacenti.

La bagnatura viene valutata misurando l'angolo di contatto formato dalla intersezione della superficie del solido e la tangente all'arco della goccia. Questo angolo viene indicato con il simbolo θ (teta).



Per cui:

se la superficie è bagnabile avremo $\theta < 90^\circ$ e $0 < \cos \theta < 1$;

se la superficie è poco bagnabile avremo $\theta > 90^\circ$ e $-1 < \cos \theta < 0$.

Poiché la tendenza del liquido a bagnare il solido aumenta quando l'angolo di contatto decresce, $\cos \theta$ diventa una misura diretta della bagnabilità.

Bagnabilità e penetrazione di un liquido attraverso un tessuto

Oltre ai concetti precedentemente esposti bisogna tenere presente che la superficie reale del tessuto è rugosa e dunque più grande della superficiale apparente. Il valore di $\cos \theta$ (che esprime la bagnabilità) dovrà quindi essere moltiplicato per il fattore di rugosità r (con $r > 1$), per cui la tendenza del tessuto a lasciarsi bagnare diverrà proporzionale a $r \cos \theta$.

Questa relazione mostra che se allo stato liscio la superficie è bagnabile, la rugosità ne aumenta la bagnabilità, ma se allo stato liscio essa è poco bagnabile, rugosa lo è ancora meno.

Anche diametro e distanza tra i fili del tessuto hanno importanza e dovranno essere considerati nelle applicazioni idrofughe e oleofughe. Su delle superfici perforate come quelle dei tessuti, i

liquidi formano degli angoli di contatto che crescono con il rapporto $r + (d / r)$ (relazione di Cassie e Baxter) dove:

r = diametro dei fili,

d = distanza che li separa.

Inoltre, il liquido messo a contatto di un solido poroso, quale il tessuto, tende a penetrarvi come in un capillare, fino ad una altezza (h) che dipende dalla tensione superficiale del liquido (γ_L), dalla sua densità (ρ), dal raggio (r) del capillare e dall'angolo di contatto (θ) liquido-solido:

$$h = K \gamma_L \cos \theta / r \rho$$

per cui, quando l'angolo di contatto è inferiore a 90° ($\cos \theta > 0$) ha luogo una diffusione per capillarità del liquido nel solido.

Quando la penetrazione è avvenuta, le forze della tensione superficiale del liquido non si oppongono più allo scorrimento del liquido, quindi si stabilisce un flusso permanente. In linea generale, un tessuto idrofobizzato resiste meglio alla bagnatura e alla penetrazione dell'acqua se i fili sono piccoli e la tessitura è fitta.

Isteresi dell'angolo di contatto

L'angolo di contatto (θ) diminuisce con il prolungarsi del contatto liquido-solido, per cui occorre distinguere: l'angolo advancing (formato da una goccia a contatto di una superficie asciutta) e l'angolo receding (formato su una superficie precedentemente a contatto del liquido).

La differenza tra questi due valori è l'isteresi dell'angolo di contatto. Più l'isteresi è elevata, minore sarà la tendenza del liquido a perlare (cioè scorrere sulla superficie del tessuto formando gocce separate), malgrado l'elevato angolo advancing. Ciò è importante ad esempio nel caso di materiali destinati ad essere esposti alla pioggia che, dopo un certo periodo, cessano di perlare. L'isteresi dell'angolo di contatto è più elevata nel caso di bagnatura da acqua che da liquidi organici. Un materiale dopo trattamento ignifugo deve presentare alti angoli receding (almeno $>90^\circ$).

I solidi porosi, quali i tessili, hanno nei riguardi dell'acqua un angolo receding che decresce molto rapidamente con il tempo di immersione. Ad esempio, il perlaggio sparisce e l'acqua forma un film continuo sulla superficie dei tessuti esposti per un certo tempo all'azione della pioggia.

La superiorità dei siliconi su altri agenti idrofughi è dovuta al lento decrescere dell'angolo receding più che ad un angolo di contatto iniziale elevato.

Nel caso di contatto superficie del tessuto/acqua, l'isteresi dell'angolo di contatto può avere diverse cause:

la formazione di uno strato idrato sulla superficie del solido, sia per assorbimento di acqua che di vapore d'acqua;

la solubilizzazione in acqua di una parte di sostanze idrofobe (o asportazione meccanica),

la rottura del film idrofobo e conseguente idratazione della fibra,

l'inversione dell'orientamento del film idrofobo, che a contatto dell'acqua dirigerebbe i gruppi polari verso la superficie.

Trattamenti e prodotti di idrofobizzazione

Per quanto detto in precedenza, per evitare il bagnamento della superficie di un materiale macromolecolare e poroso come una fibra, è necessario ricoprire tale superficie con un film formato da una sostanza avente tensione superficiale minore di quella del tessile.

In tal modo le gocce d'acqua si raccolgono sulla superficie, isolate le une dalle altre, con il cosiddetto effetto di perlaggio.

Un effetto idrofugo si ha anche utilizzando sostanze non filmogene che formano una "spazzola" di molecole corte. Limitando la formazione dello stato idrofobo alla superficie si mantengono inalterate le proprietà fondamentali di resistenza meccanica e flessibilità della fibra. Però, se si desidera ridurre al minimo anche il rigonfiamento, dovuto in massima alla presenza di zone amorfe, si possono riempire queste con resine macromolecolari.

I prodotti idrofughi, sia a bassa catena che polimeri dovranno avere necessariamente un carattere idrocarburico (con gruppi aventi tensione superficiale più bassa come $=CH_2$, $-CH_3$ o catene perfluorate), per essere in grado di abbassare la tensione superficiale della fibra fino a renderla non bagnabile dall'acqua.

Metodo a base di emulsioni in bagno unico

Adatto per tende da sole o campeggio ed ombrelli, non risulta solido ai lavaggi in acqua e in solventi. Le dimensioni delle particelle in emulsione devono essere comprese tra 0,1 e 2 micron, e possono essere stabilizzate, o no, mediante colloidali protettori (colla di pelle, eteri cellulosici, alcoli polivinilici). Si asciuga in rameuse a 80-100°C. Si ottengono buoni risultati su tessuti medio-leggeri in cotone, misti cotone-sintetiche e lana, con costi contenuti. L'effetto d'impermeabilizzazione non è però durevole.

Risultati migliori sia per l'idrorepellenza sia per la solidità ad uso e lavaggi si ottengono sostituendo i sali di Al con sali di Zr (dicarbonato di ammonio e zirconio, ossicloruro di zirconio ecc.), applicandoli su tessuti di cotone, miste cotone-sintetiche e lana, con procedimento simile al precedente. Buoni risultati si ottengono su cotone, miste e lana, impiegando emulsioni a base di cloruro di stearato cromatico con o senza colloidali, in presenza di esametilentetrammina, foulardando il tessuto, asciugando e polimerizzando a 130° per 3 minuti.

Metodi durevoli

Alle fibre cellulosiche è possibile legare catene idrofobe mediante reazione con gli ossidrili primari (eterificazione, esterificazione, ecc.); i valori di impermeabilizzazione raggiunti sono in genere modesti, anche se durevoli, poiché non portano ad una formazione di una pellicola superficiale.

I risultati migliorano notevolmente se questi prodotti vengono abbinati a resine, come vedremo. In genere si effettua l'impregnazione del tessuto con la dispersione dei prodotti, indi si asciuga e si tratta a 90-120°C.

Prodotti a base di resine legate ad acidi grassi

Solidi ai lavaggi in acqua a 60-90°, ma non in solventi. Adatti per impermeabili, divise ecc. Si possono utilizzare derivati della metilol-ureastearammide, eteri di alcoli superiori della dimetilolurea, ma più frequentemente derivati della melammina legata in vario modo a catene lipofile. Comunque formulati, questi prodotti possono essere applicati per foulardaggio in presenza di catalizzatori acidi (cloruro ammonico, nitrato ammonico, cloruro d'alluminio o ossicloruro di Zr), asciugati e policondensati a 140-150°C.

È importante, per tessuti in fibre sintetiche tinte con coloranti dispersi, asciugare a bassa temperatura dopo il foulardaggio; ciò evita la migrazione dei coloranti verso la superficie idrofoba, non pregiudicando la solidità allo sfregamento.

Prodotti a base siliconica

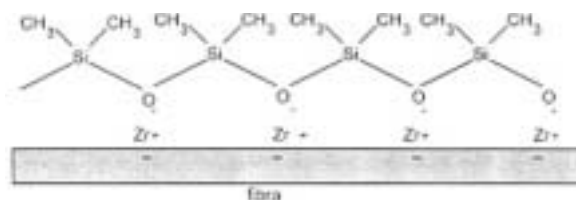
Solidi ai lavaggi in acqua a 60° e con solventi. Adatti per divise, impermeabili, abbigliamento sportivo. Questi prodotti sono molto impiegati perché consentono di ottenere ottimi gradi di impermeabilizzazione, con solidità buone (migliorabili se usati in combinazione con resine), accompagnate da una mano morbida molto gradevole (impiegati anche come ammorbidenti).

Si parte da silicio e cloruro di metile, oppure da tetracloruro di silicio con reattivo del Grignard, fatti poi reagire con acqua per liberare i silanoli.

I dimetilsilanoli così ottenuti possono policondensare in ambiente acido, formando i dimetilpolisilossani a catena lineare.

In genere dei precondensati a basso P.M. sono posti in commercio sotto forma di soluzione (in solventi organici tipo tetracloruro di carbonio o n-decano) o in emulsione acquosa, adatti a completare la condensazione sulle fibre a 140-160% o meglio in condizioni più blande, ma in tempi più lunghi (si evita l'idrolisi acida della cellulosa con perdita di tenacità) con l'aggiunta di adatti catalizzatori (ossicloruro di Zr e nitrato di Zn).

Sono adatti ad essere applicati su tutti i tipi di fibre, ed anche su tessuti smerigliati e su spalmati. L'effetto altamente idrorepellente e la mano morbida sono legati dall'orientamento verso l'esterno dei gruppi metilici indotto dagli ioni positivi di Zr legati alla fibra caricata negativamente:



Prodotti a base fluorurata

Solidi ai lavaggi in acqua ed in solventi. Adatti per divise, impermeabili, abbigliamento sportivo, tovaglie, protettivi (dopo lavaggio è necessario stirare per ripristinare l'effetto).

Si tratta di resine con legati idrocarburi con almeno gli ultimi quattro atomi di C perfluorurati.

Questi prodotti consentono di ottenere ottimi risultati di impermeabilizzazione con anche effetto oleorepellente (se le macchie non vengono pressate sul tessuto).

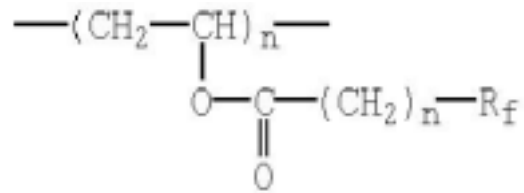
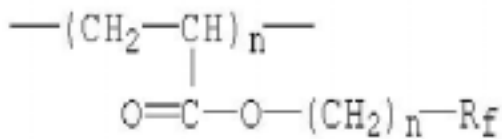
L'applicazione avviene per impregnazione a foulard, asciugatura a 100-120°C e successiva polimerizzazione a 140-150°C.

Trattamento antimacchia

Questo trattamento è abbinato all'idrofugazione o altri finissaggi, ed è adatto in particolare per sintetiche (oleofile) e miste sintetiche, anche se può essere effettuato su tutti i tipi di fibre.

Il trattamento si basa sull'uso di molecole aventi catene idrocarburiche con almeno 4 atomi di carbonio perfluorurati, compreso quello terminale. Dette catene devono essere uniformemente distribuite alla superficie delle fibre e raggiungere almeno l'1% in peso rispetto al tessile. I prodotti più usati si basano su resine a base di esteri perfluorati dell'acido acrilico e/o esteri perfluorati dell'alcol polivinilico, che rendono il tessile difficilmente bagnabile con liquidi oleosi ed acquosi. Inoltre la presenza di fluorocomposti rende più agevole la rimozione delle macchie oleose durante la smacchiatura con solventi, restringendo l'area macchiata ed evitando la formazione di aloni.

R_f = catena perfluorata



Finissaggio antisporco

Le fibre idrofile (naturali e artificiali), non apprettate, sono considerate materiali facilmente pulibili per lavaggio durante il quale, tra l'altro, non assorbono sporco. Ciò è dovuto alla loro tensione superficiale critica molto alta in aria e di conseguenza ad una tensione interfacciale molto bassa in acqua. Al contrario alcune fibre sintetiche (in particolare il poliestere) così come quelle cellulosiche che hanno subito finissaggi chimici (con siliconi, composti fluorocarbonici, con resine per permanent-press, per lava e indossa, con resine acriliche) non sono facilmente pulibili a causa delle loro superfici particolarmente idrofobe, con conseguente accumulo di cariche elettrostatiche, assorbimento e ritenzione dello sporco.

Emerge quindi la necessità di trattamenti che riducano l'accumulo di sporco all'uso su un qualsiasi tessile in modo che questo possa:

1. respingere lo sporco durante l'uso (soil repelling, stain repelling);
2. lasciarsi pulire facilmente durante le normali operazioni di pulizia (spazzolatura per i tappeti, lavaggio per le camicie, ecc) (soil release, easy wash);
3. non assorbire durante il lavaggio un tono grigio o giallastro dovuto al ridepositarsi del sudiciume dall'acqua di lavaggio sporca (anti soil redeposition).

Nessun tipo di finissaggio è in grado di impartire ad un tessile tutti questi requisiti contemporaneamente, anzi, in alcuni casi, un tipo di finissaggio che impartisce una delle suddette caratteristiche, peggiora il comportamento del tessile alle altre. Perciò la scelta di un procedimento antisporco deve essere subordinata alla possibilità effettiva di sporcarsi, caratteristica dell'impiego dell'articolo.

Per semplicità di trattazione si suddividono le sostanze che possono sporcare il tessuto in:

- particelle solide. Il tessuto viene occasionalmente in contatto con particelle solide finemente suddivise in grado di sporcarlo (fuliggine, ruggine, miscele di sostanze organiche e inorganiche).
- oli e sostanze grasse;
- sostanze solubili in acqua (coloranti naturali contenuti in prodotti quali vino, caffè, inchiostro).

Queste sostanze possono venire a contatto del tessile in cinque diversi modi:

- 1) trasferimento diretto (per contatto);
- 2) deposito dall'aria (particelle solide cadute sul tessuto a causa della loro densità e attratte dal medesimo a causa della sua carica elettrostatica);

- 3) deposito da soluzioni o sospensioni acquose (particelle solide come il fango, oleose o liquidi colorati). In questa categoria rientra lo sporco dovuto a bagni di lavaggio sudici che, nonostante la loro alta diluizione, possono ridepositare particelle estremamente suddivise in maniera assai profonda nella fibra. Inoltre l'alta temperatura del bagno può favorire la penetrazione di alcuni sporchi e fissarne altri;
- 4) trasporto per mezzo di oli e grassi (sostanze grasse, ma anche le sostanze solide trasportate, come nei lubrificanti, o colorate, come nei rossetti);
- 5) deposizione da solventi. I capi di vestiario, lavati con solvente sporco, possono trattenerne le particelle.

Le sostanze solide (sporco) possono essere trattenute dalla fibra in vari modi:

- per macroclusione o intrappolamento delle particelle tra filo e filo o tra le fibre.
- Per microclusione delle particelle più fini nelle irregolarità delle superfici delle fibre. Poiché tali irregolarità hanno dimensioni inferiori ai 50 μ m vengono intrappolate solo le particelle di sporco di tale grandezza.
- Assorbimento alla superficie della fibra mediante forze di Van der Waals e di Coulomb.
- Solubilizzazione o assorbimento nelle sostanze oleose depositate sulla fibra. Questo interessa soprattutto le fibre sintetiche.
- Legamento al finissaggio sulla fibra, soprattutto a resine termoplastiche o morbide.

La geometria delle fibre e del filato esercita una pronunciata influenza sulla minore o maggiore facilità di eliminazione e sull'assorbimento dello sporco. Infatti:

- le fibre a sezione circolare si sporcano meno e si puliscono meglio durante il lavaggio;
- le fibre arricciate, a sezione complessa, discontinue, assorbono e trattengono maggiormente il sudiciume;
- nei filati poco ritorti lo sporco penetra facilmente, ma è anche facilmente eliminabile, mentre, aumentando la torsione, lo sporco che penetra è più difficile da rimuovere;
- nei filati molto ritorti lo sporco penetra solo con estrema difficoltà.

Finissaggio PRESOIL (pre-sporcaggio).

Le particelle solide di sporco si depositano sulle fibre aderendo meccanicamente alle asperità superficiali delle stesse: quelle che nel primo periodo di insudiciamento dell'articolo penetrano nei pori dando luogo ad una colorazione assai difficile da eliminare; quelle assorbite successivamente (quando cioè i pori della fibra sono già riempiti) possono invece essere asportate per semplice azione meccanica.

Se quindi, mediante un finissaggio, si saturano le irregolarità superficiali della fibra (pori, dentellature, buchi) con particelle bianche e traslucide, lo sporco non può che aderire in modo superficiale e quindi essere asportato mediante i normali mezzi di pulizia (spazzolatura, aspirazione). È necessario però che il diametro delle particelle del materiale "presporco" abbia dimensioni corrispondenti a quello delle asperità della fibra (0,05-0,2 micron), in quanto particelle più grandi darebbero solo una temporanea resistenza.

Tra i prodotti che hanno trovato pratica applicazione, soprattutto nel trattamento dei tappeti, in relazione alla durata del trattamento ed alla bontà dei risultati, si segnalano: miscele di ossidi quali quelli di alluminio zinco, magnesio, ferro, oppure fosfato di alluminio, tutti applicati mediante spruzzo, foulardaggio o per esaurimento. Gli aspetti negativi di questo trattamento sono lo

Finissaggio SOIL RELEASE

L'impiego di appretti Soil Release si realizza specialmente nel settore dei tendaggi a base di poliestere e di altri articoli destinati alla biancheria o maglieria intima. Su tessuti a base di fibre poliammidiche ed acriliche si applica raramente un'apprettatura Soil Release mentre più sovente si ricorre a tale finissaggio per miste di fibre costituite da lana/acriliche destinate alla confezione di articoli per abbigliamento femminile.

Come si vede l'effetto Soil Release si realizza mediante l'impiego di un prodotto chimico capace di formare, sulla superficie di un tessuto, un film (SR) che ha la proprietà di ridurre l'ancoraggio della sporcizia verso la superficie idrofila del materiale tessile e contemporaneamente di facilitare l'introduzione, tra la sporcizia e la superficie del tessile, del bagno di lavaggio.

Sono in grado di conferire anche un effetto antistatico vantaggioso anche per il rilascio del sudiciume: l'accumulo di cariche elettrostatiche è infatti una delle cause principali della ritenzione delle particelle di pulviscolo atmosferico da parte di fibre sintetiche che, per fenomeni elettrostatici le attraggono e le vincolano al tessuto.

184

Trattamento antistatico

Le fibre sintetiche, a causa del loro tipico carattere idrofobo, presentano nei confronti dell'elettricità una conducibilità ridotta, tanto da mantenere per lungo tempo una carica di elettricità una volta strofinati a contatto di altri corpi.

Infatti, quando due corpi a carica elettrica neutra e di composizione chimica diversa, vengono strofinati tra di loro, avviene che gli elettroni di un corpo attirano quelli dell'altro corpo in modo tale che entrambi i corpi si caricano in eccesso o in difetto di una carica elettrica negativa.

Generalmente il corpo dotato di una più alta costante dielettrica si carica in senso positivo mentre la sostanza dotata di una costante dielettrica più bassa si carica in senso negativo.

Tra le due superfici di contatto si costituisce una differenza di potenziale che può arrivare fino a qualche centinaio di millivolt.

Se questi due corpi, caricatisi vicendevolmente di energia elettrica, vengono separati, la forza di potenziale aumenta fino ad arrivare a parecchie decine di migliaia di volt.

Nel caso di tessuti la scarica di questa energia avviene principalmente attraverso le innumerevoli fibrille manifestandosi con il tipico crepitio, con la formazione di piccole scintille e di vere e proprie scariche elettriche che causano il fastidioso fenomeno percepibile a tutti gli effetti. Per diminuire tale caratteristica si può operare in ambiente controllato ad elevato valore di umidità relativa, usare conduttori capaci di scaricare il materiale, ionizzare l'atmosfera, oppure applicare sostanze chimiche idrofile. I prodotti chimici che conferiscono alle fibre sintetiche un effetto antistatico formano sulla superficie delle stesse una sottile pellicola dotata di una conducibilità elettrica più alta di quella che possiede la fibra stessa.

Queste sostanze sono prodotti anionici, cationici, anfoteri, oppure anche non ionogeni.

La conducibilità pertanto di una fibra sintetica viene aumentata quando la stessa è ricoperta di una sostanza tensioattiva in cui i gruppi idrofobi sono orientati verso la fibra, mentre i gruppi idrofili si trovano orientati verso l'esterno della fibra stessa.

È importante comunque la presenza di ioni elettrici mobili.

A seconda della sostantività dei prodotti chimici impiegati, si può scegliere tra il processo di applicazione per immersione, per esaurimento oppure per foulardaggio.

Il procedimento di applicazione per spruzzatura, nel caso di finissaggi antistatici, viene adottato raramente. Prodotti chimici capaci di conferire un effetto antistatico permanente, vengono sottoposti a condensazione ad alta temperatura; gli stessi prodotti possono essere comunque condensati per stoccaggio a temperatura ambiente in locali o contenitori ermeticamente chiusi (come i prodotti a base di resine epossidiche).

Tutti i prodotti antistatici che si trovano sul mercato possono essere applicati per foulardaggio mentre solo alcuni prodotti si possono applicare secondo il procedimento per esaurimento.

Il materiale viene immerso in un bagno contenente il prodotto chimico antistatico, spremuto con un assorbimento del 40-60% ed infine asciugato in rameuse a 80-100°C.

Se la rameuse dispone di campi suppletivi capaci di termofissare, sussiste la possibilità di condensare contemporaneamente prodotti antistatici capaci di conferire effetti permanenti.

Trattamento antimuffa

La cellulosa in particolari condizioni di umidità e calore ambientale va incontro a danni permanenti dovuti alla depolimerizzazione della cellulosa o al fatto che alcuni organismi (muffe) se ne nutrono. La presenza di appretti amidacei peggiora la situazione durante lunghi periodi di

magazzinaggio. Per evitare tali danni si possono impiegare antisettici, prodotti batteriostatici con sali di ammonio quaternari, derivati del fenolo. Gli stessi coloranti contenenti metalli pesanti possono agire da antisettici. Si può anche modificare permanentemente la fibra (cianoetilazione).

Trattamento antibatterico

In linea di principio, la funzione del trattamento antimicrobico dei tessuti consiste nel frenare la crescita dei microrganismi. In tal modo si riduce anche la quantità di sottoprodotti indesiderati. I principi attivi che impediscono la crescita di microrganismi sono definiti "antimicrobici". A questo riguardo, in rapporto ai batteri, si distingue tra effetto batteriostatico, vale a dire che frena la crescita, ed effetto battericida, vale a dire letale.

I principi attivi citati in precedenza perseguono i seguenti obiettivi:

- impedire la trasmissibilità e la propagazione di microbi patogeni (settore dell'igiene);
- ridurre l'insorgenza di odori sgradevoli dovuti alla degradazione microbica (deodorazione);
- impedire la perdita di idoneità all'uso, che si verifica per la decomposizione delle fibre in seguito ad un'aggressione di microrganismi.

