

CAPÍTULO 2

PROCESO DE TINTURA

2. - EQUIPOS DE TINTURA PARA ALGODÓN

2.1. - GENERALIDADES

Previo a efectuar un proceso de tintura se debe analizar la máquina de teñir que se dispone, este análisis puede efectuarse desde varios puntos de vista; así. si analizamos la máquina desde un punto de vista mecánico, nos fijaremos en los dispositivos mecánicos que la integran, su forma de acción, la resistencia de los elementos a los esfuerzos que tienen que soportar, la potencia adquirida etc.; si por el contrario, la analizamos desde el punto de vista del proceso que en ella se realiza, nos detendremos en examinar la acción que cada uno de sus órganos ejerce para cumplir el proceso que se efectúa en la maquina; por otra parte, podemos efectuar el análisis desde un punto de vista económico y nos fijaremos fundamentalmente en los consumos, la producción que efectúa y en términos generales, en su rentabilidad. El propósito será el de llevar a cabo el estudio de las máquinas de tintura desde el punto de vista de la influencia que la máquina puede ejercer sobre el proceso tintóreo. En resumen el diseño de una máquina de teñir es una parte fundamental en cuanto la influencia de sus diferentes partes ejerce en el resultado a obtener una tintura uniforme y en la facilidad con que esta tintura se obtiene de una forma más o menos rápida.

El proceso de tintura hace mención a colorear de manera más o menos permanente, las fibras textiles u otras sustancias, mediante la saturación de las mismas con una solución de colorante. Los tres principales factores que intervienen en el proceso de tintura son: las fibras, los colorantes y el medio dentro del cual los dos se ponen en contacto.

2.2. - TINTURA POR AGOTAMIENTO

En términos generales se dan dos formas de teñir una fibra:

- Por **afinidad** entre colorante y fibra (agotamiento)
- Por **impregnación** de la fibra.

De esta manera tenemos también dos tipos de máquinas de tintura.

En el caso del primer procedimiento, el método de tintura por agotamiento las fuerzas de afinidad entre colorante y fibra hacen que el colorante pase del baño a la fibra hasta saturarla y quedar fijada en él. La relación de peso entre peso de fibra y peso de solución de colorante es bastante elevada, de 1/5 a 1/30.

En el segundo caso, el método de tintura por impregnación de la fibra en colorante. Pero el material textil que se impregna de la solución donde está el colorante, lo hace sin que en ese momento quede todavía fijado en él; es después, en el proceso de fijado, cuando la tintura es definitiva. Utilizando el procedimiento de impregnación la relación de baño es mucho más baja, entre 1,2 y 0,6 litros de solución por Kg. de fibra.

Para el sistema por **agotamiento**, las máquinas se diferencian por su acción mecánica que actúa sobre la materia textil a teñir, sobre el baño tintóreo o sobre ambas cosas a la vez.

Máquinas con la fibra a teñir estática y la solución de colorante en movimiento.

Máquinas con el textil en movimiento y la solución fija.

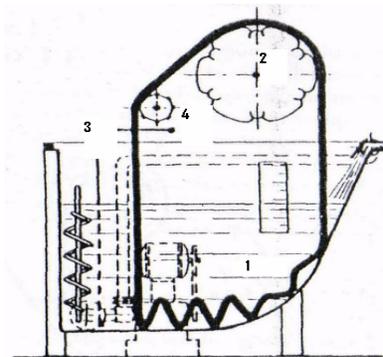
Máquinas en las que textil y solución están en movimiento durante el proceso tintóreo.

2. 3. - TINTURA EN TORNQUETE

La tintura de los tejidos en forma de cuerda en estas máquinas a sufrido poca evolución en los últimos años. Ya que la aparición de los torniquetes para operar a altas temperaturas cambia poco las ideas fundamentales de esta máquina, con la diferencia de ir el torniquete encerrado en un autoclave que permite operar en temperatura de 130 - 140°C

En la tintura con torniquete, el movimiento del textil a través del baño es el que crea la circulación del mismo, a base de moverlo suave pero constantemente. Si el colorante no posee buena migración, este sistema no será apropiado; y si el colorante es fácilmente oxidable, tampoco, porque el material tinturado sale periódicamente al aire ambiente, arrastrado por el grueso hilo, fuera del baño.