Per la produzione di tessuti antibatterici esistono varie possibilità a livello fisico e chimico. In pratica, l'effetto antibatterico viene ottenuto applicando prodotti chimici specifici in fase di finissaggio, oppure inserendo tali sostanze all'interno delle fibre chimiche durante il processo di filatura.

Tali possibilità sono:

- aggiunta, prima dell'estrusione, di sostanze microbicide alla pasta tessile, come il Triclosan (2,4,4-tricloro (II)-etere di idrofenile). Quest'ultimo appartiene alla famiglia degli antisettici e dei disinfettanti. Si tratta di un derivato del fenolo contenente alogeno, che viene utilizzato per cosmetici e dentifrici. Il Triclosan presenta un ampio raggio d'azione nei confronti dei batteri gram-negativi e gram-positivi. Questa fibra, grazie all'acaricida benzoato di benzile, svolge anche un'azione protettiva contro gli acari e, quindi, viene impiegata nelle ricette per gli acaricidi (spray o in polvere) nonché, sotto forma di soluzione al 25%, per il trattamento della scabbia umana. Questo composto non è tossico. Il benzoato di benzile è un acaricida che esercita la sua azione chimica direttamente sugli acari.
- Un metodo diverso per la produzione di fibre antimicrobiche o fungicide è stato adottato da un'azienda inglese. Le fibre "Stayfresh" sfruttano in questo caso le proprietà dell'argento e della silice che permettono, a contatto con l'acqua o l'umidità, di arrestare la crescita dei microbi in tappeti, tessuti, mobili o in materassi e biancheria da letto, sottraendone una fonte di nutrimento. Un'ulteriore proprietà delle fibre è costituita dal loro effetto antibatterico e fungicida. Le fibre si caratterizzano come prodotti sicuri, atossici e inorganici perché,



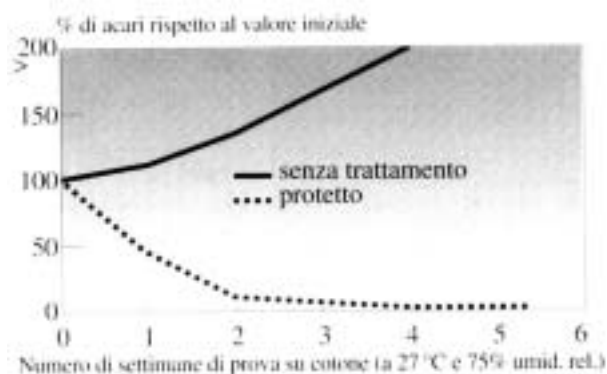
Fig. 188 Escrementi di acari contenenti allergeni sulle fibre: all'inizio sono circondati da uno strato mucoso che in seguito si decompone in particelle molto piccole

garantendo il controllo al 100% su muffe e funghi, impediscono la propagazione di batteri come *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*.

- Modifica tramite reazioni di innesto (grafting) o altre reazioni chimiche. In questo settore, l'Institut Textile de France di Ecully ha sviluppato i cosiddetti "biotessili". In tali prodotti con antisettici innestati, le catene di molecole con sostanze antisettiche vengono innestate sui polimeri di base del tessuto greggio. I polimeri di base vengono attivati mediante raggi elettronici e, durante il processo, essi si rifrangono in determinate posizioni, nelle quali si inserisce la molecola iniziale da innestare. Le catene di polimeri, che crescono lateralmente dalla molecola iniziale, conferiscono al tessuto le sue proprietà battericide. In caso di contatto diretto, questi tessuti agiscono molto rapidamente contro i batteri e l'azione battericida resta invariata anche dopo il lavaggio.
- Mischie di fibre.
- Finissaggio tessile con principi attivi specifici. Dopo il trattamento termico (asciugatura, condensazione), queste sostanze vengono fissate sulla struttura tessile tramite l'incorporazione in prodotti di finissaggio polimerici e resinogeni.

Prodotti per il finissaggio antibatterico

Gli antimicrobici vengono utilizzati dagli uomini fin dall'antichità come dimostrano le mummie dell'antico Egitto e applicazioni simili anche in altre culture.



A questo riguardo anche la protezione e la conservazione dei tessuti hanno rivestito per lungo tempo un ruolo di primaria importanza. Questa esigenza è tuttora fondamentale per numerose applicazioni dei tessili. Gli antimicrobici sono agenti protettivi batteriostatici battericidi, fungostatici e fungicidi che offrono anche una particolare protezione contro le varie forme di putrefazione dei tessili. Tra i principali antimicrobici rientrano i principi attivi fenolici, i sali ammonici quaternari ed i composti organometallici (Hg). I prodotti chimici elencati nella Tabella di pag. 170 sono utilizzati per ottenere effetti antibatterici nel finissaggio dei tessuti e nella produzione di fibre chimiche. Un metodo diverso per la produzione di fibre antimicrobiche o fungicide è stato adottato da un'azienda inglese.

Le fibre "Stayfresh" sfruttano le proprietà dell'argento e della silice (acido silicico), in quanto questi materiali reagiscono all'acqua o all'umidità arrestando i microbi, sottraendo agli acari della polvere domestica una fonte di nutrimento e riducendone la popolazione.

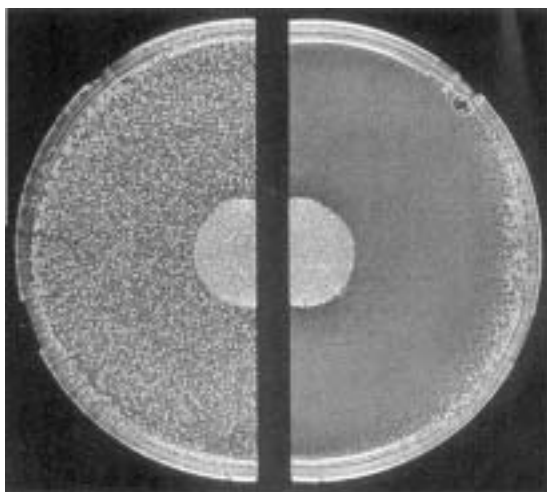


Fig. 189 Trattamenti specifici creano una zona in cui i batteri non possono proliferare, come dimostra il test in figura

Prodotti antibatterici	Materiali
Anilina	3,4,4-triclorocarbanilina
Fenolo	Biozolo,timolo, sale sodico alchilenbisfenolico
Guanidina	1,1-esametilene fino a 5-(4-crofenile) biguanide digluconato; poliesametilene idrocloruro di diguanide
Imidazolo	2(4-tiasolil)benzimidanzolo, benzotiazolo
Composti inorganici	Zeolite d'argento; ossido di titanio; silicato d'argento; solfonato d'argento; ftalocianato di ferro; solfonato di rame
Prodotti naturali	Chitosano; propoli; hinokichiolo
Tensioattivi	Silicone organico con sale di ammonio terziario; octadecilidimetile (3-trimetossipropile, cloruro d'ammonio). Sale di ammonio terziario: cloruro di didecilcimetilammonio; cloruro di esadecilperidio; cloruro di cetil-dimetilbenziallmonio; cloruro di poliossilalchiltrialchilammonio

Trattamento al plasma

Lo stato di plasma spesso viene definito come “quarto stato della materia”, mostrando un comportamento significativamente diverso da quello dei gas e fluidi ordinari ed essendo maggiormente reattivo degli stessi.

Esso è composto, senza limiti di concentrazione, da un insieme di particelle cariche, elettroni e atomi neutri e si trova ad un livello di energia nettamente più alto se comparato con fasi solide, liquide o gassose.

I componenti di questo stato fisico, neutro nel suo complesso, comprendono principalmente ioni, elettroni, fotoni, atomi neutri e molecole allo stato fondamentale o eccitato. Grazie alla presenza di particelle elettricamente cariche risulta sensibile all'azione di campi elettrici e magnetici esterni.

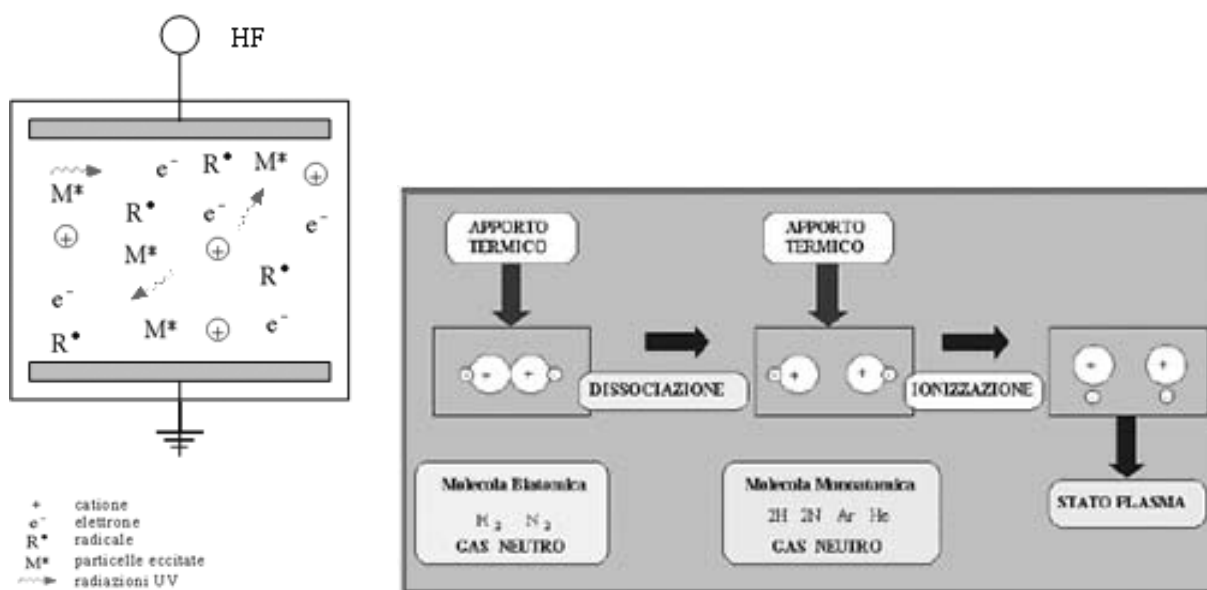


Fig. 190 Stato di formazione del plasma

Gli atomi, in stati energeticamente eccitati, sono specie reattive che possono dar luogo una svariata serie di interazioni con le superfici fornendo processi al plasma definiti

- **grafting**: consiste nell'inserire sulla superficie del materiale da trattare particolari gruppi chimici formati in fase plasma. In funzione del gas impiegato è possibile aggraffare sul substrato gruppi ossidrilici, amminici, carbossilici. Gli effetti non sono rilevabili oltre i 100 Å dalla superficie, per cui le caratteristiche strutturali del materiale vengono mantenute intatte. È un processo utilizzabile per migliorare le proprietà di adesività e bagnabilità dei polimeri permettendo, ad esempio, di trasformare una superficie idrorepellente in idrofila. Lo stesso trattamento con l'impiego di gas a base di fluoro può invece essere impiegato per conferire al materiale tessile spiccate caratteristiche di idro-oleo repellenza.

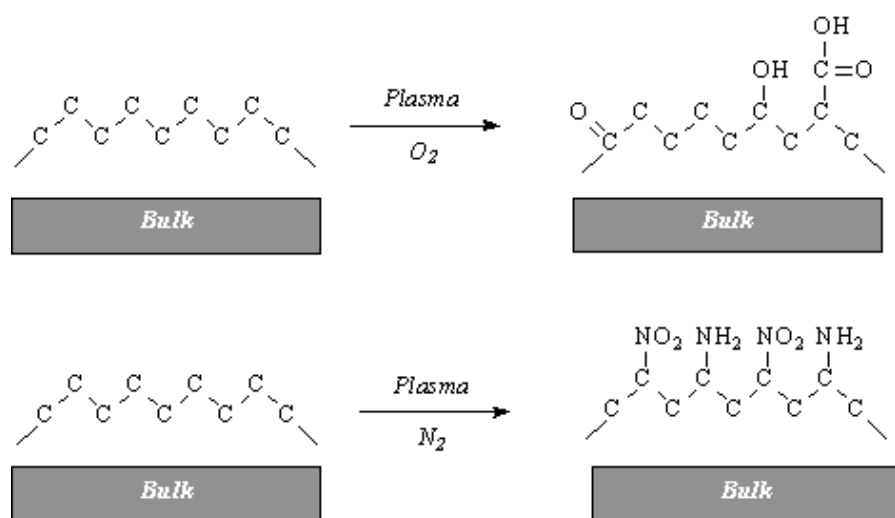


Fig. 191 Schema processo di aggraffaggio mediante plasma

- **etching**: chiamato anche plasma cleaning, è sfruttato per l'ablazione superficiale dei contaminanti organici superficiali, in genere rappresentati da oli o grassi, per migliorare le performance nelle lavorazioni successive (tintura, finissaggi). L'esposizione al plasma in questo caso può essere impiegata per sterilizzare le superfici da microrganismi (spore, funghi, batteri e virus), con la possibilità di operare a temperatura ambiente, con tempi di trattamento ridotti e senza l'ausilio di prodotti chimici.

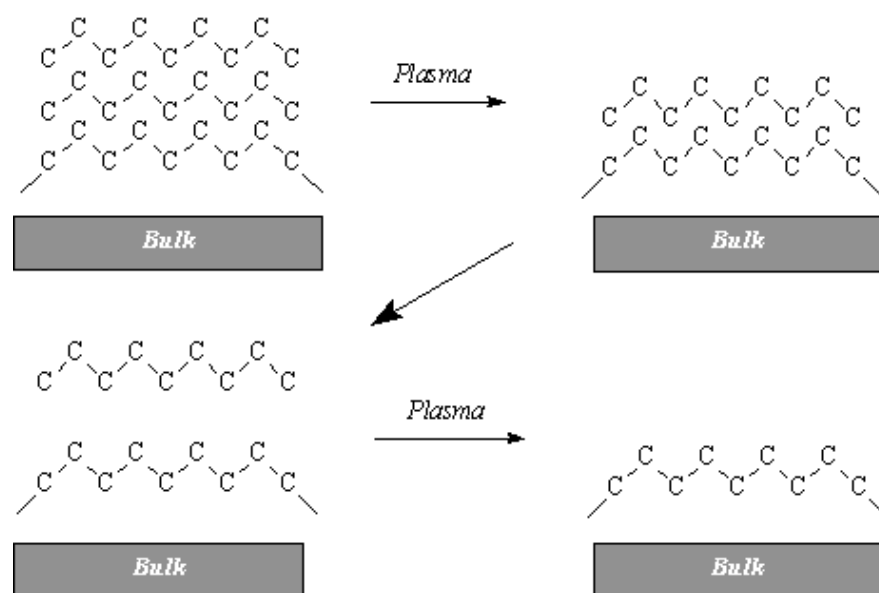


Fig. 192 Schema processo di ablazione superficiale mediante plasma etching

PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition): permette la deposizione di film sottili, mediante l'utilizzo di un gas organico o contenente atomi in grado di formare polimeri. Nel campo tessile con tale processo si possono depositare film polimerici con qualità che dipendono dalle condizioni di reazione, con uno spessore che varia dai 100 ai 10000 Å e con una composizione chimica tale da poter conferire proprietà e funzionalità diverse alle superfici trattate. La deposizione dei film sottili si sviluppa attraverso tre meccanismi di reazione:

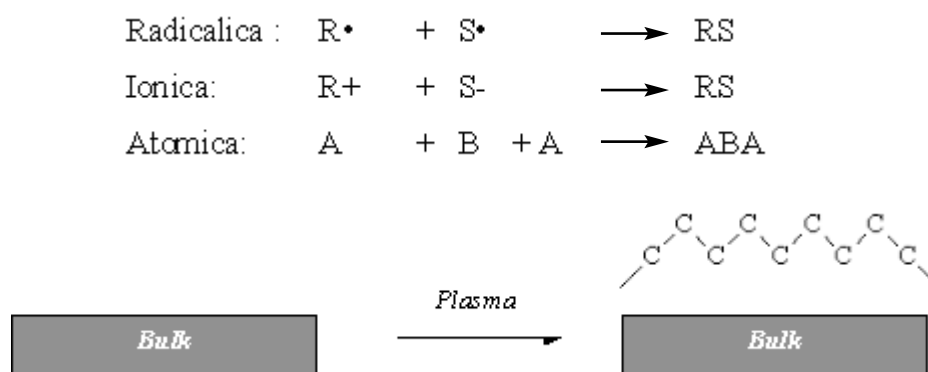


Fig. 193 Schema processo di deposizione film sottili mediante plasma PECVD

Le superfici del tessuto esposte all'azione del plasma risultano modificate, sia fisicamente (rugosità), sia chimicamente, per la rimozione dei residui organici ancora presenti e per la successiva introduzione di radicali liberi e di nuovi gruppi chimici all'interno della catena molecolare di superficie del materiale. Le caratteristiche meccaniche restano invece inalterate, essendo il trattamento limitato ai primi strati molecolari. Il processo di lavorazione è a secco, ecologico e poco costoso; basti pensare che un tessuto normalmente viene trattato alla velocità di 13-20 m/min, con un conseguente tempo di esposizione al plasma di circa 30-40 sec, utilizzando come detto un gas (nella maggior parte dei casi è aria) e corrente elettrica. La tensione durante l'avvolgimento del velo è controllata da una cella di carico in grado di mantenere la tensione precedentemente stabilita, anche se molto bassa; ne consegue che anche i nontessuti del tipo "melt-blown", che hanno generalmente la più bassa resistenza alla trazione, possono essere adattati con successo. I tessuti trattati con il plasma presentano un'alta energia superficiale, assumendo pertanto caratteristiche di idrofilia elevate, pur essendo, in origine idrorepellenti. Ciò consente, da un lato, l'eliminazione o la riduzione di solventi nei processi di lavorazione successivi, dall'altro rende più efficaci i prodotti chimici utilizzati per la nobilitazione e il finissaggio per la migliore e più uniforme deposizione del prodotto stesso e per l'adesione di tipo chimico tra i gruppi attivi presenti sulla superficie del tessuto trattato e del prodotto di rivestimento.

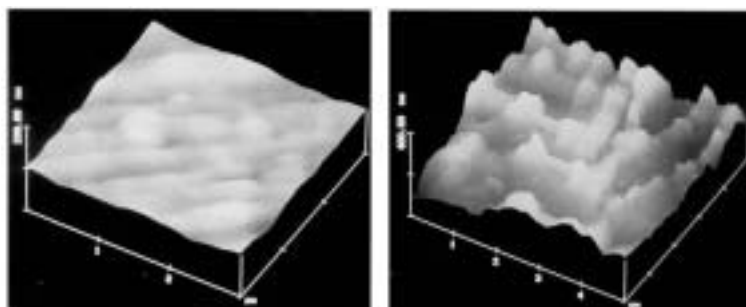


Fig. 194 a) Supporto nontessuto prima del trattamento al plasma
b) Supporto nontessuto dopo trattamento al plasma

lavorazioni di finissaggio talvolta più semplici e meno costose.

È possibile quindi ottenere tessuti antistatici, antibatterici, antimacchia o antifiamma, con prestazioni nettamente più elevate, con maggiori resistenze ai lavaggi e all'usura, e con

La resistenza alla delaminazione e quella di interfaccia fibra-matrice, che sono caratteristiche fondamentali tipiche dei prodotti multistrato come:

- i compositi (per es. kevlar, vetro, carbonio/resina epossidica o poliestere),
- gli accoppiati (per es. tessuto/tessuto nontessuto, tessuto/film),
- i laminati (per es. tessuto non tessuto/film),
- gli spalmati (per es. tessuto/resina o schiuma poliuretanica)

risultano essere di gran lunga superiori ai valori degli stessi prodotti ottenuti senza trattamento al plasma. Infatti, per i tessuti in fibra naturale ed artificiale, il trattamento al plasma migliora anche le caratteristiche di tintura, quali l'intensità (30% circa) e la solidità (1 punto), ed in particolare, per le fibre animali, conferisce caratteristiche di antinfeltrimento elevate permettendo di evitare l'uso di quei processi di lavorazione al cloro che sono dannosi alle caratteristiche meccaniche dei tessuti stessi, ma anche per l'uomo e per l'ambiente, in quanto molto inquinanti.

Gli effetti di tale trattamento al plasma sulla superficie sono impressionanti e uniformi in lunghezza e in larghezza, e durano a lungo. L'aumento dell'energia superficiale dei tessuti consente la completa eliminazione dei prodotti chimici, contenenti solvente, provenienti dal processo convenzionale necessario, in quel caso, per inumidire uniformemente la superficie del tessuto. Inoltre, poiché il trattamento al plasma è efficace solo a livello del primo strato superficiale, non si rileva alcun danno alle caratteristiche meccaniche intrinseche del tessile.

Ne consegue che applicazioni assai interessanti del trattamento al plasma si sono rivelate pure quelle dei tessili non tessuti aventi come destinazioni d'uso, tra l'altro, il filtraggio di aria e liquidi, il cuoio sintetico, gli strofinacci, gli arti, i biomedicali e protettivi, le calzature e l'abbigliamento sportivo.

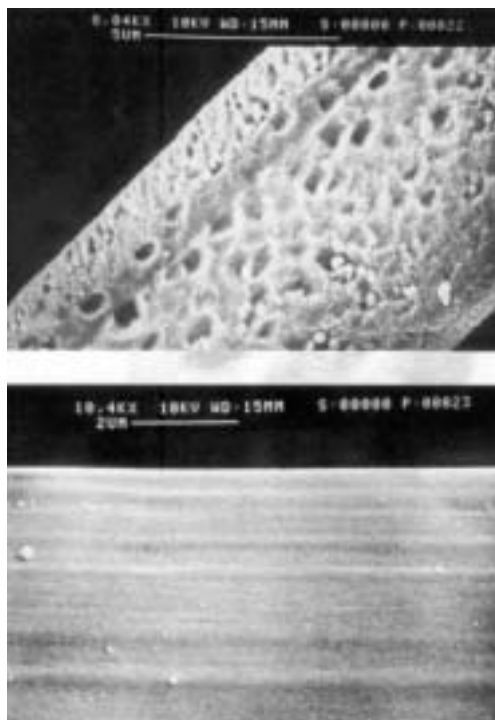


Fig. 195 Fibra di seta trattata con plasma di azoto (sopra) e non trattata (sotto)

TRATTAMENTI CON LASER

Laser è acronimo di “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” e consiste in una radiazione elettromagnetica la cui emissione presenta delle caratteristiche particolari:

Unidirezionalità: i raggi laser si propagano in una direzione ben definita, a differenza della luce di una normale lampadina a incandescenza che emette luce in tutte le direzioni. Un fascio laser ad Argo con sezione in partenza di un centimetro di diametro si allarga fino ad una sezione di tre centimetri di diametro dopo un percorso di 500 metri.

Monocromaticità: presenta sempre una frequenza costante dovuta al meccanismo dell’emissione stimolata di radiazione da parte del materiale attivo che può essere solido (rubino, Nd-YAG, ecc.), gassoso (CO₂, Argo) o liquido (laser a coloranti).

Coerenza: la proprietà di unidirezionalità dei fasci laser è legata alla coerenza spaziale ed è una conseguenza della struttura della cavità risonante del laser formata da due specchi paralleli che creano in uscita un fascio di fotoni con direzione esattamente perpendicolare alla loro superficie.

Il meccanismo responsabile dell’emissione laser è l’emissione stimolata di radiazione. Quando un atomo riceve un contributo di energia tale per cui un suo elettrone si trova ad un’energia superiore al suo stato fondamentale tende, nel ristabilire le condizioni iniziali, ad emettere un fotone, cioè una radiazione elettromagnetica di energia ΔE , corrispondente al salto energetico tra lo stato eccitato e quello fondamentale. Intorno al 1920 Einstein scoprì che irradiando gli atomi eccitati con fotoni di energia ΔE l’emissione viene stimolata. I fotoni emessi hanno le medesime caratteristiche dei fotoni incidenti in direzione e frequenza e viaggiano in fase coi fotoni stimolatori. Questo fenomeno prende il nome di emissione per stimolazione. In tabella sono elencati alcuni tra i più comuni tipi di laser con la lunghezza d’onda λ dell’emissione principale. La continua ricerca in ambito tessile di metodi per trattamenti innovativi, convenienti e puliti ha

Tipi di laser	Mezzo attivo	λ principale (μm)
Laser a Stato Solido	Rubino	0,6943
	Nd ³⁺ :YAG	1,064
	Er ³⁺ :fibre di silicio	1,55
Laser a Giunzione	AlGaAs/GaAs	0,63 - 0,9
	InGaAsP/InP	$\approx 1 - 1,7$
	CO ₂	10,6
Laser a gas	He-Ne	0,6328
	Ar ⁺	0,515
Laser a Eccimeri	KrF eccimeri	0,248
	ArF eccimeri	0,193
Laser a coloranti	Rhodamine-6G colorante (molecole organiche)	accordabile 0,56 - 0,64

portato alla sperimentazione di trattamenti al laser su fibra e tessuto. E' possibile infatti utilizzare tale tecnologia ad impatto ambientale praticamente nullo nei processi di preparazione alla tintura (purga e candeggio) e in quelli di finissaggio.

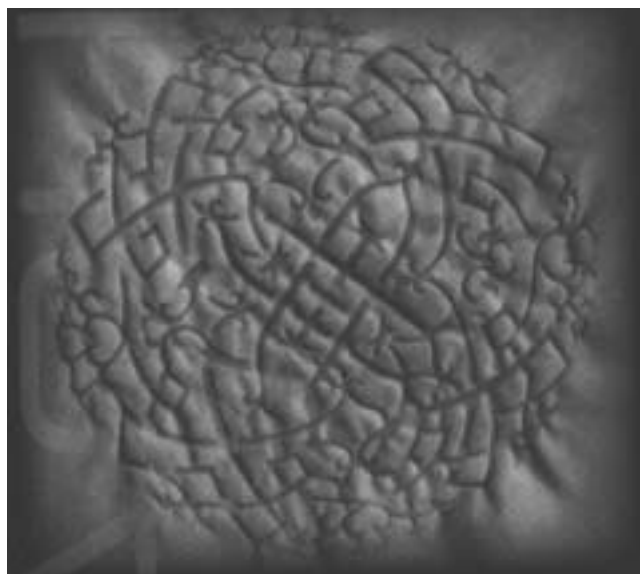


Fig. 196 Particolare di marcatura laser

Le sorgenti laser hanno varie potenze: 30, 60, 100, 240, 300, 400 Watt. L'altezza della sorgente rispetto al piano del substrato varia nel range 150-1200 mm. Il raggio è trasportato mediante una serie di specchi piani confinato all'interno di tubi che corrono lungo tutto il percorso. Vengono impiegati specchi piani che hanno come principale caratteristica l'elevata qualità superficiale. La planarità richiesta è infatti molto maggiore delle tipiche lavorazioni meccaniche e dipende dalla lunghezza d'onda della sorgente utilizzata.

Affinché uno specchio lavori senza introdurre significative deformazioni del fascio laser, la sua accuratezza (deviazione dal profilo ideale) deve essere $\leq \lambda / 10$. Per applicazioni speciali si arriva anche a $\lambda / 40$. Questo vuol dire che per un laser a CO₂ ($\lambda = 10,6 \mu\text{m}$) un buono specchio per il trasporto del fascio deve avere una accuratezza di circa $1 \mu\text{m}$. Molto più complessa risulta la realizzazione di ottiche per UV (ad esempio per $\lambda = 0,193 \mu\text{m}$); un buono specchio che lavori in questa regione deve infatti avere un'accuratezza di $0,01 \mu\text{m}$.

Gli specchi possono essere classificati in due categorie: quelli metallici e quelli formati da substrato vetroso. Gli specchi metallici vengono usati con sorgenti di elevata potenza (tipicamente CO₂). Essi hanno infatti il grande vantaggio di poter essere raffreddati direttamente mediante un circuito ad acqua circolante al loro interno. Vengono tuttavia utilizzati solo per laser con lunghezze d'onda elevate a causa della difficoltà di lavorazione. Non sono quindi adatti per sorgenti nel visibile. I materiali tipici sono rame e molibdeno. L'altra tipologia è composta da quegli specchi che abbinano un substrato (tipicamente quarzo amorfo o silicio) con un opportuno rivestimento metallico o dielettrico. In questo modo si abbinano le caratteristiche di lavorabilità molto alte dei substrati con le riflettività dei rivestimenti (anch'esse molto alte) e si possono realizzare specchi per tutti i tipi di laser. L'unico limite è dato dalla potenza che questi specchi riescono a sopportare non essendo possibile raffreddarli.

Quando il fascio ha raggiunto la zona di lavoro deve essere conformato secondo le necessità. In genere viene focalizzato in un piccolo spot mediante opportune ottiche. Esistono due soluzioni per la focalizzazione del fascio.

La prima viene utilizzata solo nei sistemi con laser a CO2 e prevede l'utilizzo di specchi parabolici in metallo (rame). Per questi tipi di specchi si sfrutta la proprietà geometrica del paraboloide di concentrare un fascio di raggi collimati nel proprio fuoco.

La seconda soluzione prevede l'uso di una o più lenti che focalizzano il fascio in uno spot le cui dimensioni dipendono sia dalla diffrazione che dalle aberrazioni.

Tutto il sistema è controllato da un software che regola la sorgente laser, gli specchi e la velocità di scorrimento del tessuto nella cabina, consentendo la creazione di innumerevoli design.

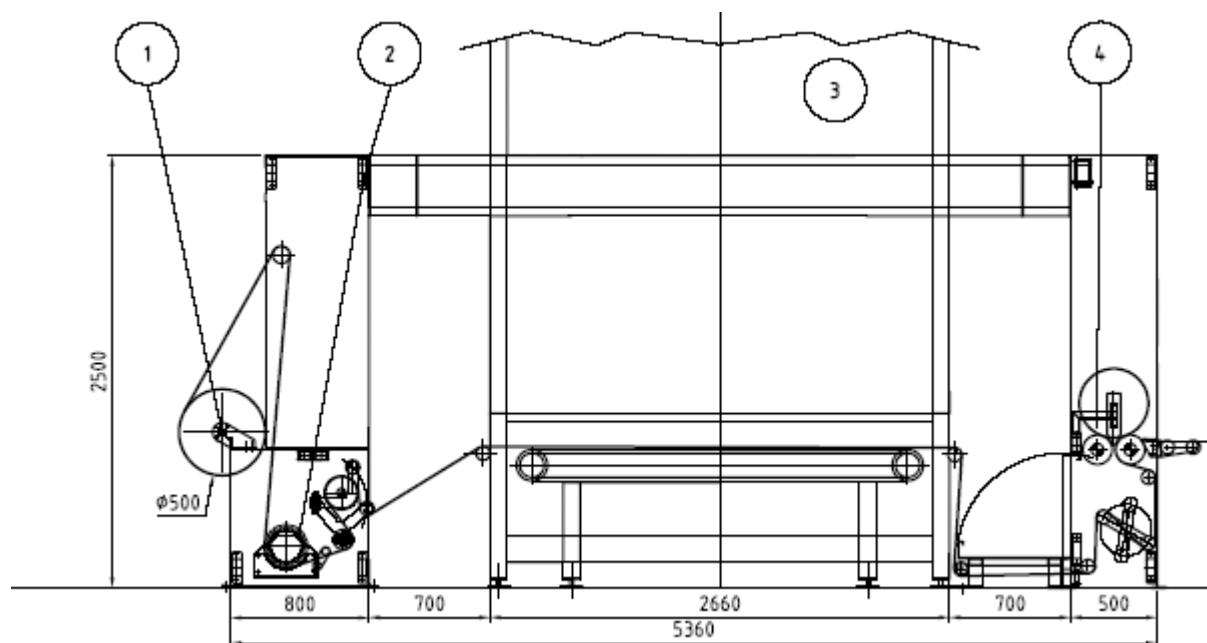


Fig. 197 Schema macchina per trattamento laser su tessuto

- 1 - sostegno per piccolo rotolo*
- 2 - centratore a doghe mobili*
- 3 - cabina trattamento tessuto*
- 4 - arrotolatore piccoli rotoli*

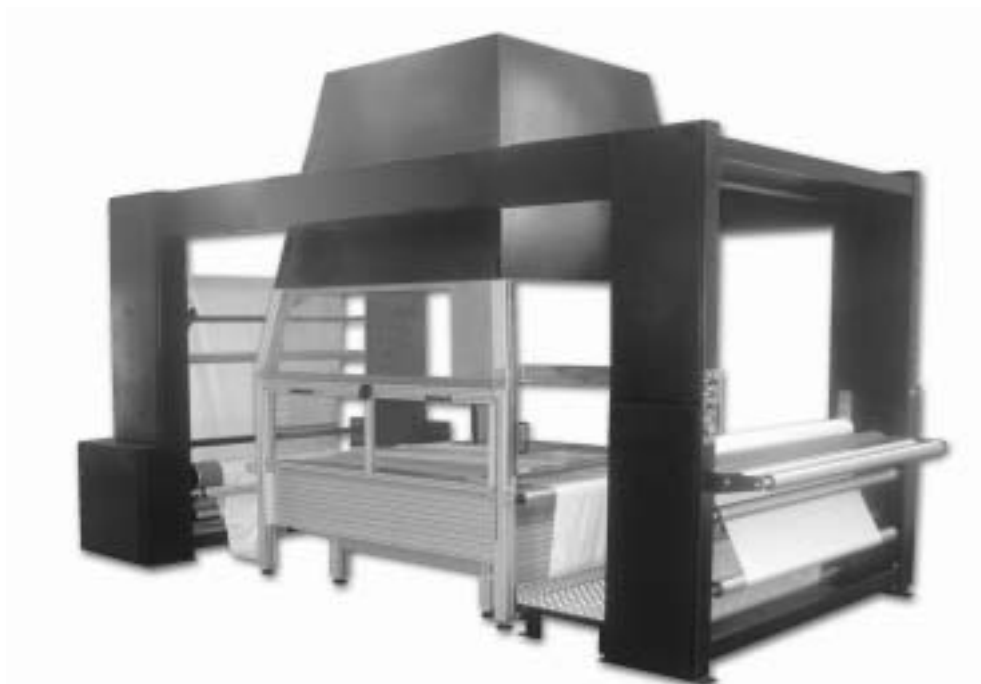


Fig. 198 Macchina per trattamento laser

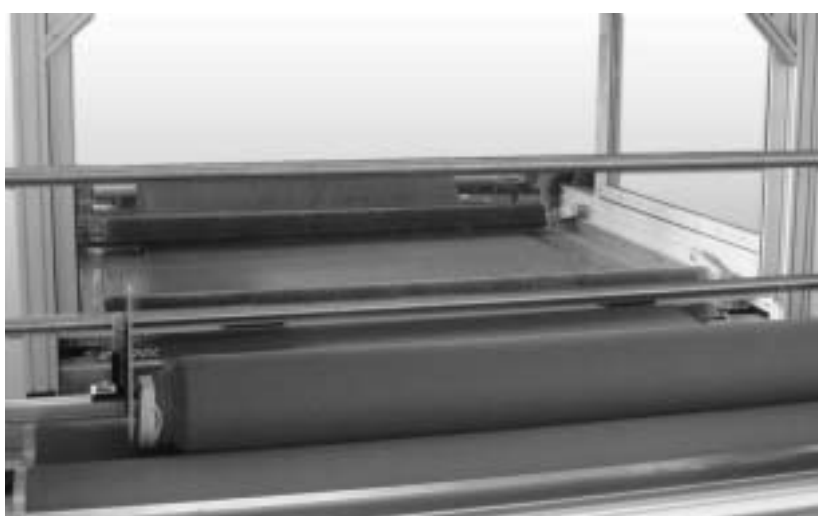


Fig. 199 Particolare macchina per trattamento laser

La macchina raffigurata funziona con un laser da 400 Watt a CO₂ ed è dotata di piano di lavoro aspirante in alluminio (800 x 800 mm). Il diametro d'incisione minimo è 0,25 mm.

Il trattamento al laser è ampiamente utilizzato per creare effetti particolari di disegno sui tessuti o direttamente sui capi finiti. E' possibile realizzare incisione di disegni (con modifica superficiale o eliminazione di parti di tessuto), modifica a disegno del colore, invecchiamenti di superfici di tessuti o di tessuti laminati, fino alla modifica della struttura del tessile (se realizzato con fibre sintetiche) per parziale fusione.

Trattamenti con enzimi

Questo capitolo vuole proporre e sviluppare, seppure in modo sintetico, le enormi possibilità e vantaggi, di tipo ambientale ed ecologico, derivanti dall'impiego degli enzimi nelle varie operazioni di nobilitazione tessile in alternativa ai tradizionali processi e prodotti chimici.

Gli enzimi sono proteine formate da lunghe catene lineari di amminoacidi legati da legami peptidici. Sono presenti in tutte le cellule viventi dove svolgono funzioni vitali nei processi metabolici, di crescita e riproduzione cellulare, di trasformazione e conservazione di energia. Sono catalizzatori biologici in grado di accelerare notevolmente le reazioni chimiche che avvengono negli organismi viventi.

Sono prodotti da cellule, ma non sono virus o batteri e non si riproducono autonomamente; sono quindi "vivi", anche se non biologicamente attivi, in determinate condizioni di pH, temperatura, composizione del bagno e così via.

In passato, gli enzimi usati industrialmente erano ottenuti mediante:

- estrazione e purificazione da organi o tessuti animali (tripsina pancreatica) o da fonti vegetali (papaina);
- tecniche di fermentazione di microorganismi selezionati (amilasi batteriche).

L'avvento dell'ingegneria genetica e della bioingegneria hanno totalmente rivoluzionato lo scenario tecnologico accrescendo le applicazioni e l'espansione di mercato degli enzimi. In particolare la bioingegneria proteica ha permesso:

- di adattare le caratteristiche biochimiche di un enzima alle condizioni del processo industriale;
- creare nuovi enzimi con catalisi non esistente in natura;
- alterare le proprietà dell'enzima quali stabilità, attività, composizione e così via.

Vecchi e nuovi enzimi usati nel tessile

- **Amilasi:** sbozzina.
- **Cellulasi:** biopolishing di tessuti e capi cellulosici, stone wash di capi in denim.
- **Proteasi:** trattamento di fibre proteiche (seta e lana).
- **Catalasi:** eliminazione di acqua ossigenata dopo candeggio.
- **Leccasi e perossidasi:** ossidazione di coloranti.
- **Lipasi:** eliminazione di trigliceridi naturali (in purga) o presenti in bozzime (da sego).
- **Pectinasi:** purga enzimatica di cotone grezzo.

Dalla fine degli anni ottanta ad oggi, il maggiore sviluppo dell'enzimologia moderna si è verificata nel comparto tessile con l'introduzione di nuove cellulasi per la nobilitazione ed il finissaggio di tessuti e capi cellulosici, di proteasi per il trattamento di lana e seta, di catalasi per l'eliminazione di acqua ossigenata dopo la fase di candeggio, di nuove amilasi per sbozzina, di laccasi per l'ossidazione di coloranti quali l'indaco.

Una nuova ed interessantissima applicazione è la purga enzimatica di cotone grezzo mediante

pectinasi alcalina, in alternativa al tradizionale trattamento con soda caustica ad alta temperatura.

Fra i più importanti campi di applicazione, si possono menzionare:

- lo stone wash enzimatico dei capi in denim.
- il biopolishing ovvero la "defibrillazione" superficiale dei tessuti o dei capi confezionati, prima o dopo tintura;
- la rimozione delle imperfezioni della fibra e del cotone immaturo o "morto";
- la modifica di mano e l'ammorbidimento permanente del tessuto;
- il miglioramento della qualità di stampa;
- un possibile incremento dell'affinità tintoriale.

Gli impieghi di cellulasi nel tessile consentono di sviluppare una nuova gamma di processi industriali di nobilitazione, finissaggio ed "effetti moda" di tessuti e capi confezionati, con un approccio assolutamente ecologico, perché interamente basato su agenti biologici completamente biodegradabili, con i seguenti vantaggi offerti dallo stone wash enzimatico con cellulasi rispetto al solo uso di pietra pomice:

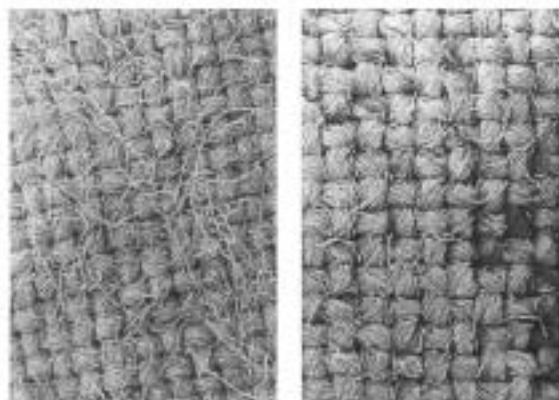


Fig. 200 Effetto di biopolishing: prima (a sinistra) e dopo (a destra) il trattamento con enzimi

- tempi di trattamento ridotti;
- minimizzo dei danni alle macchine;
- aumentata carica delle macchine per ogni ciclo di lavorazione, con maggior produttività della lavanderia;
- riduzione delle seconde scelte, dovute a strappi causati dalla pietra pomice;
- sostanziale diminuzione e perfino eliminazione della produzione di polveri di pomice, da smaltire come rifiuto solido o residuo nelle tasche;
- maggior costanza e riproducibilità del trattamento di stone wash, con anche maggior flessibilità di trattamenti e di looks finali che si possano ottenere;
- minore intensità di lavoro manuale in lavanderia;
- maggior versatilità nell'uso delle macchine;
- nel caso di formulazioni liquide di cellulasi, possibilità di sfruttare sistemi di dosaggio automatici e computerizzati;
- migliorate condizioni ambientali e di lavoro in lavanderia.

Il biopolishing o biofinishing con cellulasi viene effettuato sia su pezze che su capi confezionati e si può comparare ad un "bruciapelo" enzimatico, eseguito prima di tintura o dopo tintura anche per dare una sorta di effetto delavé. È una pratica largamente usata su capi confezionati, senza alternativa tecnologica, mentre su pezza può essere usato il bruciapelo tradizionale. Tuttavia, in quest'ultimo caso, non si ottiene quel particolare effetto di mano morbida ottenibile con cellulasi. Trattamenti di biopolishing permettono:

- Eliminazione del cotone morto od immaturo, dei neps e della peluria superficiale.
- Ammorbidimento "naturale" con miglioramento di mano e del drappaggio.
- Prevenzione permanente del riformarsi di fibrillazione e pilling.
- Aumento dell'idrofilia, particolarmente nel caso dei tessuti di spugna.
- Migliore pulitura e brillantezza, oltre che uniformità di tintura.
- Migliore qualità complessiva dell'articolo.
- Possibilità di creare finissaggi ed effetti moda nuovi ed originali.
- Sfruttare un processo interamente ecologico.

Il finissaggio enzimatico o bipolishing superficiale è il risultato di una combinazione di idrolisi enzimatica e di azione meccanica, i cui principali fattori da considerare sono:

Azione meccanica

- Tipo, disegno e gestione del macchinario.
- Tempo del processo.
- Carico merce e rapporto bagno.
- Velocità di macchina.

Azione enzimatica

- Tipo e dosaggio di enzima.
- Tempo, temperatura e pH del processo.
- Natura e concentrazione degli ausiliari chimici presenti.
- Inattivazione termica e/o alcalina dell'enzima a fine trattamento.

Sono disponibili recenti formulati di cellulasi ed amilasi, per degradare amido e derivati di cellulosa (come la CMC), e più recentemente è stata proposta una combinazione di amilasi più lipasi.

Vi sono svariati sviluppi scientifici in corso sulle amilasi che potrebbero portare a risultati di un certo interesse anche per il comparto tessile, ad esempio:

- Amilasi con pH acido, di possibile uso per sbozzima in combinazione con purga estrattiva acida.
- Amilasi con pH alcalino (intorno 8-9) per sbozzima combinata a purga enzimatica con pectinasi o comunque con pH più vicino a quello di candeggio.
- Amilasi resistenti a condizioni ossidanti, da potersi usare contemporaneamente ad un candeggio in condizioni blande.
- Amilasi con attività e stabilità indipendenti dalla presenza di ioni calcio, il che eviterebbe l'aggiunta di cloruro di calcio nel bagno e permetterebbe l'uso di più forti chelanti o sequestranti, senza rischio di inattivare l'enzima di sbozzima.

Nel trattamento di fibre naturali, composte da proteine, come la seta e la lana, si possono usare proteasi. Queste ultime sono un'ampia famiglia di enzimi specifici per l'idrolisi delle proteine, essendo in grado di idrolizzare il legame peptidico fra aminoacidi adiacenti.

Esiste in natura una vastissima gamma di proteasi, da ogni possibile fonte dei viventi (microorganismi piante, animali) con specificità molto diverse, differenti ottimi di pH e temperatura, ed altre caratteristiche biochimiche.

Tuttavia, le fonti di proteasi industriali sono ormai quasi unicamente quelle microbiche ottenute con tecniche di fermentazione.

Proteasi vegetali, come papaina e bromelaina, oppure animali come tripsina, chimotripsina e pepsina, sono quasi abbandonate per processi di tipo industriale.

La sgommatura enzimatica della seta con proteasi permette di idrolizzare la sericina e contemporaneamente altri residui proteici depositati dal baco.

Rispetto alla tradizionale sgommatura della seta con saponi in condizioni alcaline, la sgommatura enzimatica, se eseguita correttamente, permette di evitare danni od indebolimento della fibra, ottenendo una colorazione più uniforme, con un approccio di minor impatto ambientale rispetto a tensioattivi.

Attualmente particolari proteasi vengono impiegate anche nella preparazione e finissaggio di pezze od articoli di seta.

Mediante questo trattamento enzimatico si cercano effetti speciali di ammorbidimento e di mano (es. pesca, cascante, daino, ecc.) richiesti dalla moda o dal mercato.

Va comunque sempre sottolineato che, mentre le proteasi sulla seta possono certamente dare risultati interessanti e commercialmente validi, si tratta pur sempre di trattamenti delicati da eseguire in maniera corretta, per non causare danni irrimediabili.

Al contrario che nella seta, nel caso della lana l'uso di enzimi tende a svilupparsi più lentamente e con maggiori difficoltà pratiche, soprattutto a causa della grande complessità di composizione e strutturale della fibra di lana.