El esquema fundamental de un torniquete puede apreciarse en el gráfico 1 en donde se observan los elementos fundamentales compuestos por:



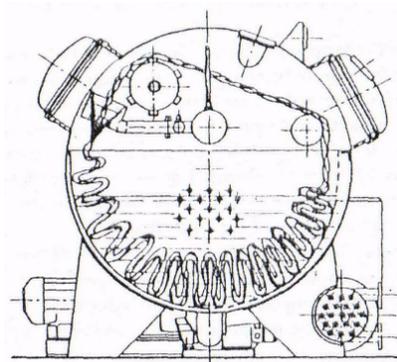
Esquema de un torniquete

1 Gráfico

- Cuba trapezoidal (1), para el baño tintóreo con uno de sus lados curvados, dividida en dos compartimentos, separados por un panel agujereado; en el compartimiento de mayor dimensión se coloca el tejido convenientemente plegado, mientras que en el compartimiento de menor dimensión se alojan los suministros de agua y vapor, efectuándose en el la adición de productos químicos y colorantes disueltos.
- Rodillo motriz (2), denominado devanadera situado sobre la cuba y fuera de ella, que arrastra el textil a través del baño y cuya forma suele ser elíptico o circular dotado de movimiento de giro con el cual efectúa la traslación del tejido desde la cubeta o recipiente inferior acentuando la formación de pliegues en la cuba; menos elíptico cuanto más ligero de peso es el textil.

- Barrotes (3), que efectúan la separación de las cuerdas de los tejidos y evitan que estas se entrecrucen.
- Rodillo que a veces se convierte en otra devanadera según el tipo de artículo (4), su misión es la de actuar de acompañador del tejido en la trayectoria que este hace desde la barca hasta la devanadera.
- Cubierta metálica (5) o de madera provista de vidrios para tapar la parte superior del torniquete y evitar la evaporación considerable.

Autoclave que aloja en su interior al torniquete (grafico 2) y permite la tintura a alta temperatura.



Torniquete de alta temperatura

2 Gráfico

2.3.1. - ACCIÓN DEL TORNIQUETE EN LA TINTURA

Aspectos más importantes que sirven de base para conocer el comportamiento de esta máquina durante la tintura y acabado de los tejidos:

2.3.1.1.- Acción del torniquete en el proceso de tintura.

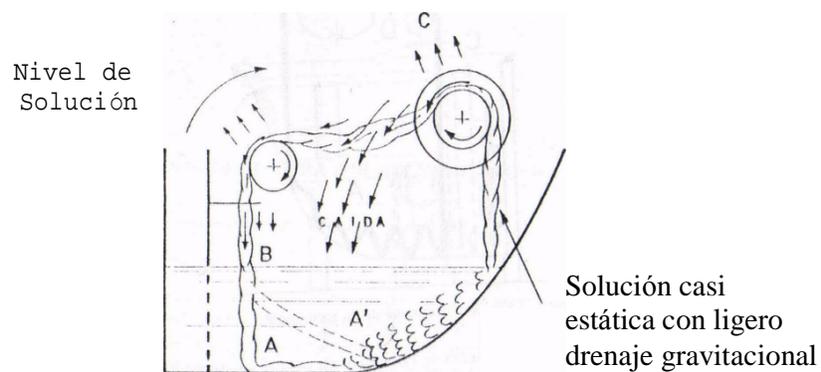
2.3.1.2.- Acción del torniquete en el acabado del tejido.