Possibili utilizzi degli enzimi

- 1) *Migliorare le caratteristiche della lana di "restringersi e di feltrarsi".*
- 2) *Risolvere il problema della stabilità dimensionale.*
- 3) *Conferire al tessuto caratteristiche di "lavabile in lavatrice".*
- 4) *Conferire caratteristiche ai tessuti che non abbiano i fattori negativi che si sviluppano in fase di confezione del capo, dopo la sua manutenzione. (Dilatazione igroscopica - Hygral expansion).*
- 5) *Migliorare la "resa coloristica".*
- 6) *Risolvere il problema dell'eliminazione del pilling in un tessuto dopo l'esecuzione di determinati finissaggio.*
- 7) *Eliminare le "impurità" (le paglie) vegetali (in sostituzione dell'attuale metodo di carbonizzo).*
- 8) *Candeggio della lana*
- 9) *Purga (detergenza) dei tessuti di lana*
- 10) *Possibilità di conferire maggiori caratteristiche di "finezza" e morbidezza alla lana*
- 11) *Miglioramento "dell'uguaglianza" delle fibre dei tessuti di lana trattati pre-tintura.*
- 12) *Ottenere effetti "stone-wash" sia su tessuti tinti in filo, ma soprattutto su tessuti di lana tinti in pezza*
- 13) *Miglioramento degli effetti di imbibizione dei tessuti di lana*
- 14) *Possibilità di ottenere "effetti" combinati per conferire al tessuto caratteristiche ignifughe, idrorepellenti, ecc.*

Una delle proprietà intrinseche della lana è la sua tendenza ad infeltrire e restringersi allo stato umido in condizioni di agitazione meccanica.

Fra le varie teorie proposte per spiegare questa proprietà è generalmente accettato che il "differential frictional effect" (DFE) gioca un ruolo fondamentale nel processo.

Il DFE è correlato alla struttura morfologica "a scaglia" delle fibre, per cui esse possono muoversi solo in maniera unidirezionale verso la loro radice, ma non in senso contrario, "bloccandosi" quindi se sollecitate meccanicamente ad umido.

Negli usi pratici è estremamente conveniente disporre di lane irrestringibili, anche per le limitazioni poste al lavaggio a secco e la domanda di mercato di poter lavare senza rischi in lavatrice di casa i capi di abbigliamento di lana.

Le tecniche usate per produrre lana irrestringibile modificano la fibra con trattamenti ossidativi assai drastici, a volte seguiti da applicazioni con resine cationiche per preservare la stabilità dimensionale della lana.

La maggior parte di questi processi usano cloro gassoso, sali di cloro od ipoclorito. Tuttavia, a causa delle crescenti limitazioni sull'uso del cloro come agente ossidante, vi è un interesse crescente nell'uso di alternative più ecologiche e sicure per produrre lana irrestringibile.

La lana può essere considerata un substrato quasi ideale per molti enzimi, come le esterasi, proteasi, lipasi ed altri enzimi che rompono i legami disolfuro delle cistine nelle cheratine.

La fibra di lana è infatti essenzialmente composta da proteine e lipidi, ed è formata da due principali strutture morfologiche: la cuticola ed il cortex.

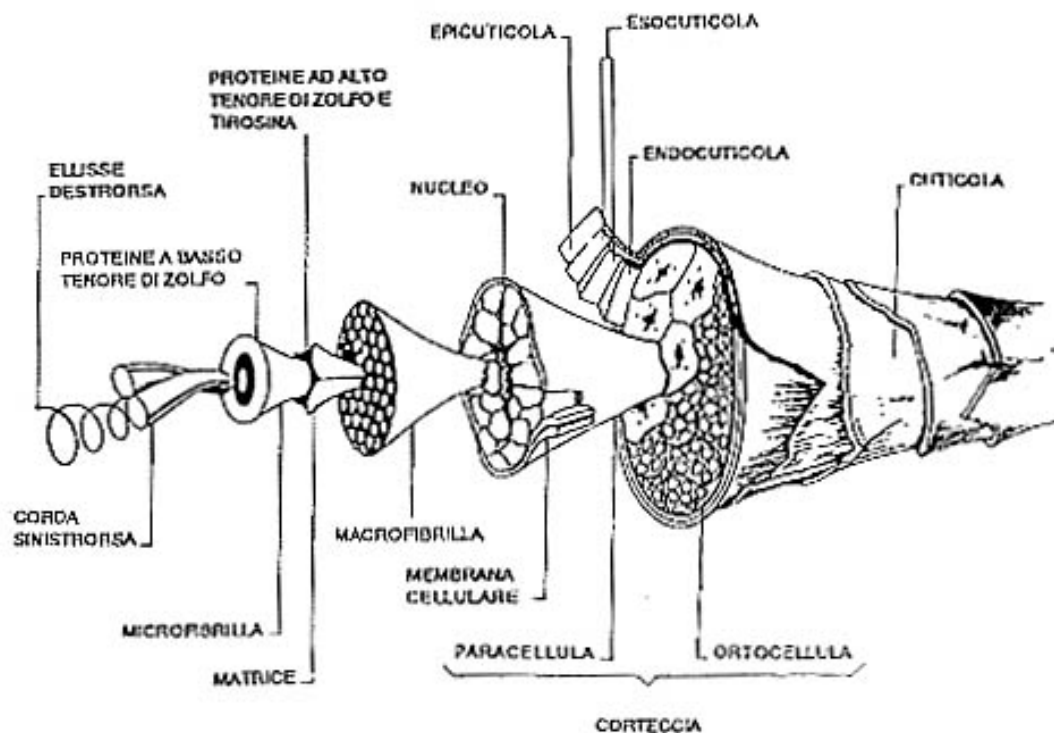


Fig. 201 Struttura morfologica della fibra della lana

La cuticola conferisce alla fibra l'aspetto esterno a scaglie ed è a sua volta composta da 75% di proteine e 25% di lipidi.

I comuni trattamenti anti-feltrenti al cloro causano in diversa misura una modifica funzionale (la resistenza all'infeltrimento) associata ad una modifica morfologica (una marcata "limatura" delle scaglie dell'epicuticola facilmente osservabile al microscopio elettronico a scansione).

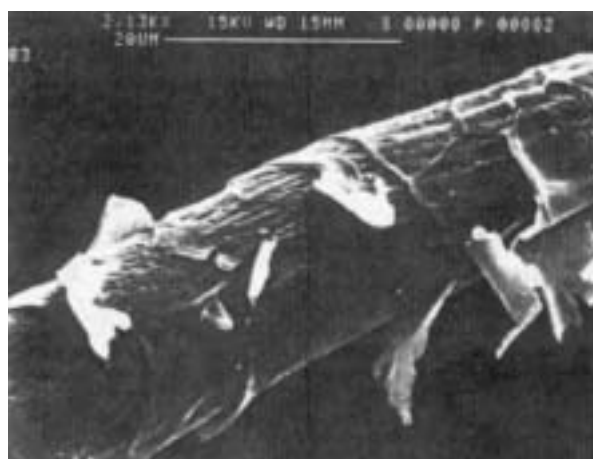


Fig. 202 Fotografia al microscopio elettronico a scansione che evidenzia il tipo di attacco alla fibra laniera

Sulla lana, con alcune preparazioni enzimatiche a base di proteasi si possono ottenere effetti interessanti che abbiano qualche rilevanza commerciale, quali:

- Ammorbidimento e modifica di mano.
- Antipilling e pulitura superficiale.
- Migliore drappeggio.
- Look invecchiato di capi d'abbigliamento.
- Maggiore comfort.

Nel caso del trattamento antipilling di tessuti e maglie di lana, è stata proposta al mercato una proteasi utilizzabile solamente su lana preclorata. Purtroppo trattamenti con sola proteasi non conferiscono alla lana proprietà antifeltranti.

Nell'industria tessile, particolarmente in tintoria la catalisi rappresenta un'applicazione innovativa sicura ed ecologica per l'eliminazione dell'acqua ossigenata dopo la fase di candeggio e prima di tintura. L'uso di quest'enzima invece dei reagenti chimici più tradizionali (es, detergenti alcalini riducenti come idrosolfito o tiosolfato, sali di manganese ecc.) permette di:

- Evitare ripetuti cicli di risciacquo, con notevole risparmio di acqua.
- Eseguire la tintura nel secondo bagno di risciacquo oppure anche nel primo, previa correzione di temperatura e pH,
- Diminuire i tempi di processo.
- Ottenere un risparmio energetico.
- Non scaricare prodotti chimici inquinanti.

Esiste anche un enzima di ossidoriduzione (laccasi) per la rottura ossidativa irreversibile dell'indaco che dia al capo in denim un effetto di "pulizia" del backstaining (usando bassi dosaggi) oppure di candeggio e sbianca (a dosaggi più elevati).

La purga enzimatica o bioscouring del cotone grezzo in alternativa alla purga alcalina è stata studiata intensamente negli ultimi anni. L'idea alla base è semplicemente quella di idrolizzare per via enzimatica quei componenti non cellulosici responsabili dell'idrofobicità del cotone, mediante un processo di degradazione specifico in condizioni blande di pH e di temperatura, rimuovendoli poi con un successivo risciacquo a caldo.

I processi enzimatici sono molto specifici e possono quindi essere diretti solamente verso i componenti che si vogliono rimuovere, mantenendo intatta la cellulosa, con quindi minor perdita di peso e resistenza della fibra, più bassi COD e BOD nelle acque di scarico dell'impianto.

Considerando la composizione dell'intera fibra in cellulosa, pectine, proteine, cere ed emicellulose, sono state valutate in bioscouring varie famiglie di enzimi idrolitici, usati in singolo od in combinazione, quali: cellulasi, pectinasi, proteasi, lipasi emicellulasi.

Da molti studi pubblicati o presentati a congressi, è emerso che un trattamento con pectinasi, seguito da risciacquo a caldo è in grado di rendere idrofila ed assorbente la fibra di cotone quanto una purga chimica.

Al contrario proteasi, emicellulasi e lipasi non sembrano offrire effetti positivi, mentre le cellulasi possono indebolire la fibra stessa.

Questo risultato si spiega con il fatto che:

- Il materiale ceroso, le sostanze pectiche e le proteine della cuticola e della parete primaria sono associate e presenti in uno stato amorfo.
- La parete primaria è maggiormente amorfa di quella secondaria.
- La superficie esterna della fibra è quindi idrolizzabile più facilmente del suo corpo centrale.

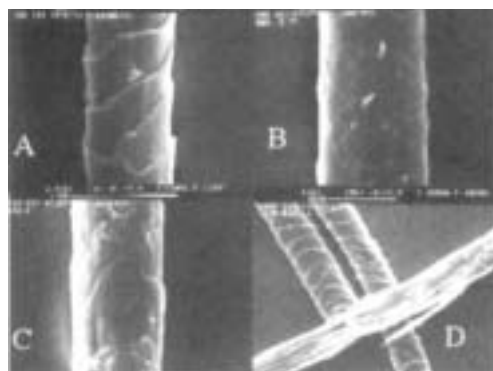


Fig. 203 Trattamento della lana con proteasi A: lana non trattata; B: lana trattata con prodotti specifici; C: lana trattata con proteasi; D: lana danneggiata da proteasi

Le pectinasi distruggono lo struttura della cuticola, idrolizzando le pectine e rimuovendo le connessioni con cere e proteine, oltre che fra queste e lo rimanente struttura della fibra.

Le pectine connettono le cere allo cellulosa della parete primaria, ma non è necessario eliminare tutte le pectine per avere completa idrofilia. Anche quando il 30% di pectine residue rimangono sul tessuto, un lavaggio a 80-90°C dopo stoccaggio elimina le cere solubilizzate.

Questa pectinasi è più esattamente una pectina liasi, agisce quindi sulle pectine indipendentemente dal loro grado di metilazione. Lo scouring enzimatico trova applicazione su tessuti a navetta in continuo e su maglia in discontinuo. Può essere applicato ad esaurimento o per impregnazione (a pad batch) in un opportuno tampone a pH 8-9 contenente un imbibente, a temperature fra 50 e 60°C o più basse e per tempi variabili da alcune decine di minuti ad alcune ore, a seconda del tessuto, del dosaggio e della temperatura di stoccaggio. In queste condizioni è anche possibile combinare i due trattamenti di purga e sboccia in uno solo, essendo compatibili le condizioni d'uso di pectinasi e amilasi. Segue un risciacquo a caldo per eliminare i componenti idrolizzati e quelli cerosi liberati.

L'efficacia della purga enzimatica è misurata principalmente dall'idrofilia del tessuto trattato.

Si ottiene lo stesso grado di idrofilia con il drop test, paragonando purga chimica ed enzimatica.

Il contenuto residuo di pectine è comparabile nei due approcci, ma ciò non è influente sull'idrofilia, essendo questo determinata prevalentemente dai componenti cerosi dello cuticola.

D'altra parte, con la sola purga enzimatica, le guscette non vengono eliminate (si tratta infatti di materiale ligneo) e non aumento il grado di bianco.

Entrambi questi aspetti sono comunque risolti nel successivo candeggio.

Fra i potenziali vantaggi applicativi e commerciali della purga enzimatica, si possono citare:

- Risparmio di acqua e di energia.
- Minor impatto ambientale e maggiore facilità di trattamento delle acque di scarico.
- Migliore compatibilità con altri processi, macchinari e materiali.
- Minor intacco della struttura della fibra, perdita di peso e resistenza, con miglioramento della qualità dell'articolo.
- Miglioramento di mano.
- Possibilmente (ma ancora da dimostrare) un più alto grado di polimerizzazione della cellulosa ed una minor tendenza del tessuto a fibrillare formando pilling successivo.
- Migliore e più uniforme affinità tintoriale.
- Nel caso di tessuti navetta, possibilità di combinare i due passaggi di sbozzima e purga in uno solo; nel caso della maglia di combinare purga con biopolishing mediante cellulasi, operando in jet oppure overflow.
- Possibilità di purgare il cotone anche in miste con fibre più delicate.

La purga enzimatica è perciò solo all'inizio come proposta di applicazione industriale su larga scala su tessuti navetta, maglia ed anche filo.

I dati di laboratorio e di prove pilota sono senza dubbio incoraggianti, ma sarà solo la verifica in impianto che potrà dire quanto valido e competitivo possa essere questo nuovo processo di enzimologia tessile.

In conclusione, in pochi anni, il comparto tessile è diventato quasi una filiera di enzimologia industriale. Fino a dieci anni fa, l'uso delle normali amilasi di sbozzima era più o meno l'unica applicazione nota e sarebbe stato difficile immaginarsi un tale boom di sviluppo di nuovi enzimi e relative applicazioni in campo tessile.

Vi sono ancora molti progressi da compiere, quali:

- i costi devono diventare ancora più competitivi;
- la facilità d'uso e di controllo dei parametri di processo deve essere migliorata;
- deve essere risolta la questione di inserire fasi di trattamento enzimatico in processi in continuo;
- devono essere sviluppati nuovi enzimi, soprattutto attivi in ambiti di pH e di temperatura più estesi
- devono essere messi a punto metodi rapidi, semplici ed economici di misura di attività enzimatica per dare all'operatore maggiore controllo sul processo.

L'enzimologia sta comunque trovando sempre più posto nella pratica della preparazione e del finissaggio tessile. Non è una tecnologia che elimina né la chimica né la meccanotessile, ma che ben si integra con esse.

Per una industria tessile come quella italiana, dipendente per il proprio successo commerciale soprattutto da una eccellente capacità e sensibilità nel finissaggio dell'articolo tessile, come viene riconosciuto mondialmente, una buona padronanza dell'enzimologia diventa quindi un ottimo fattore di vantaggio competitivo.

Finissaggi in capo di tessuti denim

Denim è il nome che indica il caratteristico tessuto in cotone ottenuto con ordito tinto indaco e trama greggia. Esiste in diverse varianti caratterizzate da pesi diversi e differenti armature (per esempio saia da 4, saia da 3, broken twill, tela, ecc.).

Esistono fondamentalmente due sistemi di tintura:

- Tintura di tipo “rope” in corda
- Tintura di tipo “shift” in largo

La tintura con indaco di articoli o capi confezionati offre diversi vantaggi rispetto alla produzione di articoli derivati da filati o tessuti tinti con la stessa classe di coloranti:

- assicura la risposta rapida alle richieste del mercato grazie alla velocità di produzione e all’efficace controllo delle scorte;
- assicura facilità di lavorazione, dato che le fasi di orditura delle confezioni e di allestimento dei subbi di ordito (ad alto impiego di manodopera) non sono più necessarie;
- permette di ottenere un gradevole effetto coordinato del colore sui capi o sulle serie di indumenti tinti che contengono motivi sia a maglia che tessuti o disegni jacquard in diversi tipi di filati (articoli fantasia).

Il più recente processo di tintura in capo con indaco supera gli svantaggi dei procedimenti esistenti, eliminando in modo uniforme il colorante superficiale in eccesso allo stato ridotto e ossidando uniformemente quello restante. Ciò permette di ottenere una migliore uguaglianza di colore ed interessanti valori di solidità e intensità di tintura.

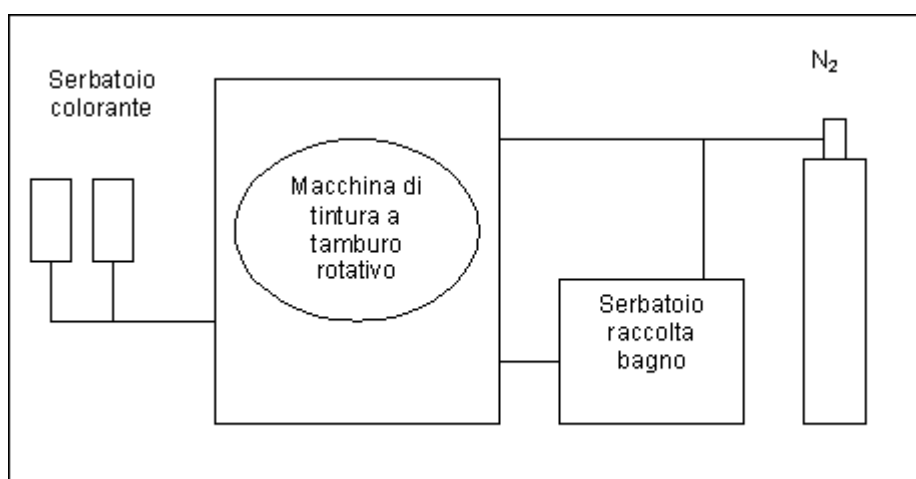


Fig. 203 Schema di processo di tintura in capo all'indaco

Per la buona riuscita del processo è necessario utilizzare sistemi chiusi per permettere l'insufflaggio di un gas inerte (N₂, Ar) che impedisca l'ossidazione dell'indaco presente nelle vasche di trattamento nella forma leuco. Una volta eseguita la tintura il bagno esaurito o eliminato viene raccolto e immagazzinato in un serbatoio, con analoga atmosfera non ossidante, per il riutilizzo successivo. Il colorante assorbito dal substrato è invece ossidato sfruttando l'azione dell'ossigeno atmosferico. Sul capo così tinto è possibile realizzare una serie di finissaggi, il più frequente dei quali è quello ottenuto mediante trattamenti di carattere fisico (pietra pomice) e chimico (sostanze riducenti o enzimi) denominato genericamente stone-wash.

Più recentemente il denim è stato sottoposto a nuove tecnologie di nobilitazione in capo legate alla richiesta di mercato della moda: applicazioni di strass, spille, ricami, tinture d'ogni tipo, sbiancati, ritinti, delavati, alterazioni di vario genere (dai raschiamenti superficiali fino alla realizzazione di strappi o buchi localizzati). Contestualmente a questa evoluzione del mercato si sono moltiplicate le tecnologie per ottenere effetti sempre più innovativi ed originali: decorazione a laser e a spruzzo, sabbiature, spazzolature, stropicciatura, spalmature per proporre un denim sempre più "rifinito" e con una massima personalizzazione del prodotto.

Le prime realizzazioni hanno visto interventi artigianali sui tessuti prima della confezione con l'obiettivo di distruggere in tutto o in parte il colore. Il vero sviluppo industriale dei trattamenti sui capi si deve alla comparsa dei sistemi robotizzati che hanno creato infinite possibilità di modifica del loro aspetto e soprattutto hanno consentito risultati ripetibili e la creazione di infiniti disegni e sfumature, col semplice intervento sul software utilizzato.

Fondamentalmente gli interventi da eseguire sono di tre tipi:

- usura localizzata della superficie del tessuto utilizzando spazzole di varia forma e durezza;
- spruzzatura localizzata con liquidi coloranti o con prodotti corrosivi del colore;
- distruzione localizzata del colore mediante impiego di raggi laser, applicati in modo da creare disegni prestabiliti.

Effetto graffiato tramite raggio laser + Scrapping effect by laser treatment



Spruzzatura di pasta corrodente e laser
Discharge paste spraying and laser



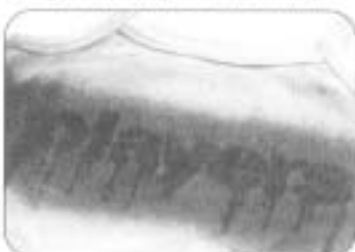
Spruzzatura di pigmento e trattamento laser
Pigment spraying and laser treatment



Spruzzatura di colore e trattamento laser + Color spraying and laser treatment



Spruzzatura di pigmento e trattamento laser
Pigment spraying and laser treatment



Effetto graffiti
Graffiti effect



Laser effetto scrapping e dirty effect
Scrapping laser effect and dirty effect



Fig. 204 Effetti ottenibili su capi in denim

Finissaggi speciali su denim

Spazzolatura manuale

L'attrezzatura prevede un sistema di gonfiaggio di un manichino sul quale è montato il capo da trattare. L'operatore procede manualmente al trattamento di spazzolatura (brushing) senza ausilio di pomice o prodotti chimici.



Fig. 205a e 205b Macchine per spazzolatura manuale

Spazzolatura automatica

Sono impianti robotizzati per la spazzolatura automatica di capi confezionati. L'impianto è equipaggiato di un robot antropomorfo dotato di una pinza sulla quale è possibile caricare, mediante una procedura automatica, diversi tipi di spazzole. È dotato di diverse stazioni (manichini) di cui alcune in posizione di lavoro e altre in posizione di carico/scarico, montati su colonna girevole a camma che assicura una assoluta precisione sul posizionamento dei capi.



Fig. 206 Macchina per spazzolatura automatica

Trattamenti laser

La macchina prevede l'azione sul tessuto di un raggio laser che degradando il colore applicato produce una variazione di intensità dello stesso e permette di riprodurre superficialmente le immagini e gli effetti più fantasiosi e originali.

Gli effetti finali dipendono sia dalla potenza del raggio laser che dal grado di penetrazione del colore nelle fibre. I principali effetti ottenibili sul capo trattato sono:

- graffiato tramite raggio laser;
- spruzzatura di pasta corrodente e laser;
- spruzzatura di pigmento e trattamento laser;
- spruzzatura di colore e trattamento laser;
- graffiti;
- scrapping e dirty effect



Fig. 207 Macchina per trattamento laser di capi confezionati

Spruzzatura e spazzolatura manuale

L'attrezzatura è destinata alla spruzzatura e spazzolatura manuale di pantaloni, giacche, camicie, ecc.: prevede una cabina di aspirazione e degli accessori per spruzzare e spazzolare.



Fig. 208 Macchina per spruzzatura e spazzolatura manuale

Queste nuove tipologie di finissaggio del denim, tradizionalmente considerato capo povero, hanno negli ultimi anni permesso una trasformazione radicale in termini di qualità e originalità dei modelli, innalzando il livello e il valore nel mercato della moda di questo tipo di prodotto.