2.3.1.1. - ACCIÓN DEL TORNIQUETE EN EL PROCESO DE TINTURA

El proceso de tintura de un tejido en el torniquete se efectúa por agotamiento del colorante sobre el tejido que alternativamente se encuentra en reposo y en movimiento, puesta en contacto con una solución tintórea que en la mayoría de los casos, sólo tiene la agitación que le produce el movimiento del tejido. La disposición del tejido en forma de cuerda y la necesidad de obtener una tintura completamente uniforme, implica el que no se puedan emplear colorantes que presenten una alta afinidad por la materia textil y baja migración, ya que en este caso sería muy difícil obtener tinturas igualadas. Ello, conjuntamente con la circunstancia de la aireación que se produce por el movimiento del tejido sobre el baño, es lo que hace que el torniquete no sea una máquina muy adecuada para la tintura de los colorantes tina sobre los tejidos.

Al aumentar la sustantividad de los colorantes aumentan pues las posibilidades de obtener tinturas desiguales por

ejemplo, en el caso de la tintura de fibras celulósicas con colorantes directos es más aconsejable el empleo de los colorantes del grupo A que el empleo de los colorantes de los grupos B y C, debiéndose regular la absorción por un control adecuado de la temperatura y de la adición del electrolito. Las propiedades de migración de los colorantes pueden venir influenciadas por el movimiento relativo entre la solución y el tejido una vez, que éste está fuera de la superficie de la solución tintórea; el máximo movimiento relativo ocurre entre el punto A y el C (Grafico 3), ya que el líquido tiende a moverse en sentido contrario al movimiento del tejido. Con ello se producen dos fenómenos; primero, una apertura del tejido cambiando la posición de los pliegues que favorecen la igualación y segundo una transferencia del colorante de las partes más teñidas a las menos teñidas como consecuencia de este movimientos a contracorriente que tiene la solución tintórea sobre el tejido.



Movimiento de la solución y del tejido en un torniquete

Por estudios efectuados con modelos hidráulicos, se ha llegado a la conclusión que todo lo que sea incrementar la turbulencia del líquido sobre el tejido tiende a favorecer a la igualación, por lo tanto debe prestarse atención al diseño de las paredes de la cuba del torniquete, del separador y a la instalación de bombas que permitan efectuar una circulación más enérgica de la solución en la cubeta del torniquete sin que se produzcan entrelazamientos entre las cuerdas del tejido.

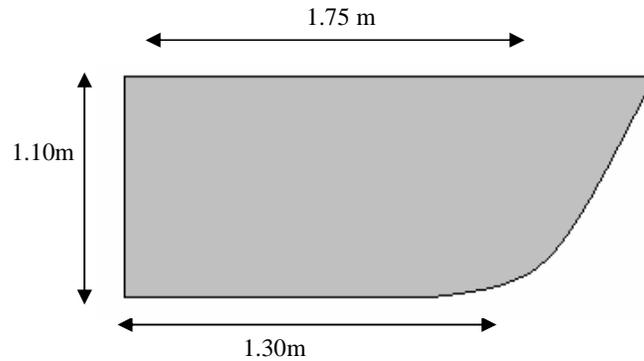
Otro aspecto que influye sobre la igualación en la tintura con los torniquetes es la irregularidad de la temperatura existente en la solución contenida en la cubeta, y la diferencia de temperatura que tiene el tejido cuando está contenido en la cubeta y cuando se encuentra en la parte superior de la máquina.

2.3.1.2. - ACCIÓN DEL TORNIQUETE EN EL ACABADO DEL TEJIDO

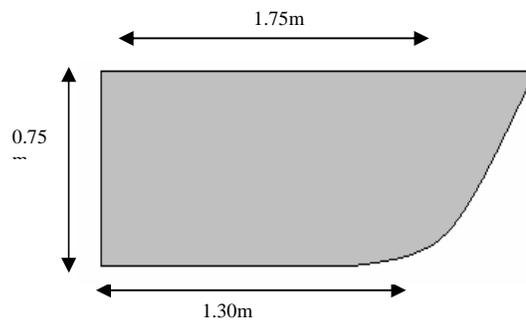
En relación a los efectos de acabado que se producen en el tejido como consecuencia de su manipulación en el torniquete, es necesario indicar lo siguiente:

- La forma de la cubeta del torniquete y la devanadera vienen condicionadas por el tipo de tejido y fibra que se deba teñir; así, cuando los tejidos son pesados se adopta la indicada en el Gráfico 4, mientras que cuando los tejidos son delgados y

tienen tendencia a la formación de arrugas se prefiere emplear la indicada Gráfico 5



4 Gráfico



Perfiles de la cubeta de un torniquete

5 Gráfico

Una pieza muy importante en un torniquete es la devanadera, tanto en cuanto se refiere a la estructura geométrica superficial como a la posición que ocupa en relación con la cubeta del torniquete.

La forma de la devanadera controla la distribución del tejido en el interior de la cubeta y su estructura superficial tiene importantes efectos sobre la tracción del tejido, del

deslizamiento de éste sobre la devanadera, la abrasión del tejido por la devanadera y el estirado que experimentan los tejidos cuando se tiñen en torniquete. La posición de la devanadera afecta fundamentalmente a la formación del pliegue en el interior de la cubeta y al estirado del tejido durante el tratamiento en esta máquina.

La devanadera adopta, generalmente, tres formas geométricas: circular, poligonal y elíptica, cada una de éstas es preferida por determinados sectores de la tintura, según la especialidad del artículo que trabaja, así, por ejemplo, la devanadera circular es la que se considera más adecuada para el tratamiento de artículos de lana, ya que produce un movimiento del tejido mucho más suave, eliminando al máximo el estirado y el enfieltrado de los artículos de lana; por otra parte, las devanaderas de forma elíptica son preferidas para la manipulación de los artículos de rayón viscosa y de algodón, existiendo la tendencia de hacer las devanaderas tanto menos elípticas cuando más ligeros son los artículos que deban ser tratados con ellas. La estructura de la superficie de la devanadera en contacto con el tejido es muy importante, por cuanto es a través de ella como se consigue el movimiento del tejido en el torniquete. Si presenta una estructura muy lisa hay peligro de que el artículo deslice y se produzca erosiones que estropean la calidad del artículo. Para evitarlo, en aquellas devanaderas formadas por barrotes paralelos al eje de rotación, es costumbre disponer encima de los barrotes una cobertura de

tejido que disminuye el deslizamiento; el tejido que se emplea debe de poseer poco poder absorbente por las soluciones y no tener afinidad por los colorantes, con los que usualmente se trabaja en el torniquete. La posición de la devanadera debe ser tal que este lo mas alejada posible del rodillo acompañador, a fin de que pueda existir una mayor circulación del liquido sobre el tejido y de que este sea entregado de una forma suave sobre la cubeta, para que el pliegue se forme adecuadamente en el interior de la solución.

2. 4. - TINTURA EN JET

Este tipo de máquina tiñe mediante el principio de agotamiento y con circulación simultánea en equicorriente, de la solución tintórea y el tejido. En general, el tejido es arrastrado por la solución tintórea que impulsada, por una bomba a través de una tobera crea un flujo de líquido que impregna y arrastra al tejido en su movimiento, produciendo el desplazamiento de este en la máquina.

El jet fue inicialmente conocido para resolver los inconvenientes que se presentaban en la tintura de Alta Temperatura (A. T.) y desde su lanzamiento al mercado, ha destacado una gran expansión para irse adaptando a las diferentes exigencias planteadas por las estructuras de los tejidos: como reducciones en el consumo de agua y acortamiento de los ciclos de tintura. Dado las circunstancias en el mercado

existen cuatro esquemas básicos de los que podríamos considerar los cuatro grandes grupo de estas máquinas desde un punto de vista hidrodinámico.

- Jet de inyección directa: "jet" puro
- Jet de pastera llena: flujo progresivo
- Jet de inyección indirecta: "jet" sumergido
- Jet de inyección mixta: flujo progresivo y "jet" sumergido.