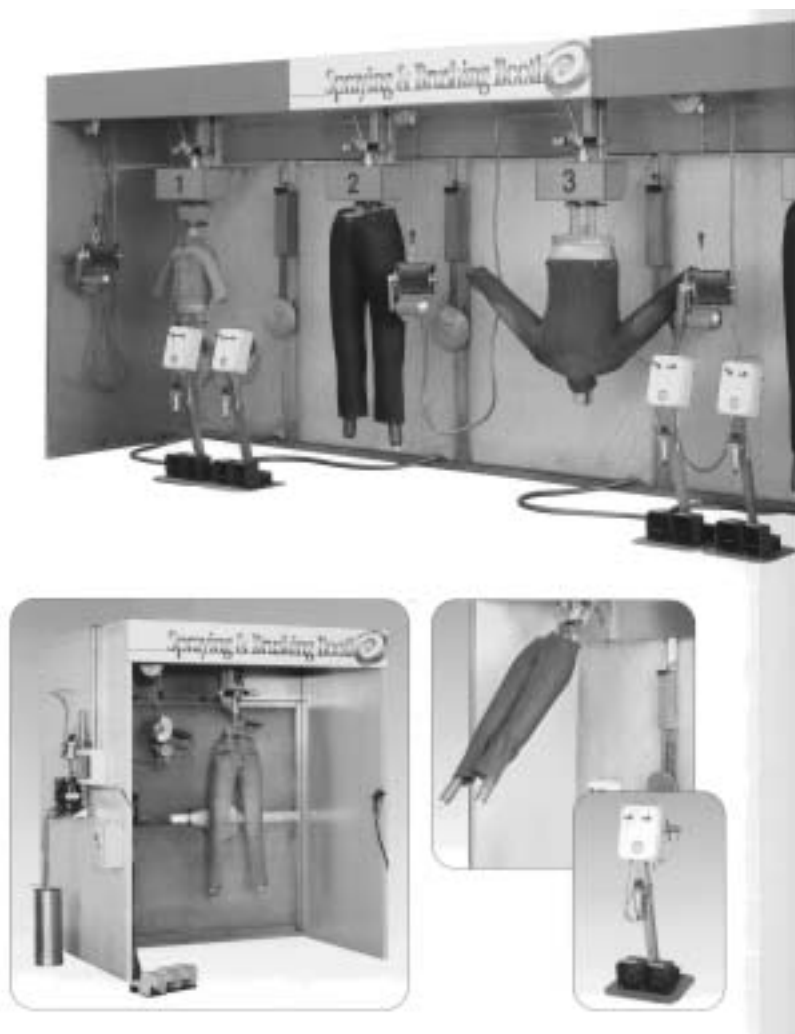


Fig. 209 Attrezzature per spruzzatura e spazzolatura manuale

L'influenza dei finissaggi su merce tinta

Il finissaggio ha il compito di impartire agli articoli cellulosici e relativi misti con fibre sintetiche determinate proprietà vantaggiose per l'uso pratico, ma bisogna subito aggiungere che esso provoca anche effetti indesiderati sotto un duplice aspetto: meccanico-tecnologico (ad es. diminuzione dei valori di resistenza) oppure coloristico (ad es. viraggio di tono e influenza sulle solidità delle tinte).

Qui innanzi discuteremo l'influenza che il finissaggio può esercitare su tinture o stampe, però solo in termini generali poiché in molti casi si tratta di un problema che è legato non solo al tipo, ma anche alla dose del reticolante nonché al metodo di applicazione come pure alla composizione della ricetta complessiva, che include anche catalizzatori e additivi. Occorre inoltre considerare che non si possono stabilire a tale riguardo regole di validità generale per classi o assortimenti determinati di coloranti. Pertanto anche le informazioni seguenti, che si basano sulle esperienze acquisite e su molteplici ricerche, hanno solo carattere orientativo: consigliamo dunque al finitore di effettuare, per sicurezza, prove relative alle usuali condizioni di esercizio.

Le influenze dei finissaggio su merce tinta vengono descritte sull'esempio delle fibre cellulosiche, ma sono adeguatamente valide anche per rispettive mischie con fibre sintetiche.

Influenza sul tono

Il tono di tinture e stampe può essere più o meno fortemente influenzato dal finissaggio, con possibilità di spiccate variazioni sia di tono sia anche di intensità.

Di ciò sono responsabili i singoli coloranti come pure i prodotti e le condizioni di finissaggio.

I singoli reticolanti hanno di per sé importanza secondaria per i viraggi di tono, cioè per la maggior parte provocano una variazione di nuances praticamente uguale nel medesimo colorante, sempre che si lavori peraltro con gli stessi presupposti. Invece l'influenza dei catalizzatori è nettamente differenziata.

I risultati più favorevoli si ottengono usando cloruro di zinco oppure cloruro di magnesio.

Il nitrato di zinco pregiudica il tono solo in alcuni casi, mentre il cloruro di ammonio nonché cloridrati organici (ad es. 2-ammino-2-metilpropanol-cloridrato) possono provocare i più netti viraggi di tono.

Gli additivi e le condizioni di condensazione hanno per lo più minore importanza sotto questo aspetto, tuttavia anche questi fattori non dovrebbero venire del tutto trascurati.

I dati sull'interazione dei coloranti con il finissaggio, quali spesso riportati nelle relative cartelle, forniscono un punto di riferimento, ma non consentono di trarre conclusioni definitive.

Occorre infatti considerare che le condizioni ambientali dei diversi stabilimenti di finissaggio rendono possibili un gran numero di varianti, che non possono tutte venire contemplate in una cartella.

Per operare con sicurezza, è dunque necessario che il finitore sperimenti nel proprio laboratorio quali siano i coloranti e i prodotti di finissaggio adatti per le condizioni prestabilite. Naturalmente le ditte produttrici di coloranti come pure di prodotti di finissaggio saranno sempre disposte ad elaborare a loro volta delle proposte ottimali.

Anche se viraggi di tono si osservano specialmente per i coloranti sostantivi, richiedono prove preliminari anche quelli reattivi e persino quelli al tino (che sono i meno suscettibili a subire l'influenza in questione), ciò ai fini della massima sicurezza di lavorazione nello stabilimento.

Le prove dovrebbero contemplare anche i coloranti che vengono usati per la tintura di fibre sintetiche (ad es. poliestere) in mischia con fibre cellulosiche.

Metameria

Si intende per metameria quel fenomeno a causa del quale due oggetti presentano lo stesso colore quando sono sottoposti ad un insieme di condizioni di osservazione, colori diversi invece sotto un altro insieme di condizioni. In particolare, con l'esposizione alla luce certi coloranti presentano fenomeni di metameria, come alcuni al tino gialli. Questa caratteristica (detta anche fotocromia) è una proprietà del colorante, che non può venire influenzata in senso positivo, ma può essere accentuata da un finissaggio. Anche i catalizzatori esaltano la metameria di alcuni coloranti sensibili e a tale riguardo sono molto sfavorevoli i sali ammoniacali, che dovrebbero dunque venire sostituiti da sali di zinco o cloruro di magnesio.

È quindi opportuno cercare di risolvere il problema della metameria usando per la tintura o la stampa coloranti insensibili per quanto più possibile.

Influenza sulla solidità alla luce

La solidità alla luce di tinture o stampe con coloranti reattivi o diretti del può diminuire in misura più o meno forte ad opera del finissaggio.

In genere i coloranti al tino non ne vengono praticamente influenzati tranne alcune eccezioni, fra cui soprattutto alcune in forma di leuco-esteri, che dovrebbero dunque venire sempre preliminarmente controllate.

Dato però che in pratica la determinazione della solidità alla luce implica un forte dispendio di tempo, si consiglia di usare per quanto più possibile coloranti con un elevato indice di questa solidità nonché prodotti di finissaggio che la pregiudichino solo in lievissima misura.

Confrontando fra loro diversi finissaggi su merce tinta si rileva che i singoli reticolanti esercitano un'influenza differenziata sulla solidità alla luce, anche quando vengono applicati senza catalizzatore sulla merce tinta, cioè dunque senza che possa avvenire alcuna reazione. Se ne conclude che il catalizzatore non ha pressoché influenza sulla solidità alla luce.

Influenza sulla solidità allo sfregamento

La solidità allo sfregamento è pregiudicata da determinati prodotti prevalentemente nel caso di tessili (poliestere, acetato) tinti con coloranti a dispersione.

Fra tali prodotti vanno citati quelli di preparazioni per la filatura, gli oli di roccatura, gli ammorbidenti, gli agenti idrofughi e gli antistramanti.

Spesso una tale reazione risulta evidente solo dopo magazzinaggio prolungato della merce tinta.

In genere la solidità allo sfregamento non viene influenzata da reticolanti e catalizzatori.

Talvolta anche una abrasione della fibra viene erroneamente scambiata per una cattiva solidità allo sfregamento.

Tale inconveniente è invece dovuto ad un accumulo di prodotti di finissaggio, il quale può provocare un certo infragilimento delle fibre cellulosiche alla superficie del tessuto. Per evitare al massimo questo inconveniente si dovrebbe:

- effettuare l'operazione di bruciapelo con grande accuratezza eliminando terminazioni sporgenti delle fibre;
- evitare errori di candeggio, che provocherebbero deterioramento della fibra;
- impiegare quantitativi ottimali di reticolante; in modo da non provocare un eccessivo infragilimento della fibra.
- attenersi a condizioni ottimali per l'asciugamento dopo l'applicazione dell'appretto ed evitare che detta operazione risulti troppo rapida.

Influenza sulle solidità ad umido

Il finissaggio esercita azione favorevole sulle solidità ad umido (lavaggio, acqua, sudore). Nella maggioranza dei casi si osservano netti miglioramenti specie per coloranti sostantivi, per cui proprio nel caso di toni chiari si può spesso tralasciare l'impiego di prodotti cationici destinati al postrattamento per aumentare dette solidità. In caso contrario si rilevarebbe una sensibile diminuzione della solidità alla luce.

ACCESSORI

Detorcitore- apricorda: dispositivo indispensabile che consente il passaggio da una lavorazione in corda ad una in largo. Elimina automaticamente le torsioni normalmente presenti nei tessuti in corda (sia ortogonali che a maglia e maglia tubolare).

E' solitamente preceduto da una macchina scucifilo (Fig. 210) che oltre ad aprire le pezze cucite a sacco recupera il filo. Il tessuto si trova in un carrello posizionato su una piattaforma girevole detta giostra (Fig. 211), e da lì viene inviato ad uno spremicorda (Fig. 212) e quindi ad un detorcitore (Fig. 213 particolare) che ha lo scopo di togliere le torsioni alla pezza.



Fig. 210 Scucifilo

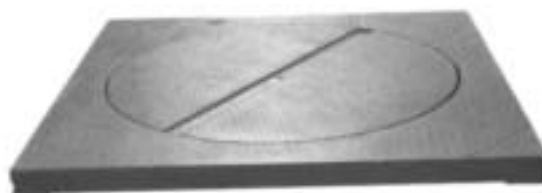


Fig. 211 Giostra



Fig. 212 Spremicorda



Fig. 213 Particolare detorcitore



Fig. 214 Detorcitore per maglia tubolare



Fig. 215 Detorcitore, apricorda, allargatore, centratore

Allargatore (centratore): dispositivo utile per allargare i tessuti ed eliminare le pieghe longitudinali prima dell'introduzione dei tessuti in macchine per lavorazione in largo, o prima dell'arrotolamento. Può essere abbinato ad un dispositivo di centraggio.

L'allargamento può essere effettuato con barre curve (Fig. 216), con cilindri ad incisioni elicoidali divergenti (a volte abbinati con cilindri oscillanti) (Fig. 217), con cilindri allargatori dogati (in cui l'apertura delle doghe è comandata pneumaticamente o mediante servomotore) (Fig. 218 e 219) o con cilindri a rullini (Fig. 220).



Fig. 216 Allargamento a barra curva



Fig. 217 Allargamento elicoidale: foto + schema



Fig. 218 Allargamento a doghe



Fig. 219 Allargamento a doghe

Raddrizzatrama: dispositivo indispensabile per preparare i tessuti alle operazioni di stampa, a molte operazioni di finissaggio e prima dell'arrotolamento finale.

In pratica consente di disporre le trame in senso perpendicolare all'ordito per tessuti ortogonali (evitando sia lo scarto angolare che la sinuosità) e di allineare le maglie nei tessuti a maglia,



Fig. 220 Allargamento a rullini

evitando successive deformazioni di disegni stampati o di capi confezionati.

I principi di funzionamento possono essere di diverso tipo quali:

- combinazione di cilindri raddrizzatori dritti e curvi (Fig. 221), sia con regolazione manuale che automatica (controllata da fotocellule e microprocessore o altri dispositivi automatici per il rilevamento della posizione delle trame).
- a ruote libere munite di spilli (utilizzate quando si verifica uno scarto in diagonale da cimosa a cimosa)

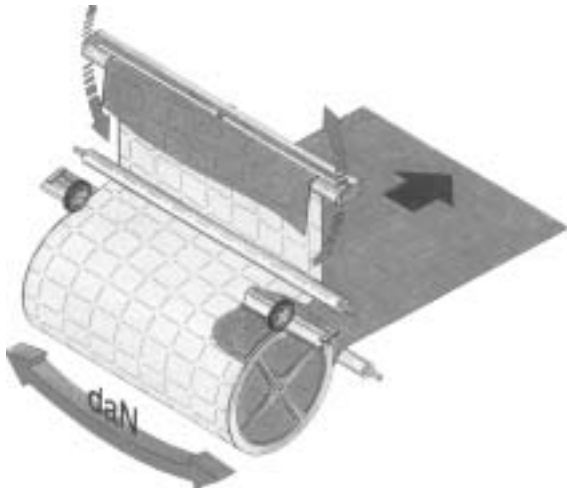


Fig. 221 Raddrizzatrama a cilindri

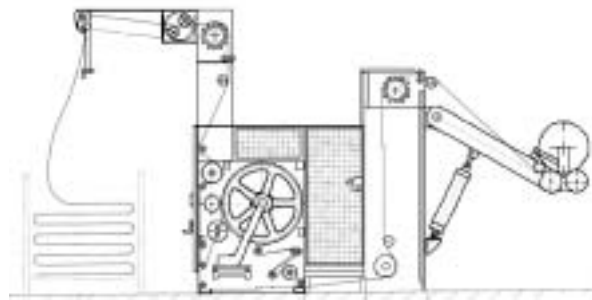


Fig. 222 Raddrizzatrama a ruote libere

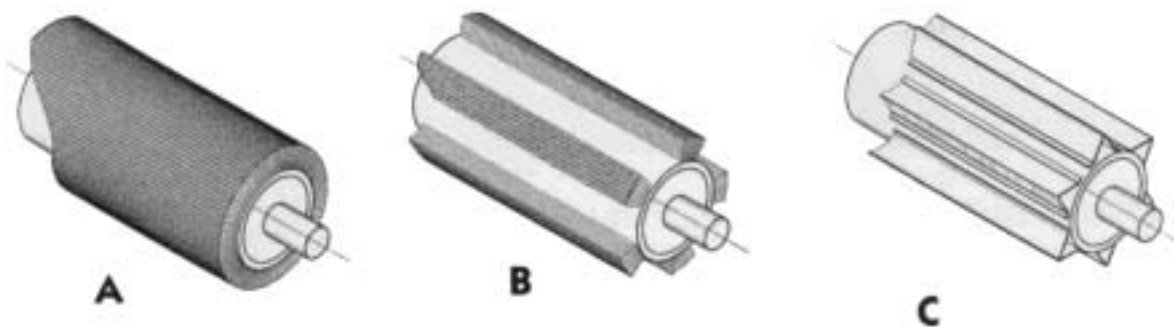
Dispositivi di taglio: consentono il taglio delle cimose (quando richiesto), o il taglio longitudinale di tessuti ad altezza stabilita; in altri casi il taglio e l'apertura dei tessuti a maglia tubolari. Solitamente sono dotati di sistema d'incollaggio o termosaldatura (maglia tubolare per sintetiche)

Spazzolatici: hanno il compito di pulire la stoffa dal pulviscolo e dalle impurità superficiali ed anche di sollevare la peluria e di uniformare la direzione del pelo nel caso il tessuto sia stato garzato.

Alla spazzolatrice vera e propria (costituita da cilindri motorizzati guarniti con crini) è affiancato un sistema di aspirazione delle polveri, che verranno poi convogliate in un sistema filtrante a sacco. (Fig. 225)



Fig. 223 Taglio, apertura e centratura di maglia tubolare



A spazzola continua

B spazzola a settori

C sbattitore

Fig. 224 Tipi di spazzole



Fig. 225 Spazzolatrice con sistema aspirazione

Tavolo di verifica: consente un controllo visivo dei tessuti da parte di un operatore per consentire la segnalazione delle difettosità in condizioni ottimali di illuminazione. Può essere impiegato nelle fasi intermedie di lavorazione (dopo tessitura) o per la verifica finale. A seconda delle richieste può essere alimentato da subbio normale o gigante, può essere seguito da sistemi di taglio e imballaggio, può disporre di un dispositivo di accumulo (a nastro trasportatore o altro sistema) per eliminare le tensioni (maglie e tessuti elasticizzati).

I sistemi di controllo automatizzati possono essere molteplici e la segnalazione dei difetti può avvenire tramite applicazione di etichette o timbri alle cimose, oppure tali dispositivi possono essere collegati ad un sistema di mappatura computerizzata dei difetti, con indicazioni sulla posizione ed ottimizzazione dei tagli.

I controlli comunemente eseguiti riguardano:

- il metraggio
- i difetti di tessitura (tipo e posizione)
- i difetti di tintura (tipo e posizione) (vedi ricettazione, controllo qualità ed automazione)
- i difetti di stampa (tipo e posizione)
- la presenza di cuciture (posizione)
- le variazioni anomale d'altezza

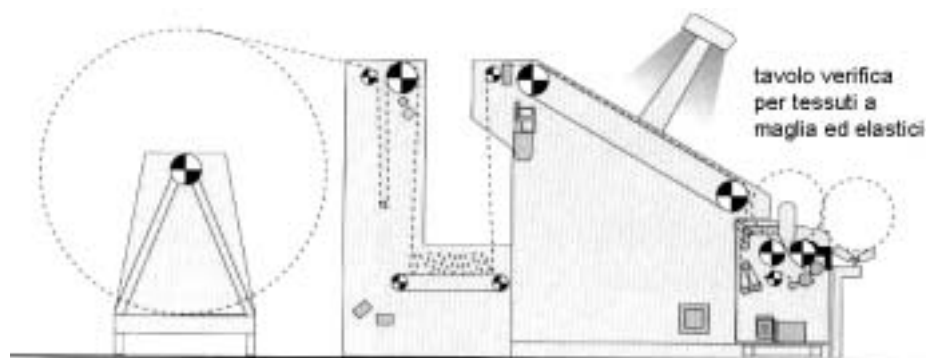


Fig. 226 Tavolo di verifica con tappeto d'accumulo



Fig. 227 Tavolo di verifica per tessuti ortogonali adatto per tessuti a maglia ed elastici

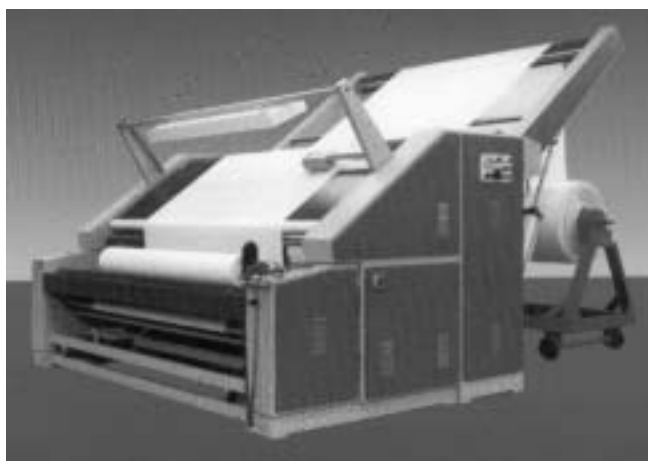


Fig. 228 Tavolo di verifica

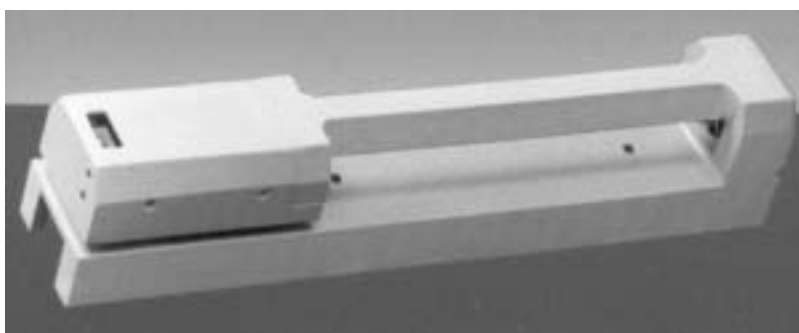


Fig. 229 Dispositivo contametri



*Fig. 230 Rilevatore di cuciture
(segnalazione o taglio)*



Fig. 231 Marcadifetti con etichette adesive

AUTOMAZIONE NELLA NOBILITAZIONE TESSILE

Premessa

L'industria tessile è caratterizzata da una elevata frammentazione del ciclo produttivo in imprese specializzate nella lavorazione di diverse fibre/filati ed in una o più fasi del ciclo produttivo tessile, il che comporta la necessità di organizzarle per una buona riuscita del prodotto finale. Tale frammentazione è più contenuta nelle fasi iniziali della filiera tessile, mentre è più accentuata in quelle finali di nobilitazione che risentono maggiormente delle varietà di lavorazioni richieste dal mercato. Le tecnologie moderne di automazione basate sull'elettronica, sulla programmabilità e sull'intelligenza distribuita presentano una grande potenzialità nei confronti delle problematiche del tessile, e mirano in questi ultimi anni a raggiungere obiettivi fondamentali quali la flessibilità e la qualità, sviluppandosi secondo tre linee evolutive:

- 1) la standardizzazione dei componenti
- 2) la compatibilità dei sistemi
- 3) la diffusione dei PC.

La standardizzazione dei componenti, avviene grazie al fatto che le tecnologie d'automazione si sono concentrate attorno ad alcune tipologie base di operazioni (processi) che devono essere effettuate dalla macchina. Quest'ultima è caratterizzata da un sistema dotato di ingressi (input) e uscite (output). Gli organi di input sono i sensori che trasformano le variabili fisiche del sistema in grandezze elettriche interpretabili da un apparato elettronico. Gli organi di output sono gli attuatori che influiscono sulla macchina e quindi sul processo: motori, elettrovalvole, termoresistenze.

Qualunque processo è riconducibile ad uno schema di questo tipo e può essere controllato azionando gli input in funzione dello stato degli output, secondo una sequenza temporale determinata. Il computer, tramite idoneo software, fornisce il collegamento logico tra gli input e gli output, e determina la sequenza operativa.

L'introduzione dell'automazione è avvenuta a livelli successivi:

1. di macchina, con lo scopo immediato di ridurre e semplificare i compiti dell'operatore;
2. di processo, logica evoluzione successiva, attraverso il collegamento delle diverse fasi produttive e la conduzione automatica dell'impianto, lasciando agli operatori un compito di controllo e di supervisione. Resta tuttora aperta la completa integrazione tra aree produttive diverse (magazzino, preparazione coloranti ed ausiliari, apparecchi di tintura, magazzini, ecc.) e/o aree funzionali diverse quali pianificazione, laboratorio, progettazione disegni, definizione tecnologica dei cicli e produzione. Le integrazioni realizzate sono principalmente ad isola.

La principale differenza fra sistemi automatizzati consiste essenzialmente nel numero di variabili che devono essere controllate.

Gli ambiti tessili nei quali si è potuta verificare una forte evoluzione applicativa dettata dallo sviluppo tecnologico possono essere ricondotti nei seguenti filoni principali:

- 1. analisi e gestione del colore**
- 2. controllo di processo**
- 3. sistemi di gestione della produzione**
- 4. cucine colori**
- 5. magazzini automatizzati**
- 6. sistemi di movimentazione e robotizzazione**
- 7. sistemi di monitoraggio macchine**

Analisi e gestione del colore

Occorre ricordare che fino a qualche decennio fa la valutazione delle riproduzioni della tinta di un campione era affidata esclusivamente all'occhio esperto del tintore, il cui giudizio poteva però essere influenzato da una serie di limitazioni fisiche, fisiologiche e psicologiche. L'affermazione e l'evoluzione dell'elettronica ha rivoluzionato la gestione del colore, fornendo gli strumenti per misurarlo e quindi per trattarlo su base scientifica.