En esta máquina el textil se mueve dentro de una corriente de baño tintóreo. La tracción del textil se efectúa por una devanadora que lo conduce a través de un tubo por el que circula el baño en el mismo sentido.

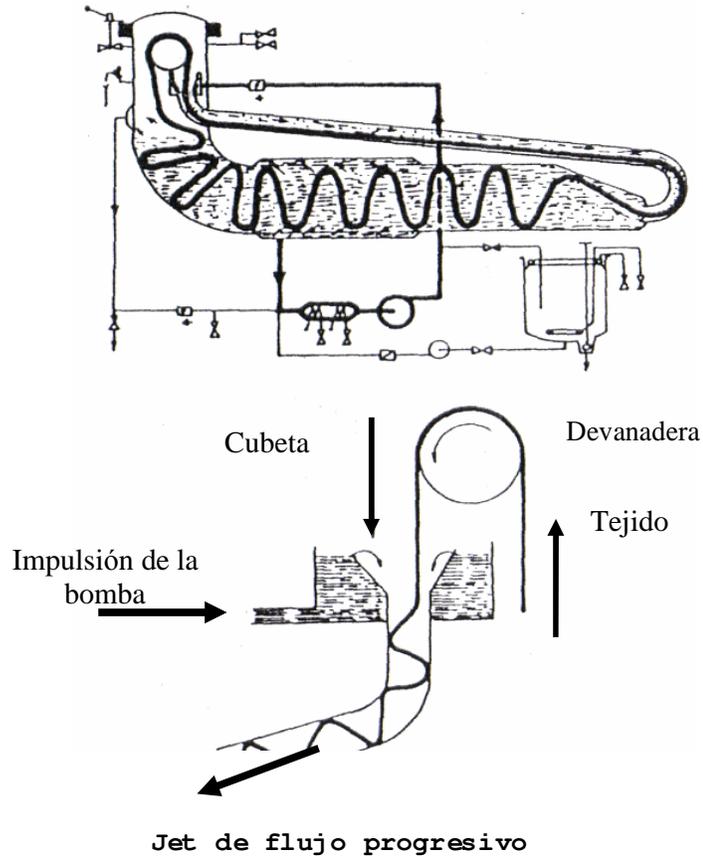
2. 4. 1. - MÁQUINA DE INYECCIÓN DIRECTA: "JET" PURO

En este tipo de máquina, una vez que la cuerda del tejido sale de la barca que contiene la solución, pasa por un tramo de la máquina sin líquido y entra en un tubo en donde se pone en contacto con el líquido proveniente de la bomba que se proyecta sobre el tejido por medio de una tobera ("jet") a gran velocidad produciendo el arrastre de este a grandes velocidades (200-300 mts/min,); después de un cierto recorrido en estas condiciones, el tejido y la solución son depositados nuevamente en la barca para volver a iniciar el ciclo descrito. Por la acción de la tobera y de las altas velocidades alcanzadas, se produce una fuerte

acción mecánica de frotamiento sobre el tejido. Estas maquinas permiten trabajar a altas temperaturas, estando provistas de dispositivos de impulsión de líquido, cambiadores de calor-frío, controladores de temperatura, etc. análogos a los poseídos por los autoclaves de tintura.

2. 4. 2. - MAQUINAS DE PASTERA LLENA FLUJO PROGRESIVO

La tracción de los tejidos contenidos en la barca se efectúa por medio de una devanadera, la cual deposita el tejido en una cubeta a la cual afluye la solución mediante un rebosadero alimentado por la bomba; de la cubeta sale a un tubo que contiene el tejido y la solución vertida por el rebosadero, la cual desciende por gravedad a mayor o menor velocidad según el desnivel existen entre el rebosadero y la barca. En este tipo de máquina, la bomba tiene solo la misión de transportar la solución desde la barca al rebosadero, manteniendo constante el desnivel existente. Generalmente, la velocidad del líquido al principio de su contacto con el tejido en la cubeta es prácticamente nula, siendo máxima al final del tubo en donde puede adquirir un valor máximo de 200mts/min. La acción mecánica que sufre el tejido es inferior a la que produce el "jet" (Grafico 6), empleándose las maquinas de flujo progresivo para tejidos más delicados.



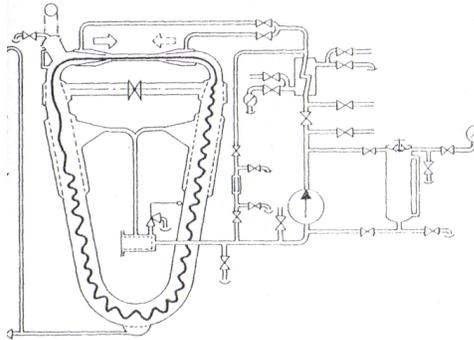
6 Gráfico

2. 4. 3. - MÁQUINAS DE INYECCIÓN INDIRECTA "JET" SUMERGIDO

La acción de la tobera no se efectúa directamente sobre el tejido aislado, sino estando éste sumergido en la solución, se puede llenar o no completamente la máquina, dando origen a dos derivaciones de este tipo. El principio de acción es el mismo que el indicado para las máquinas de inyección directa, adquiriendo el baño y el tejido grandes velocidades, las cuales son máximas en la zona de la tobera y mínimas en donde la sección de la máquina se ensancha para servir como contenedor del tejido almacenado, estas máquinas acostumbran a ir provistas de "contra-jet" o "by-pass" para regular la velocidad de la

solución y favorecer un adecuado plegado del tejido en el contenedor que evita la formación de nudos en la cuerda del tejido. La acción mecánica de la solución a la salida de la tobera, es inferior a la producida por el jet de inyección directa y superior a la obtenida con las máquinas de flujo progresivo.

A continuación se muestra un esquema de un tipo de estas máquinas (Figura 7).



Jet Sumergido

7 Gráfico

2. 4. 4. - MÁQUINAS DE INYECCIÓN MIXTA FLUJO PROGRESIVO Y "JET" SUMERGIDO

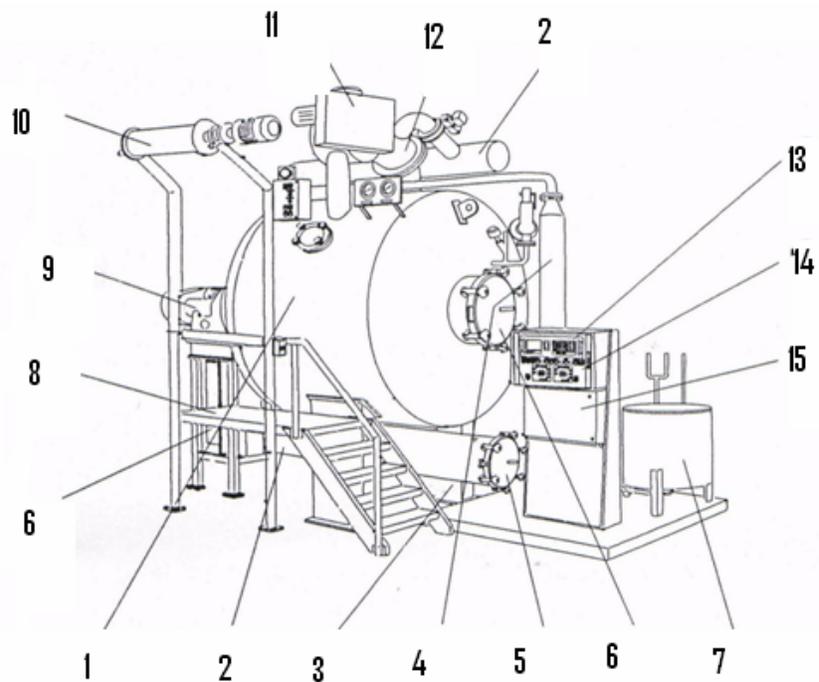
En este tipo de máquina el tejido es conducido a una cámara o cubeta en donde la velocidad del líquido es casi nula; esta cubeta va provista de un rebosadero, existiendo en la parte inferior de la misma una tobera que actúa sobre el tejido rodeado del líquido vertido por el rebosadero; después de la tobera se produce la mezcla de los dos líquidos, adquiriendo esta