Anche se differenti per prestazioni ed algoritmi di analisi del colore utilizzati, i sistemi sul mercato rispondono tutti ad una medesima architettura di base. Sono costituiti fondamentalmente da due parti:

1. uno spettrofotometro, che ha il compito di misurare le diverse componenti spettrali del campione analizzato. Oggi normalmente viene realizzato con un flash allo xeno, un prisma che separa le componenti cromatiche ed un sensore CCD (del tipo utilizzato nelle moderne telecamere) che legge nello stesso istante l'intensità di tutte le componenti;
2. un computer di mercato, al quale viene collegato lo spettrofotometro come se si trattasse di una comune periferica.

Sul computer è caricato il software che provvede alle elaborazioni e definisce la funzionalità del sistema. E proprio sul software che competono tra loro e si differenziano i diversi sistemi sul mercato.

Il software comprende, in sintesi, queste funzioni:

- algoritmi di analisi del colore (elaborazione dei dati provenienti dallo spettrofotometro per ricavarne le coordinate colorimetriche);
- ricettazione, cioè combinazione degli spettri di più coloranti base per ottenere il colore voluto mescolandoli con diversi dosaggi; il colore da imitare viene proposto al computer leggendone un campione (referenza) con lo spettrofotometro;
- valutazione delle differenze di colore, cioè della distanza tra i colori di due campioni nello spazio del colore, espresso in diversi sistemi di coordinate;
- correzione delle ricette, cioè analisi della differenza tra il colore ottenuto in macchina e la referenza, e calcolo dei dosaggi di coloranti per perfezionare la tintura;
- gestione e archiviazione delle referenze e delle ricette;
- gestione e archiviazione di coloranti e substrati tessili;
- diversi tipi di algoritmi per linearizzare lo spazio del colore rispetto alla risposta dell'occhio umano ed al tipo di sorgente utilizzata (in modo cioè che differenze di colore percepite come equivalenti dall'occhio umano diano luogo a misure dello stesso ordine di grandezza);
- scelta della ricetta in funzione della corrispondenza rispetto al campione, al costo e alla solidità;
- altre funzioni di utilità.

I sistemi di ricettazione strumentale sono ormai universalmente riconosciuti come indispensabili supporti in una tintoria che voglia operare in modo razionale.

BENEFICI	LIMITI
Ripetibilità procedura	Difficoltà di integrazione
Riduzione dei tempi di campionatura	Necessità di formazione
Riduzione dei costi di campionatura	Necessità di modifiche organizzative
Riduzione dei consumi di coloranti	Esigenza di attività preparatorie
Possibilità di valutare la resa dei coloranti	
Minori errori nella formulazione delle ricette	
Correzione rapida delle ricette	
Oggettività nelle valutazioni	
Migliore gestione degli archivi	
Controllo dei costi	
Miglioramento della qualità	

Molti sono i motivi che giustificano gli investimenti in automazione peraltro realizzabile a vari livelli di applicazione e conseguentemente di costi, senza dimenticare che a nulla valgono le più sofisticate automazioni a livello di produzione se le proposte provenienti dal laboratorio sono poco affidabili o addirittura sbagliate.

Per ottenere indicazioni affidabili il laboratorio deve in primo luogo essere equipaggiato con macchinari e impianti concettualmente simili a quelli utilizzati nella produzione, cioè in grado di riprodurre le stesse condizioni di lavoro che si ottengono nel processo industriale.

A questo proposito è stato molto curato dai costruttori di sistemi di color matching l'aspetto della riproducibilità delle misure, che si basa su procedure di taratura rigorose e ripetibili. **I coloranti devono essere dosati con precisione, sia in laboratorio sia in reparto.** Da questo punto di vista non si assiste da tempo a vere e proprie rivoluzioni, dato anche l'elevato livello tecnologico ormai già raggiunto dalle cucine colori automatiche, ma a un continuo miglioramento delle tecniche di dosaggio dei coloranti nelle diverse forme (liquidi, polveri, paste), con precisione nei risultati elevata anche su portate rilevanti.

Sempre in questa ottica, nell'automazione del laboratorio di tintoria, si sta affermando il recente sistema di dosaggio volumetrico "multi-pipetta" quale procedura ideale, semplice e pratica per l'eliminazione di tutti i limiti residui presenti nel classico sistema volumetrico a pipetta singola.

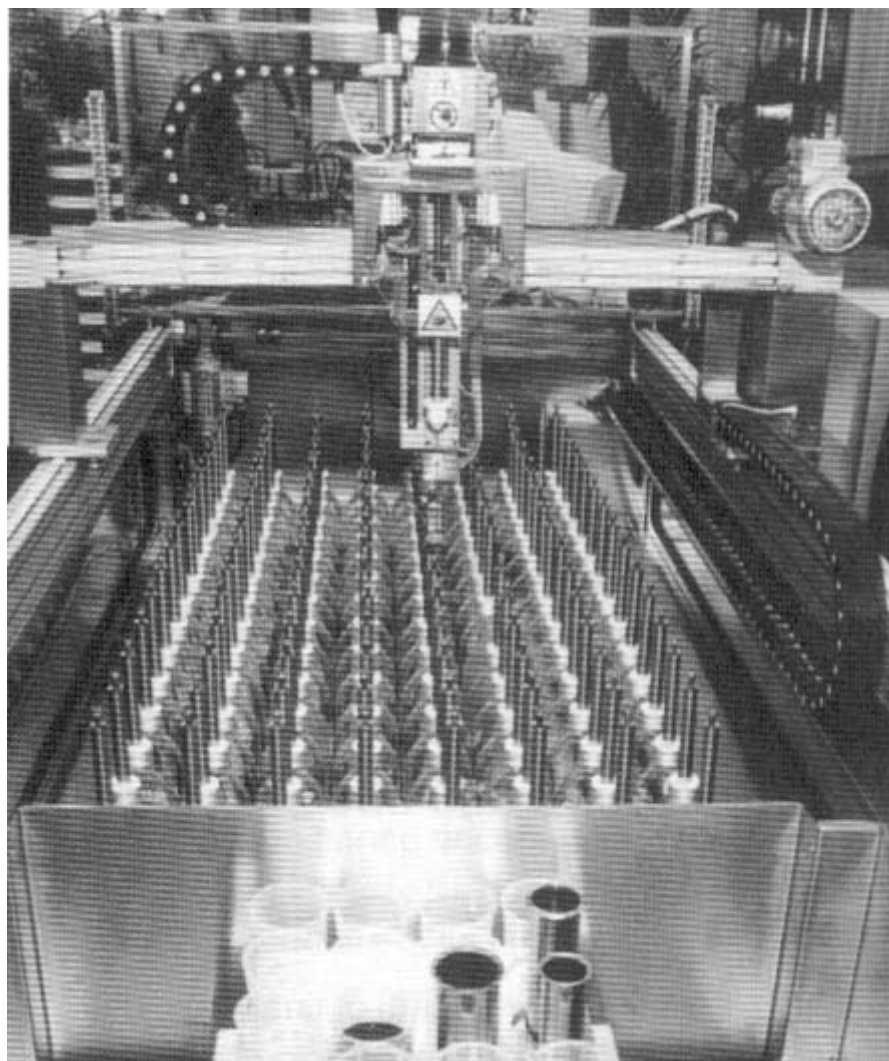


Fig. 232 Sistema di prelievo multipipetta

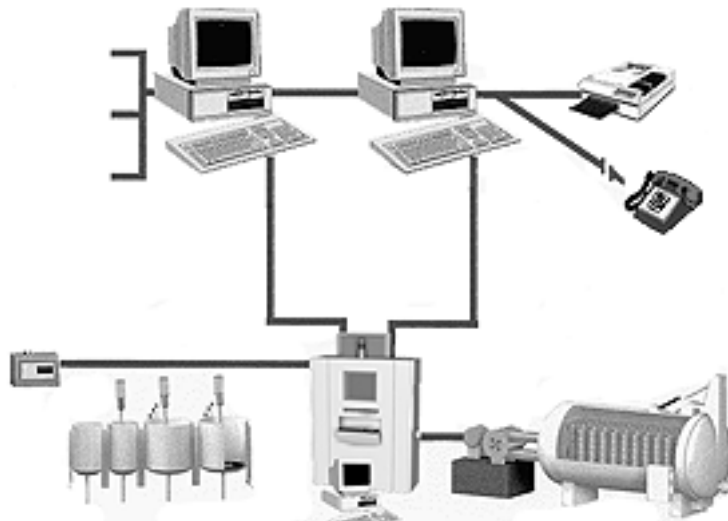
A tal riguardo vanno sottolineati i vantaggi principali derivanti da questa soluzione che consistono:

1. nella rimozione del lavaggio intermedio della pipetta ad ogni cambio di prodotto o di colorante, con una sensibile riduzione dei tempi operativi necessari per ogni singolo dosaggio e, in corrispondenza, un notevole aumento delle capacità produttive nell'ordine del 40-50% in più rispetto ai sistemi a pipetta singola.
2. nella totale eliminazione di rischi di contaminazioni residue che sempre sono possibili in particolare con alcuni prodotti e coloranti anche dopo accurati lavaggi della pipetta.

Non meno importanti sono i vantaggi derivanti dall'utilizzo di pipette dedicate e studiate per le caratteristiche dei singoli prodotti (viscosità, precisione, velocità) che permettono risultati tecnici ottimali. Importante anche l'applicazione di un sistema di riscontro gravimetrico del dosaggio effettuato, che porta all'eliminazione di qualsiasi dubbio residuo sulle effettive quantità di dosaggio effettuate durante le singole erogazioni delle pipette. I dati di lavoro vengono registrati con una stampante mentre un sistema di autocalibrazione automatica consente un check-up continuo delle singole pipette.

Controllori di processo

Rispetto alla tecnologia di visione, quella del controllo di processo è meno specifica, ma corre orizzontalmente all'interno di tutti i settori manifatturieri.



I controllori di processo di interesse per il sistema produttivo tessile sono quei sistemi elettronici-informatici elementari, installati a bordo macchina, che provvedono al controllo di alcuni parametri fondamentali del processo produttivo sulla macchina stessa. Essenzialmente possono essere distinte 4 categorie, in funzione della tecnologia dei controllori, a sua volta legata alla tipologia del processo controllato:

1. **Programmatori di Ciclo:** sono apparecchiature presenti su molte macchine di tintura e basate sul principio di attivare delle uscite in funzione dello stato delle entrate. Ma il funzionamento è meno generico: sono già programmati per gestire un ciclo di operazioni in sequenza, un passo dopo l'altro. La programmazione risulta più semplice, perché resta solo da definire la sequenza di fasi del ciclo e le condizioni per il passaggio da una fase alla successiva (raggiungimento di una certa temperatura, scadere di un tempo prefissato, arrivo di un segnale di consenso, ecc.). Esistono due tipi di programmatori di ciclo: uno basato su microprocessore con hardware e software di proprietà del fornitore, un secondo basato su architettura formata da PC e PLC con tutti i vantaggi di un hardware standard e di un software modificabile.
2. **Controllori Logici Programmabili (PLC) pilotati da PC:** sono apparecchiature in grado di ricevere informazioni logiche (contatti di interruttori o pulsanti, fine corsa, fotocellule, qualunque sensore ON/OFF) e di attivare uscite logiche (comandi elettrici, contatti di relè, ecc.). Un controllore legge continuamente lo stato delle entrate (aperte/chiusure, presenza di tensione/assenza di tensione), ed a seconda della configurazione delle entrate attiva le proprie uscite (eccitate/diseccitate, aperte/chiusure, presenza di comando/assenza di comando). La correlazione logica tra lo stato delle entrate ed il conseguente stato imposto sulle uscite viene determinata attraverso la programmazione dell'apparecchiatura. In questo modo il PLC si propone come un apparato assolutamente general purpose, capace di svolgere le più diverse funzioni purché debitamente programmato dall'utilizzatore. Con i PLC si risolvono in pratica quei problemi di automazione, di gestione di sequenze, che in passato venivano affrontati con impianti elettrici e logiche a relè. Sono presenti su quasi tutte le apparecchiature usate nella nobilitazione tessile per operazioni quali lavaggio, mercerizzo, tintura, asciugamento, calandratura, garzatura, foulardaggio e vaporizzaggio.

3. **Controlli Numerici:** sono apparecchiature elettroniche specificatamente progettate per gestire posizionamenti di più organi in movimento (assi dei robot). Con appositi linguaggi viene programmata la sequenza dei posizionamenti dei diversi assi, ognuno dei quali è controllato misurando la posizione dell'organo movimentato tramite trasduttori molto precisi (encoder, resolver, righe ottiche) che forniscono al controllo un numero (di qui la denominazione) rappresentante la posizione stessa.
4. **Programmatori speciali,** specificamente realizzati per svolgere funzioni dedicate. Sono progettati con la macchina, in funzione di essa, badando a limitare allo stretto necessario la disponibilità di segnali in entrata e in uscita e la capacità di elaborazione. Spesso sono ingegnerizzati in forma di singole schede elettroniche, per ridurre i costi, le dimensioni e le problematiche di manutenzione.

Le quattro categorie suddette spesso convivono e si integrano vicendevolmente.

BENEFICI	LIMITI
Migliore qualità nei processi	Necessità di modifiche organizzative
Riduzione degli errori	Difficoltà di personalizzazione del sistema per esigenze specifiche
Aumento della flessibilità produttiva	Difficoltà interfacciamento con prodotti informatici non omogenei
Razionalizzazione del ciclo con criteri scientifici	Necessità di assistenza e manutenzione
Veloce formazione della manodopera	
Migliore conoscenza delle caratteristiche produttive	
Possibilità di integrazione con altri sistemi informatici aziendali	
Ripetibilità procedura	
Qualità finale svincolata dalle capacità e dall'esperienza del personale addetto	

Sistemi di gestione della produzione

La presenza in fabbrica di sistemi di controllo locale ad elevato contenuto d'intelligenza ha favorito lo sviluppo dei sistemi di gestione della produzione. Quasi tutti i costruttori di controlli di processo propongono anche dei sistemi di supervisione, destinati a centralizzare i dati dei controlli a bordo macchina per fornire diversi livelli di interattività.

Le funzioni oggi disponibili nell'ambito del software di gestione della produzione sono divenute molteplici, e nuovi sviluppi nascono continuamente in vari settori dalla frequentazione e dal confronto tra progettisti di software e utilizzatori tessili. Tra questi:

- pianificazione della produzione
- schedulazione dei lanci in produzione (disposizione, impegno di risorse umane e di macchine, ecc.)
- gestione dei cicli di tintura e finissaggio
- supervisione degli impianti e delle singole macchine, rilevamento a distanza e memorizzazione delle grandezze fisiche principali, archivio storico degli allarmi
- sinottici (talora interattivi) di impianto e di macchina
- archivio delle lavorazioni e delle commesse
- gestione delle ricette e delle sequenze di cicli

- gestione del magazzino di coloranti e ausiliari
- analisi statistica della produzione
- classificazioni legate al controllo qualità
- tracciatura delle singole partite, cioè archiviazione dei diversi passaggi di tintura e finissaggio che consentono in futuro, in caso di contestazioni o problemi, di risalire alla storia della pezza
- collegamento con i sistemi gestionale amministrativi, per lo scambio dei dati relativi a tutte quelle operazioni tecniche che hanno delle conseguenze contabili.

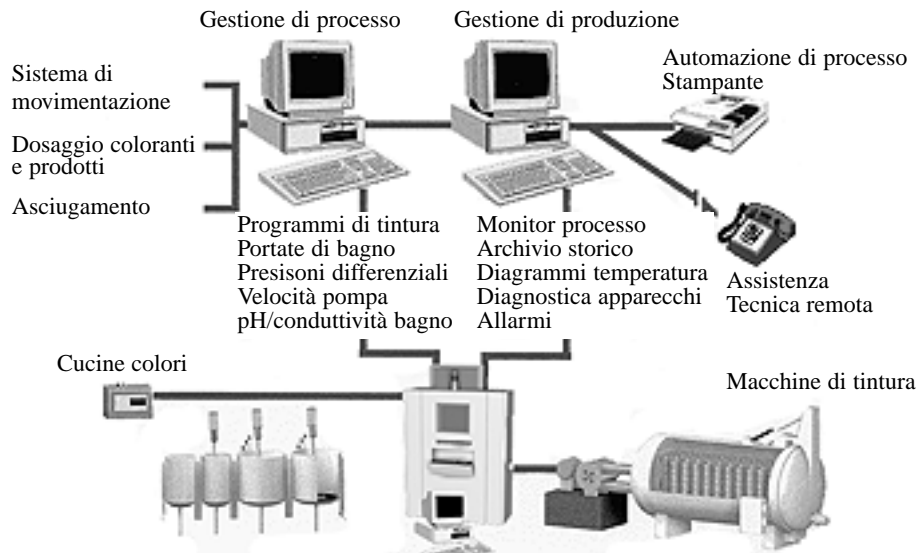


Fig. 233 Esempio di sistema aperto e modulare per il controllo remoto della tintoria, con il quale è possibile installare moduli diversi sulle piattaforme hardware desiderate, posizionando i vari moduli di supervisione in diversi punti dell'impianto.

L'applicazione di tecnologie informatiche all'area della produzione assume nel settore tessile aspetti non dissimili da quelli della maggior parte dei settori manifatturieri. In particolare:

- l'informatica esce dal centro di calcolo, viene distribuita nella fabbrica consentendo di presentare/prelevare dati là dove essi servono o vengono generati;
- le funzioni puramente amministrative vengono sempre più affiancate da funzioni di automazione vere e proprie: gestione ed elaborazione dei dati di tipo organizzativo ma anche tecnologico inerenti la produzione;
- i processi batch (operazioni di elaborazione lanciate sul computer, al termine delle quali si ottengono: bilanci, piani di produzione, situazione magazzino, ecc.) vengono sostituiti da applicazioni real time, che permettono l'accesso e l'aggiornamento immediato degli archivi attraverso uno dei terminali collegati al computer;
- si diffonde l'esigenza di integrare tra di loro trattamenti di informazioni che riguardano aree distinte ma tra loro correlate: la progettazione, la definizione tecnologica dei processi, la preparazione delle macchine, la schedulazione delle risorse, ecc.

Le aziende tessili richiedono all'informatizzazione della produzione una sempre maggiore razionalità di gestione, una riduzione di errori e l'abbattimento degli sprechi. Le esigenze di un sistema informativo per un'azienda tessile possono essere formulate ai tre livelli di conduzione:

1. **gestione dell'azienda**, per quanto riguarda la pianificazione del programma di produzione, il controllo dei risultati, la pianificazione delle vendite e dei costi.

2. **gestione delle funzioni**, in quanto devono rispondere alle esigenze di determinazione del programma o di pianificazione del flusso di produzione. In particolare, aiutano ad evadere gli ordini trasformandoli in disposizioni di lavorazione per i singoli reparti, fasi o macchine. Consentono di ottimizzare le partite in funzione delle risorse e dei parametri tecnologici arrivando a simulare la catena produttiva per ottimizzare l'avanzamento della produzione e bilanciare i carichi alle macchine.
3. **gestione dei processi**, che mira a perfezionare i numerosi procedimenti tecnici di regolazione e programmazione presenti nel processo produttivo. In questa fase i sistemi informatici consentono la raccolta di tutti quei dati di base che servono alla attività di controllo e pianificazione delle funzioni.

BENEFICI
Integrazione tra le diverse aree (pianificazione risorse, progettazione, ricetta, programmazione macchine, controllo costi)
Migliore servizio al cliente sull'avanzamento della produzione e tempi di consegna
Riduzione degli errori
Aumento della flessibilità aziendale
Migliore controllo dell'attività globale dell'azienda
Riduzione delle scorte
Riduzione dei tempi morti
Ripetibilità procedure

LIMITI
Modificazioni introdotte nel modo di operare (necessità di standardizzare le procedure e addestrare il personale)
Problemi di standardizzazione (a causa di controllori spesso incompatibili tra di loro)
Insufficiente personalizzazione del prodotto all'azienda

Cucine colori automatizzate

I reparti di cucina colori presentano problemi diversi per le tintorie e per le stamperie e quindi le soluzioni di automazione hanno seguito soluzioni sensibilmente diverse:

1. nelle **stamperie**, dove si manipolano esclusivamente fluidi viscosi, denominati "paste", o ausiliari in soluzione, sono fondamentali due scopi: campionare gli N colori per variante di ogni disegno in programma e poi rifornire rapidamente e nelle quantità necessarie ogni unità di stampa con le relative paste colorate. Come si vede sono in gioco un numero elevato di campioni e di prodotti con tempi di esecuzione molto rapidi. Da almeno un decennio sono in funzione apparecchiature in grado di assolvere alle esigenze della campionatura, spesso abbinata ad altre destinate al dosaggio delle paste da stampa sia per la campionatura che per la produzione. I sistemi di dosaggio sono collegati ad una serie (in numero estremamente variabile) di contenitori, ognuno riempito costantemente con uno dei colori oppure con pasta da stampa e/o ausiliari. Questi contenitori sono collegati alle pompe pneumatiche o elettriche che mantengono i colori in movimento e spingono il prodotto sul punto di dosaggio. Il controllo del dosaggio è effettuato da controllori dedicati o PLC collegati a PC, adibiti alla ricetta e anche alla gestione della produzione. In alcune circostanze i PC possono essere collegati ad uno spettrofotometro ed al centro gestionale dell'azienda.

2. Per quanto riguarda le **tintorie**, i prodotti destinati alla formazione delle ricette possono essere liquidi o in polvere (ausiliari o coloranti) e le cucine colori sono in generale costituite da quattro sistemi di dosaggio con funzioni separate:

a) dosaggio dei prodotti ausiliari liquidi. I prodotti sono misurati con contalitri volumetrici, misuratori massici o bilance.

Il sistema dosa il prodotto e lo invia alle macchine attraverso una monolinea, oppure passando attraverso un distributore (un tubo per ogni macchina).

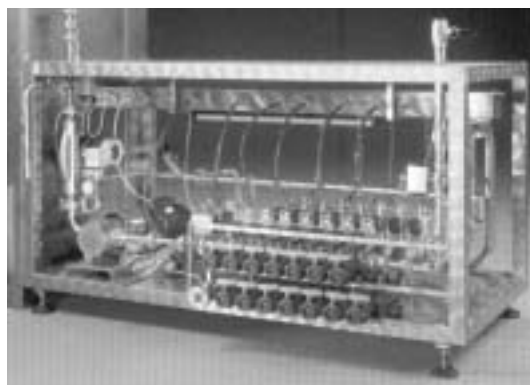


Fig. 234 Stazione dosaggio prodotti liquidi

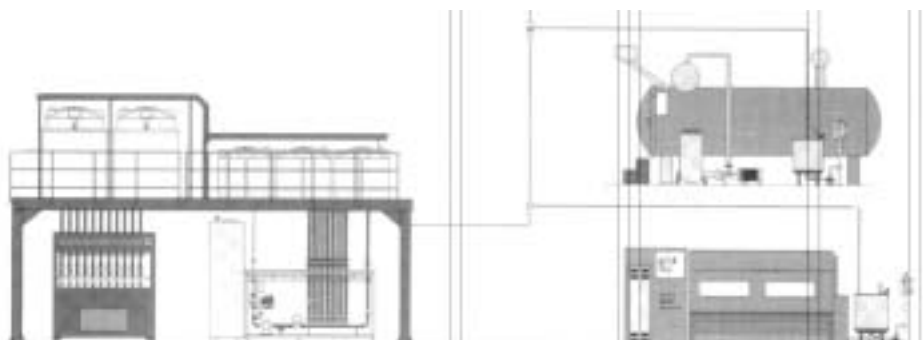


Fig. 235 Schema stazione dosaggio prodotti liquidi

b) dosaggio e scioglitura ausiliari solidi (sali). I sali sono sciolti in bassa quantità di acqua (rapporto $< 1:1$) e inviati ai macchinari di destinazione attraverso un monotubo o un distributore.