una velocidad intermedia. El dispositivo actúa como un inyector hidráulico, mediante un pequeño caudal de líquido a elevada presión, producido por la tobera, que permite el movimiento de un elevado caudal, rebosadero, a baja presión; el inyector hidráulico produce el movimiento del tejido.

2. 5. - AIRFLOW

Es similar a un jet pero con la impulsión de una mezcla de aire y agua, que permite un tratamiento más delicado al tejido. El consumo de agua es mucho más reducido, ya que solo se introduce la cantidad necesaria de tintura, eliminando la acumulación del baño

2. 5. 1. - PARTES PRINCIPALES



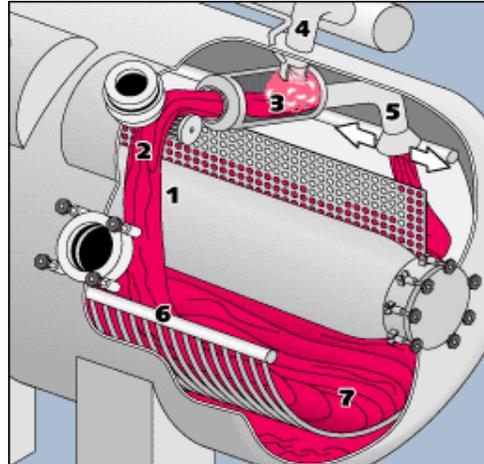
Partes principales de una máquina Airflow

- 1: Autoclave de tintura
- 2: Sistema de circulación
- 3: Bomba de baño (escondida en el fondo)
- 4: Intercambiador de calor
- 5: Filtro de baño
- 6: Filtro de gas
- 7: Recipiente adicional
- 8: Plataforma de servicio
- 9: Ventilador
- 10: Torniquete de descarga
- 11: Torniquete de descarga principal
- 12: Tobera
- 13: AMC-E
- 14: Módulo de operación
- 15: Módulo PLC
- 16: Módulo de corriente principal

2. 5. 2. - DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FUNCIONAMIENTO

2. 5. 2. 1. - Circulación de Aire

El circuito de aire, activado durante todo el proceso de tratamiento, forma una función principal del sistema de la máquina, dicho circuito sostiene la circulación de los tejidos de manera independiente del circuito de inyección. Gráfico 9



Movimiento del tejido

9 Gráfico

A través de las clapetas de estrangulación, el ventilador continuamente lleva aire hacia las toberas de transporte, donde, en dirección de transporte, sopla hacia el tejido, impulsando la misma de tal manera. A través de un tubo de aspiración del ventilador (tubo grande hallándose en el centro de la autoclave) y el filtro de pelusas instalado en él, el aire regresa al ventilador.

La velocidad del tejido esta determinada por los parámetros del sistema ventilador.

2. 5. 2. 2. - Caudal de aire, clapetas de estrangulación UX

El aire proporcionado por el sistema de ventilación es regulado a través de UX. Para garantizar un transporte seguro de tejido, al tratarse de tejidos ligeros por lo general es mejor un caudal de aire inferior al necesario, no siendo así al transportar tejido pesado.

2. 5. 2. 3. - Velocidad del torniquete

El transporte seguro de todo el material a tinturarse depende de la combinación respectiva entre la posición de las clapetas UX y la velocidad del torniquete.

Al tratarse de artículos ligeros, en vez de emplear una función de transporte directa, el torniquete emplea una función de desviación, a lo cual la velocidad del torniquete debería ser la misma que la velocidad de circulación, pues en caso contrario se originara resbalamiento, lo que eventualmente, puede causar maltrato del tejido.