Fig. 236 Sistema di dosaggio prodotti in polvere



Fig. 237 Dosaggio prodotti in polvere (particolare del distributore)

- c) dosaggio coloranti in polvere. Attraverso coclee, il colorante è erogato in contenitori posti su di una bilancia. In tintoria è molto diffuso l'utilizzo di sacchetti idrosolubili chiusi dopo il dosaggio e successivamente immessi nel serbatoio a bordo macchina. Spesso il sistema di dosaggio è abbinato ad un sistema di sciogliture tradizionale (attraverso un miscelatore o pompa di ricircolo e trasferimento della polvere nel miscelatore mediante robot) o di nuova generazione (trasferimento e sciogliture polveri mediante il vuoto creato nel contenitore di dissoluzione).

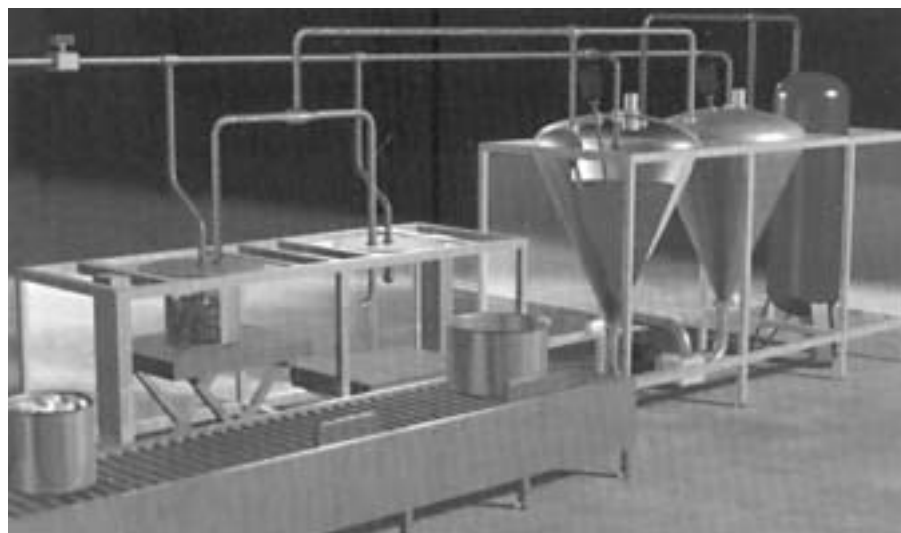


Fig. 238 Schema sistema di dosaggio coloranti in polvere.

In primo piano stazione di aspirazione e lavaggio, in secondo piano stazione di sciogliture

- d) dosaggio coloranti liquidi. Si effettua utilizzando macchine equivalenti a quelle del punto a) o, quando è richiesta una maggiore precisione, alla stessa tecnologia impiegata nei dosaggi per stamperie.

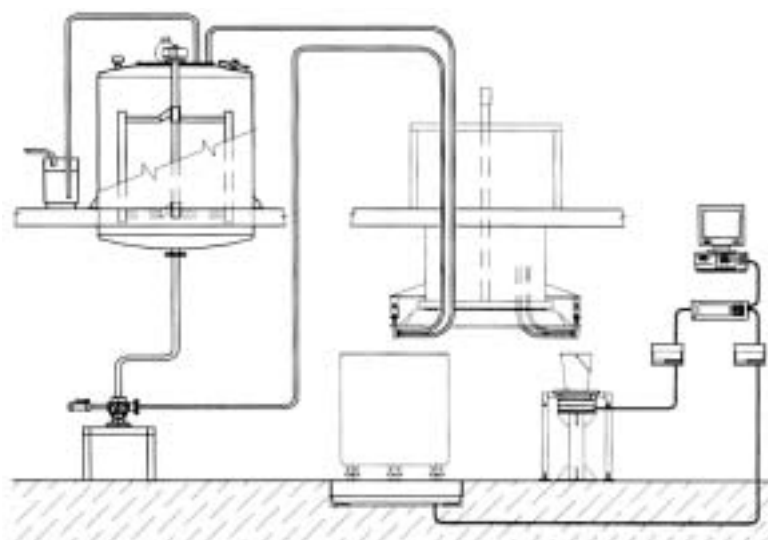


Fig. 239 Schema sistema di dosaggio per stamperie

La complessità delle cucine colori veramente automatizzate risiede soprattutto nelle diverse forme di presentazione dei prodotti, che rendono difficile la unificazione delle apparecchiature. Non vi sono grossi problemi da risolvere per la pesatura dei liquidi o delle paste viscosi, né per la pesatura delle polveri (purché omogenee e non igroscopiche), ma la contemporanea presenza di diverse forme di presentazione dei prodotti da trattare, obbliga a duplicare i sistemi di dosaggio e pesatura.

In pratica sono state realizzate cucine con dosatori adatti solamente per i coloranti e ausiliari disponibili allo stato liquido, pesando gli altri in modo semi automatico, o viceversa.

È importante che i sistemi di dosaggio siano dimensionati tenendo anche conto dei consumi e della contemporaneità delle richieste da parte delle macchine.

I programmi disponibili per la conduzione automatizzata delle cucine provvedono in generale al solo invio delle informazioni necessarie alla pesatura, dissoluzione e trasferimento ai serbatoi di stoccaggio, mentre l'alimentazione temporizzata e la conduzione delle macchine messe in produzione sono gestite direttamente dai controllori di processo a bordo macchina, eventualmente collegati ad un sistema centrale di archiviazione, gestione e invio alle macchine dei programmi dei cicli (sistemi integrati) o dagli operatori (sistemi semiautomatici). È evidente che anche la programmazione logica e tempistica delle due fasi (preparazione delle ricette e loro impiego in tintoria) dovrebbe essere collegata sia con le disponibilità dei magazzini (tessuti e prodotti), che con la programmazione centrale.

Esistono già sistemi automatizzati per queste operazioni abbastanza semplici, ma per tutti i vari collegamenti sorgono anche qui i problemi di interfacciamento citati a proposito dei sistemi di ricetta strumentale. Occorrerà arrivare al più presto alla unificazione delle caratteristiche di interfacciamento dei processori.

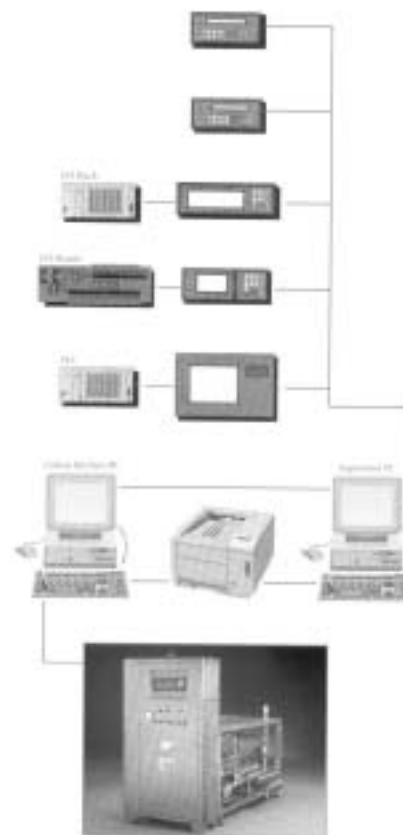
BENEFICI
Riduzione degli errori grazie al dosaggio automatico dei coloranti.
Riduzione degli sprechi e dei tempi morti
Dosaggio rapido
Risparmio di spazio grazie alla compattezza delle realizzazioni
Ripetibilità procedure
Migliore conservazione dei prodotti in serbatoi chiusi ed eliminazione di ogni contaminazione con l'ambiente esterno
Maggiore sicurezza per i lavoratori e per l'ambiente (tutte le esalazioni sono abbattute da idonei impianti di trattamento)
Riduzione manodopera grazie all'eliminazione delle movimentazioni manuali
Adeguamento normativa movimentazione manuale dei carichi
Migliore razionalizzazione dell'organizzazione del lavoro, maggiore integrazione delle fasi operative e marcata ingegnerizzazione del processo di tintoria

LIMITI
Modificazioni introdotte nel modo di operare
Difficoltà di inserimento nelle metodologie produttive
Affidabilità dei sistemi non sempre sufficiente
Difficoltà di collegamento con i sistemi di ricetta

Una delle caratteristiche tecniche più importanti e qualificanti che un impianto di dosaggio automatico deve garantire è, senza dubbio, la possibilità di eseguire dosaggi nei limiti. Come margine di manovra si intende il margine di sicurezza entro il quale la macchina di dosaggio dovrebbe lavorare, evitando richieste di dosaggi al limite delle sue capacità, che sono causa di rallentamenti nell'esecuzione degli stessi e di rischi di errori operativi.

Il concetto di informatizzazione distribuita deve portare a coniugare la specializzazione dei sistemi con la comodità operativa di chi li utilizza e non alla costruzione di isole informatiche. Una rete informatica, nell'esempio riportato, collega diverse stazioni di base che funzionano per mezzo di un'unica interfaccia e che collegano le apparecchiature vitali di controllo di una tintoria. Il tintore può attingere da un archivio di ricette di dosaggio, dove sono elencati tutti i prodotti e l'ordine in cui vanno trasferiti; quindi, riproducendo con l'ausilio del computer le procedure normalmente utilizzate in tintoria, può predisporre la macchina ai dosaggi richiesti.

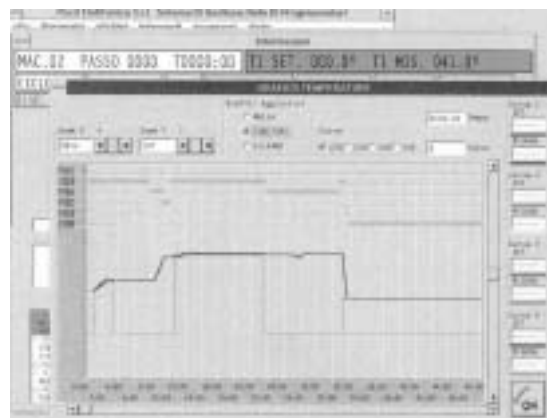
Dato che in una tintoria possono essere presenti macchine di tipo diverso o con tipi diversi di lavorazioni omogenee, è possibile in fase di installazione dell'impianto raggruppare le varie macchine per gruppi, permettendo così una gestione più semplice ed a prova di errore.



Un sistema di PC collegati in rete, memorizza i dati delle macchine e permette una supervisione dell'impianto



Finestra ricette



Finestra grafico temperature sistema

La progettazione e gli studi applicativi effettuati, hanno portato alla realizzazione di sistemi di dosaggio compatti e modulari dotati di circuito idraulico in grado di prelevare direttamente i prodotti dai serbatoi di contenimento, misurarli ed indirizzarli ai punti d'utilizzo tramite un'unica pompa ed un'unica linea di distribuzione. La lettura degli strumenti di misura, volumetrici o massicci, è affidata ad un microprocessore collegato in feed back con un variatore di frequenza che provvede a regolare la portata della pompa in base ai set di dosaggio.

La precisione ottenuta con questo sistema è notevole: ≥ 50 cc. o ≥ 50 gr e la velocità di dosaggio 30/40 lt/min. I prodotti dosati possono essere inviati direttamente agli utilizzi, oppure in vasche di pretrattamento per la miscelazione con altri prodotti o per trattamenti termici, e quindi per mezzo di pompe inviati ai cicli produttivi.

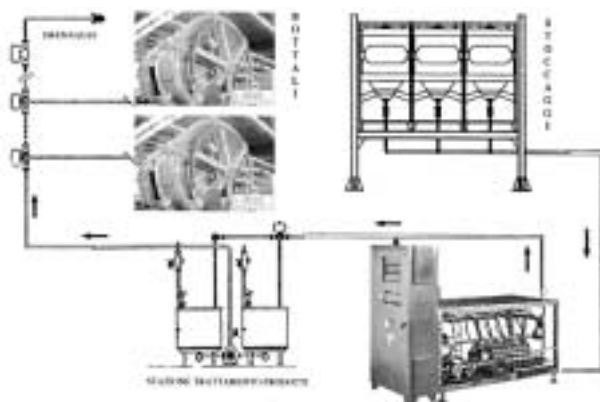


Fig. 240 Sistema di dosaggio compatto e modulare

Una rilevante novità nel campo del trasporto e della sciogliture delle polveri coloranti è la tecnica applicativa del vuoto che consente il trasferimento delle polveri dal secchiello di pesata direttamente al vaso miscelatore, senza l'ausilio di robot e manipolatori. In questo modo la fase di trasferimento non comporta nessuna fuoriuscita di polveri o fumane di vapore, tanto che il sistema è completamente privo di cappe ed esaustori, soddisfacendo così tutte le normative dell'ambiente e della sicurezza. La velocità di trasferimento delle polveri varia da 150 a 300 g/s, in base alla caratteristica chimico-fisica del prodotto. L'alta velocità di trasferimento unita alla turbolenza dell'acqua di abbattimento, sottopongono le polveri ad un'energica azione miscelante ottenendo così l'eliminazione di germi ed una perfetta stempera del colorante.

L'azione meccanica dell'agitatore combinata ai fenomeni emulsionanti sopra citati permette una perfetta sciogliture in tempi sicuramente inferiori di quelli ottenuti usando metodi tradizionali. L'apparecchio è costituito sostanzialmente da due sezioni distinte. Una sezione è dedicata allo svuotamento dei secchielli contenenti il colorante, la seconda è invece costituita dai vasi scioglitori. I sistemi sono connessi fra loro solo impiantisticamente, quindi la loro ubicazione non è vincolante. Il gruppo di aspirazione può essere singolo o doppio così come la batteria dei vasi scioglitori. Il sistema può essere usato in linea con pesa polveri automatici o semplicemente, posizionando manualmente il secchiello porta-polveri sul piano della sezione aspirante. Il lavaggio delle tubazioni e delle unità di trasferimento è eseguito mediante l'uso del vuoto e dell'acqua.



Fig. 241 Particolare di un sistema di dosaggio con la tecnica del vuoto

Il trasferimento della soluzione alle macchine può avvenire attraverso un sistema di distribuzione "monotubo" dotato di valvole di smistamento che, su specifico comando, deviano il flusso della soluzione verso la macchina selezionata. Il sistema monotubo offre notevoli vantaggi rispetto agli impianti provvisti di tubazioni indipendenti per ogni macchina, tra i quali:

- possibilità di impostare la quantità di acqua di risciacquo inviata in macchina in funzione delle diverse capacità dei barilotti di servizio agli apparecchi di tintura e dei relativi rapporti bagno;
- possibilità di eseguire i cicli di risciacquo con limitati quantitativi d'acqua e di raggiungere velocità e pressioni in grado di garantire il perfetto lavaggio della linea;
- razionalizzazione e semplificazione delle operazioni di installazione della linea di trasferimento.

Magazzini automatici

Negli impianti completamente automatizzati l'immagazzinaggio, il carico e lo scarico dei tessuti, l'inserimento e l'estrazione dei portamateriali dalle autoclavi di tintura filo, il trasporto dei materiali, il controllo dei parametri del ciclo di tintura e l'aggiunta di coloranti e ausiliari vengono eseguite da un computer, senza alcun intervento umano.



Fig. 242 Impianto completamente robotizzato per la tintura di rocche, dotato di gru per il trasporto dei portamateriali e il carico/scarico delle macchine.

L'automazione dei magazzini è relativamente recente e rappresenta un mix di varie tecnologie di base: informatica, robotica, sistemi di movimentazione e manipolazione. Applicati inizialmente per la gestione di grandi volumi di articoli di piccole dimensioni (componentistica meccanica ed elettronica, medicinali, ecc.), i magazzini automatici stanno ora estendendo i loro campi di utilizzo ai prodotti più svariati.

L'aspetto strategico del magazzino rende necessario l'esame del sistema produttivo ed organizzativo dell'azienda che evidenzia tre tipologie differenti, anche se intimamente connesse tra di loro, di flussi da prendere in esame: flusso dei materiali, flussi organizzativi, flussi informativi.

Il cuore del sistema, il punto centrale dei vari flussi, è costituito appunto dal magazzino.

La tipologia e la dimensione dei vari ingressi/uscite è legata alla specifica applicazione, ma saranno comunque presenti materiali in ingresso che si possono segmentare in due grandi famiglie:

- materiali che provengono dalle lavorazioni interne,
- materiali che provengono dalle lavorazioni esterne.

In molti casi, caratterizzati da un forte decentramento produttivo, questi ultimi hanno una importanza decisamente superiore.

Il sistema di gestione di un magazzino automatico comporta l'elaborazione digitale di "opportune caratteristiche" e lo scambio di informazioni con un Host computer che può essere già quello che opera nell'azienda oppure uno dedicato specificamente al magazzino.

L'Host indirizza verso l'elaboratore la lista dei prelievi, la lista delle destinazioni, la lista dei prodotti in lavorazione, l'aggiornamento degli archivi, mentre dall'elaboratore viene avviata all'Host la lista dei movimenti effettuati.

Il sistema di gestione (magazzino + sistema di trasporto) consente di identificare ed immagazzinare il materiale proveniente dalle lavorazioni ed effettuare il prelievo dei materiali per avviarli alle lavorazioni stesse permettendo la conoscenza, istante per istante, della situazione del magazzino attraverso la realizzazione di una mappa fisica degli articoli e dei processi.

Per quanto riguarda il settore tessile, considerandone le problematiche generali e specifiche risulta evidente la crescente importanza dell'immagazzinamento, soprattutto alla luce dei nuovi sistemi organizzativi che tendono a ridurre il tempo di attraversamento dei prodotti ed in definitiva a servire rapidamente un mercato mutevole con stoccaggi minimi o nulli.

BENEFICI
Integrazione del ciclo produttivo
Risparmio di manodopera
Eliminazione operazioni faticose
Risparmio di spazio
Ripetibilità delle procedure
Riduzione degli errori
Maggiore produttività

LIMITI
Modificazioni nel modo di operare
Layout impianti e strutture
Necessità di studio e personalizzazione
Mancanza di spazio

Sistemi di movimentazione e robotizzazione

Le tecnologie di automazione e di informatica hanno portato a soluzioni molto sofisticate che permettono di affrontare il problema della movimentazione non più attraverso semplici soluzioni meccaniche, ma condizionando la logistica dell'impresa mediante una gestione "intelligente" dei flussi che permette di ottenere flessibilità e capacità di adattamento.

I sistemi di trasporto automatico hanno caratteristiche di base legate alle applicazioni cui si rivolgono ed all'ambiente in cui si devono applicare e sono fortemente condizionati dal layout esistente e dalla struttura degli edifici che accolgono gli impianti.

In linea generale si possono avere sistemi: a rotaia, posizionata sul terreno, a rotaia aerea, senza supporti fisici, ovvero sistemi che acquisiscono informazioni attraverso guide magnetiche, ottiche o sonore che non hanno bisogno di particolari interventi sulle strutture preesistenti degli edifici. La casistica delle movimentazioni tessili è molto vasta e difficilmente si possono fornire esempi di applicazioni valide in un ventaglio significativo di casi e dipende:

- dal tipo di manufatto trattato (balle di fiocco, bumps, vasi di nastro pettinato, fusi, rocche, pezze in rotolo, faldate, quadri da stampa, contenitori di coloranti, ecc.);
- dal tipo di macchinario da interconnettere con i sistemi di movimentazione (macchine operatrici, sistemi di controllo, imballaggio, magazzino);
- dalle operazioni di manipolazione da effettuare (semplice spostamento, orientamento delle confezioni, raggruppamento, ecc.);

- dal livello di intelligenza delle operazioni richieste (sia a livello di sensoristica, come capacità di variare il comportamento in funzione delle caratteristiche fisiche della confezione o dell'ambiente, sia a livello operativo, dal punto di vista gestione informatizzata degli articoli presi in carico dal sistema di movimentazione, definizione automatica dei percorsi, delle destinazioni, ecc.).

Praticamente ogni problema di trasporto in un'azienda tessile può essere risolto con l'applicazione delle tecnologie oggi esistenti, opportunamente adattate.

Un problema che deve essere risolto, per poter realmente sfruttare i sistemi automatici di movimentazione nella pratica tessile, è quello della standardizzazione delle confezioni e dei formati.

Ciò vale soprattutto per le imprese terziste, che non sono in grado di condizionare le specifiche di presentazione dei semilavorati dei clienti, sui quali devono operare: formato e geometria delle rocche, dei relativi tubetti, modalità di inscatolamento, tipo di palettizzazione di rocche o pezze in rotolo, ecc. Un altro vincolo presente nel settore tessile è costituito dalla estrema variabilità delle produzioni e dalla limitata dimensione dei lotti, che comportano variazioni continue nei flussi e nel layout della "fabbrica virtuale" che periodicamente viene a configurarsi nell'azienda. La linea di tendenza è, oggi, quella di realizzare una sempre maggiore integrazione tra i sistemi di trasporto e sistema (robot o altro) che opera sulle macchine produttive, per poter effettivamente risolvere in modo flessibile una serie di casi che si presentano nella normale conduzione dell'impianto. Infatti un semplice sistema di trasferimento fisico dei semilavorati può eliminare del lavoro umano, ma non contribuisce alla flessibilità produttiva dell'azienda, se a monte e a valle rimane necessaria un'attività di carico e scarico manuale.

BENEFICI	LIMITI
Maggiore efficienza grazie a un'organizzazione del lavoro più razionale e più conforme alle esigenze produttive	Modificazioni introdotte nel modo di operare per maggiore standardizzazione delle confezioni e dei formati, del layout degli impianti e dei flussi informativi
Riduzione dei costi di manodopera	Rapporto costo lavoro/costo investimento piuttosto elevato
Riduzione dei tempi morti a causa di una migliore continuità nel ciclo produttivo	Rigidità del sistema in riferimento alla grande variabilità del ciclo produttivo tessile (cambiamenti moda, stagionalità delle produzioni, ecc)
Riduzione degli errori	Difficoltà di interfacciamento con i macchinari esistenti
Riduzione delle operazioni faticose	
Risparmio di spazio con migliore razionalizzazione dei cicli produttivi e del layout.	
Riduzione scorte e stoccaggi intermedi	

Nell'applicazione dei robot a livello industriale tessile si ritiene utile proporre la progettazione di un sistema originale nel quale l'idea base è stata quella di realizzare un impianto robotizzato di tintura, centrifugazione ed asciugamento che, ricevendo in ingresso le bobine di filato in apposite colonne modulari il cui numero di rocche può essere variato in funzione delle esigenze, permettesse di ottenere in uscita le stesse colonne di rocche tinte ed essiccate.

Caratteristica comune della maggior parte degli impianti tradizionali è quella di preoccuparsi principalmente della fase di tintura vera e propria, spingendo al massimo il grado di sofisticazione per quanto riguarda l'automazione di processo e il carico e scarico dei portamateriali specificatamente progettati per ottimizzare il funzionamento delle stesse autoclavi di tintura.

Questo avviene spesso a scapito delle fasi successive, ovvero la centrifugazione e l'essiccazione, le quali costituiscono comunque parte del processo tintoriale nel suo insieme.