El torniquete se encarga de la función de transporte del tejido llevando, a través del tubo ascendente, desde el acumulador hacia la carcasa del torniquete.

2. 5. 2. 4. - Plegador

A través del plegador es conseguido el aprovechamiento óptimo del espacio de almacenaje que esta a disposición. Este plegador es puesto en marcha de una manera automática al ponerse en marcha el ventilador.

2. 5. 2. 5. - Circuito de inyección

El circuito de inyección dispone de todas las funciones aptas para asegurar una homogénea y cuidadosa aplicación del baño de tratamiento y agua de enjuague. Se puede distinguir las siguientes funciones

- Circulación
- Adiciones durante la circulación
- Dosificación durante la circulación
- Adiciones sin circulación
- Funciones de enjuague
- Función de disolución de sal

2. 5. 2. 5. 1. - Circulación

Durante la circulación se consigue un equilibrio entre la cantidad de inyección añadida y el baño de tratamiento refluyendo hacia un depósito colector de baño hallándose debajo de la autoclave de tintura. Entonces dentro de la autoclave se encuentra poco o ningún baño

2. 5. 2. 5. 2. - Adiciones durante la circulación

Por medio de la bomba adicional y a través de la válvula vv, los colorantes, auxiliares preparados son llevados a la tubería de aspiración de la bomba de inyección, mezclados con el baño de tratamiento y, repartidos en el tejido en el trayecto de toberas.

2. 5. 2. 5. 3. - Funciones de enjuague

Todos los procedimientos de enjuague son continuamente realizados por medio del sistema de inyección. Mediante el intercambio de concentración rápida de la humedad inherente al

tejido con el agua de enjuague, a través de las válvulas VA o VAH esa puede ser drenada de manera directa.

2. 6. - MÁQUINA DE TINTURA MULTIFLOW MCS

La máquina de tintura en una sola cuerda Multiflow MCS revoluciona los conceptos de tintura en cuerda, permitiendo alcanzar tiempos de tintura reducidos del 40 al 60% con respecto a los que se consiguen en las máquinas tradicionales, con la garantía del resultado final en términos de calidad y repetibilidad. Gráfico 10



Máquina de Tintura MULTIFLOW MCS

10 Grafico

El control del contenido de la barca simple está realizado mediante un PLC y un software que actúa sobre los inversers de accionamiento de los cilindros de arrastre, variando la velocidad de manera independiente en función de la señal que se recibe de los sensores de control de circulación del tejido. El PLC es interfaziable con cualquier microprocesador adaptado al

control de ciclo de trabajo de una máquina de tintura en cuerda. El control del ciclo de trabajo es realizado mediante un microprocesador en función del tiempo del LISO equivalente al tiempo empleado del tejido contenido en una barca hasta colocarse completamente en la sucesiva. Esto, a diferencia de los sistemas de control tradicionales, se plantea en la Multiflow, Gradiente/Liso para un calentamiento/enfriamiento, número de LISOS para el mantenimiento, número de liso para la introducción de los auxiliares químicos, colorantes, álcalis, etc.

De esta manera, todo el ciclo tiene un tiempo total que está en función del tiempo de Liso y así se adaptará automáticamente en función de la cantidad de tejido cargado, permitiendo mantener constantemente el número de contactos/baño/tejido, garantizando de esta manera la perfecta repetibilidad incluso al cambiar la carga. Posibilidad de memorizar el nivel de trabajo después del primer llenado con cuenta litros, tanto si es para los sucesivos llenados, como si es por los de la barca de preparación, con el fin de garantizar la constancia de la relación de baño en todas las fases de trabajo.

Los sistemas que presenta para las reducciones de los tiempos muertos son un depósito auxiliar para la preparación de los baños de tratamiento, por tanto la preparación del baño se realiza en el depósito auxiliar, el llenado de agua, el

calentamiento, la introducción de productos químicos más la sal. Se transfiere el baño al depósito auxiliar de la máquina. El lavado en continuo con agua se prepara en el depósito auxiliar.