In questo modo ci si ritrova nella necessità di prevedere complessi sistemi di movimentazione delle rocche dai portamateriali di tintura all'idroestrattore centrifugo e successivamente ai portamateriali di asciugamento, con conseguenti ingenti costi di investimento in automazione o, alternativamente, in manodopera.

Nell'ottica di rendere il più semplice, affidabile ed economico possibile il sistema di movimentazione si sono studiate delle autoclavi di tintura e di asciugamento concepite per accogliere le rocche di filato in colonne centrifugabili che vengono trasportate in moduli costituiti da gruppi di sei contemporaneamente, direttamente da macchina per tingere a centrifuga ed a asciugatoio, rendendo quindi superfluo l'utilizzo di portamateriali specifici.

Il modulo costituito dalle sei colonne viene infatti movimentato attraverso uno specifico carroponte robotizzato con pinza di aggancio multipla, in modo da permettere il carico simultaneo dell'intera capacità della centrifuga.



Fig. 243 Modulo a sei colonne robotizzato: immagine e schema carico/scarico rocche

L'autoclave di tintura è stata poi ottimizzata nella propria forma e volumetria in modo da salvaguardare l'ottenimento del rapporto bagno ideale.

La configurazione più completa è la seguente:

- Magazzino automatico delle rocche da processare disposte su Europallet con divisori in cartone o plastica.
- Stazione automatica di depallettizzazione rocche con caricamento ed eventuale pressatura delle rocche sulle colonne portarocche verticali centrifugabili. Le colonne portarocche sono disposte su una piattaforma secondo la configurazione circolare tipica del modulo da tintura (corona circolare di colonne in numero tale da formare il modulo carica voluta). Sulla stazione si effettua l'operazione di pesatura elettronica del modulo caricato.
- Robot di sollevamento e trasporto dei moduli a corona circolare (non esistono i classici portamateriali). Il robot è configurato come carroponte automatico con pinze automatiche che afferrano le colonne per l'estremità superiore. Le pinze sono in numero pari a quello delle colonne costituenti il modulo, disposte su un diametro pari a quello della corona circolare del modulo e si muovono in sincrono secondo i tre assi X,Y e Z nello spazio provvedendo allo spostamento, all'introduzione, all'estrazione dalle diverse macchine.
- Apparecchi di tintura ad asse verticale ed a camere di tintura che lavorano in modo completamente automatico con basso rapporto bagno. Gli apparecchi usano la sperimentata

tecnologia tintoriale del cuscino d'aria e sono governati dal computer di processo basato su piattaforma PC standard. La sua carica può essere ridotta utilizzando riduttori volumetrici ad un minimo di due colonne. Gli apparecchi multipli possono ridurre la loro capacità a rapporto bagno costante isolando mediante apposite valvole uno o più moduli e possono essere collegati in parallelo in modo da raddoppiare la carica dell'apparecchio. L'impianto si basa su un modulo di sei colonne da 12 rocche compenetrabili da 2 kg ognuna. La carica di colonna è di 24 kg, la carica del modulo è di 144 kg.

- Idroestrattore, in grado di ricevere il modulo a corona circolare di colonne centrifugabili. Il ciclo è realizzato in modo completamente automatico mediante il computer di processo. Il ciclo di centrifugazione del modulo ha una durata media di 15 minuti.
- Apparecchi d'asciugamento ad asse verticale ed a camera a corona circolare che realizzano l'essiccamento in modo completamente automatico con fine ciclo ponderale. Sono normalmente a 2 o 4 moduli con unica stazione di filtraggio, spinta a riscaldamento d'aria. I moduli possono caricare filati di fibra, titolo e colori diversi senza rischio d'inquinamento reciproco essendo il circuito aperto (l'aria dopo aver attraversato il filato viene aspirata e convogliata al camino) e con sicurezza di perfetto asciugamento essendo il fine ciclo determinato dal peso del singolo modulo.
- Stazione di scaricamento automatico delle rocche tinte ed asciugate dalle colonne centrifugabili dai moduli. La stazione è la stessa che effettua il carico e provvede a deporre le rocche su carrelli destinati alla stracannatura o a riformare degli Europallet in caso le rocche debbano essere trasportate altrove.

Vantaggi caratteristici dell'impianto

- Colonne centrifugabili su cui le rocche vengono caricate in greggio e scaricate a fine ciclo dopo asciugamento senza mai essere toccate dall'uomo
- Assenza dei portamateriali tradizionali
- Stessa configurazione a corona circolare del modulo per apparecchio di tintura, idroestrattore e apparecchio di asciugamento con enorme semplificazione dell'automazione e corrispondente aumento dell'affidabilità e diminuzione del costo
- Estrema flessibilità di carica
- Idroestrattore standardizzato
- Raccordo completamente automatico con magazzino filato

Sistemi di monitoraggio macchine

Con la denominazione di sistemi di monitoraggio delle macchine vengono qui indicati quei sistemi elettronici-informatici destinati al controllo:

- dell'output produttivo, in termini di quantità di semilavorato e/o eventi fisici connessi al semilavorato stesso (ad esempio numero di battute di un telaio, cause di arresto, numero di rocche scaricate da una roccatrice, ecc);
- dei parametri operativi delle singole macchine (tarature meccaniche, temperature, pressioni, ecc.); Sono invece normalmente esclusi da tale famiglia quei sistemi che sono direttamente destinati al controllo di qualità in linea, e quindi al rilevamento di parametri tecnologici e non solo produttivi; spesso tuttavia il confine è molto sfumato.

Tali sistemi hanno come comune denominatore il compito di rilevare grandezze fisiche variamente correlabili ai parametri che si desidera monitorare, e di consentire una più o meno spinta elaborazione in tempo reale o quasi reale.

Le azioni conseguenti l'elaborazione possono limitarsi ad una semplice segnalazione o raggiungere, attraverso successivi livelli di sofisticazione, la autoregolazione delle singole macchine o dell'intero reparto.

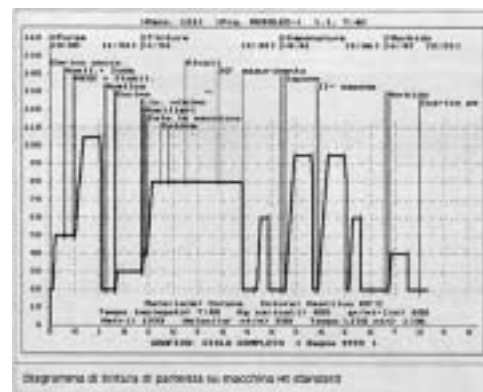
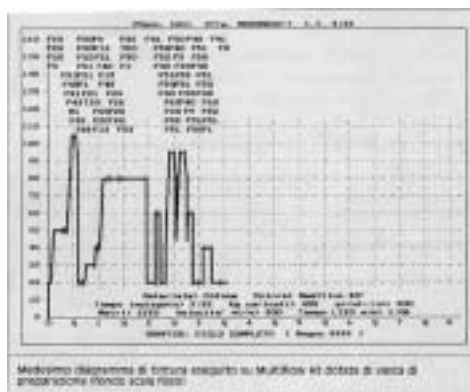
Essenzialmente possono essere identificate due diverse categorie di sistemi:

1. **monitoraggio di quantità prodotte e di modalità operative.** In questa tipologia rientra la maggior parte dei sistemi introducibili in azienda per rilevare direttamente le modalità di produzione; spesso è insufficiente rilevare il numero delle singole unità di prodotto ma occorre altresì correlare tale valore al tempo cronologico in cui esse sono state emesse, agli stati di alcune grandezze fondamentali, agli eventi occorsi e ad altre grandezze collaterali. I sistemi della prima categoria sono presenti ormai in grande numero sul mercato tessile, ed essendo usciti dalla fase pionieristica, hanno raggiunto livelli di affidabilità elevati e specifiche adeguate ai requisiti della domanda. Così è possibile effettuare:

- 1) una visualizzazione real time dello stato della macchina;
- 2) la registrazione e storicizzazione in report degli eventi sulle macchine, compresi gli interventi asincroni dell'operatore;
- 3) l'elaborazione statistica dei suddetti dati;
- 4) la creazione di cicli di tintura e il loro invio ai controllori di processo;
- 5) il comando per via remota della macchina;
- 6) la pianificazione delle attività dell'isola tintoria.

Tutti i sistemi di monitoraggio si preoccupano di pilotare i sistemi di dosaggio automatico facendo da interfaccia con i controllori di processo delle macchine di tintoria. Essi sono facilmente introducibili sul parco macchine esistente, senza complesse opere di aggiustaggio meccanico ed elettronico, rendendo quindi poco onerosa l'installazione. Dal punto di vista della capacità di elaborazione, sono facilmente personalizzabili e spesso presentano prestazioni ridondanti le reali esigenze di informazione.

2. **monitoraggio di parametri operativi di reparto.** Sono quei sistemi che si occupano di regolare, oltre che monitorare, macchine tra loro dissimili inserite in un unico contesto. Questa funzione viene di solito ottenuta attraverso elaboratori e procedure software speciali, raramente applicabili identicamente in strutture produttive differenti. Esempio tipico è il controllo di un reparto di tintoria o di stamperia, dove le variabili produttive e gestionali sono complesse in quanto legate a macchine diverse tra di loro e vi è la necessità di una gestione contemporanea di lavorazioni differenti, che coinvolgono grandezze fisiche diverse. I sistemi della seconda categoria, nell'installazione in reparti di nobilitazione (tintoria, stamperia, finissaggi umidi o asciutti), difficilmente vengono progettati e realizzati dai costruttori delle singole unità operative, proprio perché destinati a gestire macchine di fornitori diversi; è pertanto l'ambito di intervento tipico di aziende specializzate nell'integrazione di sistemi.



BENEFICI
Miglioramento della qualità e del servizio al cliente
Riduzione fermata macchine grazie ad una migliore programmazione, organizzazione del lavoro e manutenzione preventiva
Aumento della produttività
Riduzione manodopera per controlli
Maggiore disponibilità di informazioni in tempo reale, confrontabili in modo automatico e continuo
Miglioramento della programmazione dal punto di vista qualitativo, quantitativo e organizzativo
Possibilità di effettuare manutenzione preventiva, grazie all'analisi statistica dei dati

LIMITI
Incompatibilità con altri sistemi informatici
Costo di installazione dovuto a sostituzione microprocessori e per sviluppo interfaccia software con controllori già esistenti

TERMINOLOGIA DEI FINISSAGGI

Supporto base	È il tessuto di partenza pronto per essere sottoposto alle operazioni di finissaggio e quindi per essere dotato di quegli effetti, proprietà e caratteristiche che concorrono a formare "l'articolo finito".
Articolo	È il tessuto finito, cioè pronto per essere venduto e confezionato è quindi diventare un "capo confezionato".
Capo	È l'articolo confezionato destinato alla vendita.
Finissaggio	È quell'insieme di operazioni che trasformano un supporto tessile in articolo. Questa definizione è semplicistica ma sufficiente per definire il finissaggio dei tessuti destinati all'abbigliamento sportivo ed al tempo libero. Un finissaggio concorre a formare una certa mano, è costituito da determinati effetti e possiede caratteristiche e proprietà ben definite.
Mano	È l'identificazione convenzionale di uno o più finissaggi. Quasi sempre si richiama agli effetti e alle caratteristiche del finissaggio stesso, ma spesso si indica con un puro e semplice nome o marchio commerciale.
Etichettatura	Costituiscono le proprietà e le caratteristiche di un finissaggio e si identificano con dei valori o simboli derivati da controlli veri e propri condotti secondo norme internazionali (UNI - DIN - ISO ecc.) o attraverso procedure concordate tra le parti. La messa in etichetta delle norme di manutenzione di un capo è per legge obbligatoria così come l'etichetta di composizione (% natura fibra - % natura prodotti chimici). I comportamenti e le solidità possono essere pure richiamati nella etichetta che accompagna l'articolo e il capo confezionato.
Stendino	È il campione dimostrativo dell'articolo riportante le caratteristiche salienti. Viene distribuito durante la fiera ai clienti interessati.
Taglio prototipo	È un campione dell'articolo ben più grande dello stendino. Viene richiesto in occasione della fiera e spedito subito in quanto serve al cliente per valutare l'eventuale acquisto e passare alla disposizione delle pezze tipo.
Pezze tipo	Corrispondono all'articolo e fanno testo per i futuri ordini. Servono per confezionare i capi destinati alla promozione vendita tra i grossisti e i grandi magazzini. Le pezze tipo devono essere consegnate poche settimane dopo le fiere e dalla loro quantità una volta si poteva prevedere l'ammontare in metri delle ordinazioni vere e proprie secondo un rapporto di 1:10 circa.
Coordinati	Sono diversi articoli che insieme concorrono a formare un abbigliamento completo (es. camicia, gilé, giacca). È evidente che articoli destinati a far parte di un coordinato devono essere rigorosamente costanti nelle caratteristiche tintoriali, mano e proprietà.

Lab-Dye	È la riproduzione in laboratorio di un colore fuori cartella che tiene conto della variazione di tono dovuta al finissaggio inteso come operazioni ad umido e a secco. Il Lab-Dye fa testo per le disposizioni degli articoli.
WR	È un termine che nel finissaggio ricorre sempre più sovente e che significa idrorepellente o antigoccia, dall'inglese water repellent.
Controllo qualità	Al giorno d'oggi si ricorre sempre più spesso al controllo qualità presso terzi, cioè presso aziende di servizio qualificate e certificate, come la "Codetex", che classificano gli articoli nelle diverse classi di scelta fino a dichiararli non commerciabili a seconda dei difetti riscontrati per ogni 100 ml (falli) e a seconda delle resistenze meccaniche. Perché una pezza sia classificata di prima scelta i falli su 100 ml non devono superare il numero di 10 / 15 mentre le resistenze allo strappo (Elmendorf), sempre per tessuto destinato all'abbigliamento sportivo, non devono essere inferiori a 600 g in trama e 900 g in ordito, specialmente su supporti resinati. Questo vale per articoli da confezionarsi con bottoni ad asola, mentre le resistenze aumentano rispettivamente a 900/1200 g per articoli da confezionarsi con bottoni automatici.
Tendenza	È un termine astratto ma molto importante nel settore dell'abbigliamento sportivo. Questo termine si comprende attraverso i seguenti slogans: fare tendenza, andare contro tendenza, intuire la tendenza, mutare tendenza, seguire la tendenza, tendenza che fa moda. La tendenza, in questi casi, significa orientamento e coinvolge i colori, i finissaggi e la composizione di un tessuto. E' importante perché influenza molto l'andamento della vendita e la fortuna di un articolo.
Campionario	Insieme di articoli, ordinati e proposti in modo appropriato al fine di suscitare interesse e favorirne la vendita. Rappresenta la spina dorsale della partecipazione ad una fiera, non solo per la sostanza degli articoli proposti, ma anche per come gli stessi vengono presentati (gusto composizione - caratteristiche proprietà - ecc. ecc.). Un vero campionario deve essere sempre accompagnato da capi confezionati "tipo" almeno per gli articoli più validi o di lancio. La confezione di questi capi tipo è molto importante, tanto che a volte determina il successo o la scomparsa di un articolo. Per la confezione di capi "tipo" per fiere è opportuno valersi dell'opera di aziende specializzate in questo servizio e del consiglio di un vero e proprio stilista.
Collezione	Termine usato per indicare il contenuto di un campionario ma più propriamente usato per l'insieme di capi confezionati destinati ad una sfilata o alla promozione della vendita.
Creativo	È il personaggio più importante nell'ambito di una industria tessile che partecipa alle fiere. È la persona dotata di sensibilità e capace di intuire la tendenza e quindi in possesso di buon gusto e stile, all'altezza cioè di confezionare "il campionario". Questa persona presiede le riunioni dedicate alla scelta dei supporti, dei finissaggi e degli articoli; è al vertice della ricerca, della vendita e dell'organizzazione commerciale; è l'immagine dell'azienda.

TERMINOLOGIA TECNICA DELLA TINTURA

Rapporto bagno	È il rapporto tra il peso in Kg del materiale da tingere ed il volume complessivo, in litri, del bagno di tintura. Si indica brevemente con R.B. Così ad esempio tingere con R.B. 1:30 significa, nella pratica di laboratorio, impiegare 30 ml di bagno per ogni grammo di tessile.
Intensità di tintura	È la quantità in grammi di colorante impiegato per 100 gr. di tessile. Quando non diversamente specificate le quantità di colorante, di acqua, di ausiliari ecc., sono sempre riferite, analogamente a quanto si verifica per le cartelle fornite dalle varie Case produttrici, al peso della merce da tingere.
Esaurimento del bagno	Indica la quantità di colorante trasferitosi nel corso della tintura dal bagno alla fibra, e viene espresso quantitativamente in percentuale sul colorante presente nel bagno stesso ad inizio di tintura. Un bagno sarebbe quindi completamente esaurito se denunciassse un grado di esaurimento del 100% .
Ugualizzazione	Diciamo che una tintura è ugualizzata quando il tessile non presenta, nei diversi suoi punti, alcuna variazione nell'effetto tinto. La ugualizzazione dipende essenzialmente dal potere migratorio del colorante, cioè della sua capacità, una volta salito sul substrato tessile di distribuirsi regolarmente lungo le fibre.
Barratura	Questo termine sta a indicare quelle particolari ineguaglianze di tintura che si possono manifestare in un tessile sotto forma di strisce o bande più o meno estese e ripetentesi, a seconda dei casi, più o meno regolarmente.
Lisaggio	È il procedimento con il quale il materiale da tingere viene opportunamente mosso nel bagno tintoriale al fine di raggiungere i migliori risultati per quanto riguarda la ugualizzazione della tintura.
Scarico della tinta	E' il processo col quale un colorante viene allontanato dalla fibra mediante opportuni agenti chimici o fisici.
Rimontare	Operazione con la quale un tessile già tinto viene assoggettato ad un nuovo processo tintoriale, con un colorante adatto ad aumentare la brillantezza della tintura precedente o a variarne il tono. Così ad esempio una tintura allo zolfo può essere rimontata con un colorante basico.
Campionatura	Operazione con la quale si riproduce tintorialmente una tinta uguale a quella di un determinato campione.
Nuanzatura	Operazione mediante la quale il tono di una data tintura viene spostato verso l'effetto desiderato mediante addizione di quantità opportune di uno o più coloranti. Così, ad esempio, nuanzando un rosso con quantità varianti di blu, potremo ottenere una certa gamma di violetti. La tecnica della nuanzatura è fondamentale per la campionatura.

Ausiliari tessili

Sotto questo nome vanno tutti quei prodotti che direttamente o indirettamente influenzano il processo della tintura. Si possono così raggruppare:

a) Acidi

Promuovono la tintura con i coloranti acidi, in quanto caratterizzano positivamente i gruppi amminici delle fibre proteiche.

b) Sali

Possono agire da egualizzanti, come il solfato sodico nella tintura della lana, o come promotori dell'esaurimento dei bagni, come si verifica, sempre nel caso del solfato sodico, riguardo alla tintura del cotone con i coloranti diretti. Alcuni sali trovano invece impiego come riducenti per la dissoluzione di certi coloranti: così ad esempio l'idrosolfito di sodio e il solfuro di sodio, usati rispettivamente per i coloranti al tino e allo zolfo.

c) Basi

Le più usate sono la soda caustica e l'ammoniaca: la prima è indispensabile per la solubilizzazione dei naftoli e nella riduzione dei coloranti al tino, la seconda è adoperata per ottenere bagni a bassa alcalinità.

d) Prodotti tensioattivi

1) Non ionici – Anionici

Contengono catene del tipo $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-$ e non sono ionizzabili. Vengono largamente impiegati come detergenti, ugualizzanti, disperdenti.

2) Non ionici – Cationici

Sono composti nella cui molecola sono opportunamente associati sia il carattere cationico come quello non ionico. Trovano impiego come disperdenti e come ugualizzanti specialmente nella tintura della lana con alcuni tipi di coloranti acidi e premetallizzati.

e) Rigonfianti o carriers o trasportatori

Sono composti della serie aromatica che permettono un certo rigonfiamento alle fibre sintetiche fortemente idrofobe, tipo poliestere.

La loro azione, che risulta determinante nella tintura di dette fibre, risiederebbe anche nella possibilità di formare sul substrato tessile una pellicola che agisce da solvente nei riguardi del colorante impiegato (disperso). La fibra viene così a trovarsi in contatto con una soluzione più concentrata di colorante, e di conseguenza si verifica un aumento della velocità di tintura.

AVVERTENZE SULLA TECNICA DI LABORATORIO

Bagnatura pretintoriale del tessile

La merce deve venire accuratamente imbibita di acqua prima di essere introdotta nel bagno di tintura. Se il tessile è costituito da fibre cellulosiche già sbiancate o da fibre sintetiche, lo si lasci immerso in acqua sui 50°C per 10-15 minuti. Se è invece costituito da cotone crudo o da lana lavata è bene farlo bollire in acqua per pochi minuti, meglio se in presenza di qualche goccia di un opportuno imbibente.

Preparazione del bagno

La quantità necessaria di soluzione del colorante viene introdotta nel recipiente di tintura che nel caso più semplice può essere costituito da un beker in vetro della capacità di 250 ml o, meglio, da un recipiente cilindrico in acciaio inossidabile o in porcellana riscaldato a bagno d'acqua o glicerina. Evitare il più possibile il riscaldamento a fiamma diretta che rende difficoltosa la regolazione della temperatura.

Successivamente si aggiungono le quantità occorrenti di acqua e ausiliare ed infine si introduce la merce da tingere.

Questa tecnica non è però di applicazione generale in quanto, come verrà più avanti indicato, gli ausiliari debbono talvolta essere addizionati, in parte o totalmente, solo dopo la introduzione della merce.

Operazione di tintura

Durante l'intero periodo della tintura, è bene che il tessile venga il più possibile sottoposto a lisaggio evitando altresì di lasciarlo ammassare; il volume del bagno verrà mantenuto costante per mezzo di frequenti aggiunte di acqua calda.

Ad evitare formazione di macchie, occorre togliere momentaneamente il materiale dal bagno quando si debbano fare aggiunte di colorante o di ausiliari nel corso della tintura.

A operazione ultimata, il tessile deve essere ben risciacquato (se non sono indicati altri trattamenti), e in fine asciugato in corrente di aria moderatamente calda.

Materiale tessile

Nelle esercitazioni di tintura è consigliabile adottare per le fibre la confezione in matassine di peso intorno ai 5 g.

L'uso delle fibre sotto forma di fiocco o di tops non permette spesso di controllare se è stata raggiunta una soddisfacente ugualizzazione, mentre la tintura di fibre sotto forma di tessuto offre, se eseguita in semplici recipienti da laboratorio, non poche difficoltà di carattere pratico.

Quando sia necessario effettuare prove di tintura su tessuti misti, è preferibile che essi vengano confezionati appositamente in modo che i filati di differente natura formino delle strisce di almeno 1 cm di altezza; in tal modo riesce possibile rilevare anche le più esigue differenze nell'effetto finale della tintura.

Acqua

Almeno in teoria sarebbe consigliabile usare acqua distillata o depurata, ma si può sovente ricorrere all'acqua comune quando non superi i 10 gradi di durezza francese.

Qualora non si possa disporre di acqua distillata o depurata, la si addiziona di opportuni agenti sequestranti degli ioni Ca^{++} e Mg^{++} , quali ad esempio i fosfonati, composti derivanti dall'acido fosforico, caratterizzati da una grande stabilità idrolitica e da un elevato potere disperdente che impedisce la flocculazione e la peptizzazione. Per questa loro proprietà trovano largo impiego anche come prodotti di saponatura post-tintura, in particolare con coloranti reattivi.

