



# CONSIDERACIONES ACERCA DE LA TINTURA DE LAS FIBRAS DE POLIÉSTER

por O. A. Haffar

## INTRODUCCIÓN

Las fibras sintéticas en sus límites más amplios dependen de tres ciencias, la química orgánica, la ciencia de los polímeros y la textil. Desde el punto de vista textil es lógico que nos interesen aquellos polímeros hilables que presenten posibilidades de formar fibras. Las propiedades físicas y químicas de una fibra dependen no sólo de la estructura química de la molécula sino también de la textura (forma física) sobre la cual está elaborada la fibra. Para que un polímero se pueda aprovechar en la formación de fibras es necesario orientar las macromoléculas en la dirección del eje de la fibra, operación que se realiza durante la hilatura. Las propiedades de las fibras en estos casos dependen del grado de orientación y también de las proporciones relativas en tamaño, forma y distribución de las zonas amorfas y cristalinas. Las fibras sintéticas se elaboran en general por la aplicación de tres procedimientos diferentes: hilatura por fusión, hilatura en húmedo y en seco. La elección del proceso depende en primer lugar de las características del polímero, de su punto de fusión, su estabilidad en ese punto así como de la solubilidad o coagulación que de él se pueda hacer mediante el uso de disolventes orgánicos adecuados. La fibra de poliéster conocida y utilizada por todos nosotros es derivada de poliésteres orgánicos, siendo hilada por fusión porque su solubilidad en ciertos disolventes orgánicos es limitada y porque el grado de su estabilidad térmica nos permite elaborarla a partir del polímero fundido sin que se produzcan cambios en su composición. El Tereftalato de Polietileno es uno de los polímeros hilables de gran importancia comercial (se lo descubrió en 1941) y es el que comúnmente procesamos como fibra de poliéster. Las propiedades del poliéster que lo hacen la fibra sintética de mayor uso en el ámbito mundial pueden observarse en la tabla siguiente:

PROPIEDADES	IMPORTANCIA PARA EL CONSUMIDOR
<b>RESILIENCIA EN HÚMEDO</b>	Prendas de fácil cuidado, telas para el hogar, prendas que pueden empacarse sin problemas.
<b>ESTABILIDAD DIMENSIONAL</b>	Los artículos confeccionados pueden lavarse sin problemas en las máquinas de lavar.
<b>RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN SOLAR</b>	De uso adecuado en cortinas, lonas y otros artículos que deben soportar estas condiciones.
<b>RESISTENTE A LA ABRASIÓN</b>	De aplicación en usos industriales, hilos de coser, ropa de trabajo, etc.
<b>ASPECTO ESTÉTICO SUPERIOR AL NYLON</b>	Se mezcla bien con otras fibras, lana, viscosa, algodón, además se pueden obtener filamentos de muy bajo denier semejante a la seda.

Las fibras de poliéster derivadas del Tereftalato de Polietileno pueden ser teñidas en principio únicamente por los colorantes DISPERSOS, si bien además debieran incluirse algunos colorantes a la Tina (no en su forma reducida) y ciertos colorantes Azoicos (para ciertos tonos oscuros). Como estas fibras poseen una estructura molecular muy cerrada en general los colorantes DISPERSOS presentan rangos de agotamiento muy lentos, esto ha motivado el uso de ciertos acelerantes (carriers), así como altas temperaturas (125<sup>o</sup>-130<sup>o</sup>C) en los procesos de tintura actuales con la finalidad de acelerar su agotamiento.

## [ ] CARACTERÍSTICAS DE LOS COLORANTES DISPERSOS



Si bien la definición propuesta es que los colorantes DISPERSOS son insolubles en agua, realmente poseen una baja solubilidad en ella. Las partículas del colorante se disuelven en su forma mono-molecular estando muy influenciada esta solubilidad por las condiciones del medio así como por otros factores propios, entre los cuales podemos nombrar, el agua, pH del medio, relación de baño, dispersantes, carriers, igualizantes, electrolitos, etc., además de las altas temperaturas de trabajo.

La teoría del mecanismo de tintura se basa en principio en que los colorantes pueden penetrar dentro de la fibra de poliéster cuando se encuentran en su forma mono-molecular dispersa, en otras palabras el colorante debe disolverse primero en el baño de tintura para luego ser adsorbido en la superficie de la fibra y en una etapa posterior difundirse dentro de la misma.

Teóricamente el proceso de tintura de la fibra de poliéster consiste en tres procesos parciales:

- DIFUSIÓN DE LA SOLUCIÓN O DISPERSIÓN DEL COLORANTE HACIA LA SUPERFICIE DE LA FIBRA.
- ADSORCIÓN DEL COLORANTE POR LA SUPERFICIE DE LA FIBRA.
- DIFUSIÓN DEL COLORANTE DESDE LA SUPERFICIE HACIA EL INTERIOR DE LA FIBRA.

Normalmente los colorantes DISPERSOS durante su síntesis se presentan en forma de cristales toscos de diferentes dimensiones es por ello importante tomar en consideración los procedimientos de acabado utilizados por los fabricantes para que éstos se estandaricen en una forma utilizable sea en forma de polvos, líquidos, gránulos, etc. En la actualidad los fabricantes han puesto un mayor énfasis en la calidad del acabado de estos colorantes ya que es uno de los factores más importantes para la elección de una línea que vaya a ser utilizada en los diferentes procesos de tintura. El tamaño de un colorante DISPERSO ya acabado en una forma adecuada se encuentra dentro del rango de 0.1 - 1 milimicrón.

El comportamiento de los colorantes DISPERSOS en mezclas es importante de ser tomado en cuenta ya que en general se ha demostrado que estos colorantes pueden ser considerados en forma independiente en cuanto a sus velocidades de agotamiento, esto significa que debido a que cada colorante agota más lentamente a concentraciones más altas en una combinación de colorantes similares, aquél que se encuentre a mayor concentración será el que agote con mayor lentitud. En consecuencia la verdadera compatibilidad entre los colorantes no depende solamente del tipo de colorantes sino también de la concentración comparativa de los mismos. El pH del medio debe rondar el medio ácido en el caso de los procesos de teñido normales o el medio alcalino como ocurre con ciertas gamas de colorantes de aplicación actual utilizados en la tintura de la mezcla de poliéster/celulosa con colorantes REACTIVOS en un solo baño. También el agua debiera ser analizada ya que muchos colorantes DISPERSOS y ciertos auxiliares pueden ser sensibles a la dureza de la misma, necesitándose en muchos casos el agregado de agentes secuestrantes para corregir tal problema (**TOPQUEST EF**, por ejemplo).

## **[ ] EFECTOS NEGATIVOS QUE LOS ACABADOS QUE TRAE LA FIBRA DE POLIÉSTER PUEDEN OCASIONAR DURANTE LA TINTURA**

Uno de los problemas que se pueden presentar durante la tintura con los colorantes dispersos, especialmente cuando se trata del teñido de hilados o de poliéster texturizado, es la aparición de manchas de colorante a través de todo el material así como la tendencia al manchado por transferencia del tono obtenido, esto se hace más evidente cuanto más oscuro es el tono. Este problema tiene como su mayor contribuyente al acabado (SPIN FINISH) que presenta la fibra y particularmente en los **aceites y lubricantes** que son aplicados en los diferentes procesos previos a la tintura (hilandería y tejeduría) ya que estos pueden producir no solamente manchas sino además transferencia de los colorantes luego de la tintura, manchando las fibras acompañantes,



los orillos, etc. Como la importancia de este manchado depende de la cantidad de acabado o finish que lleve la fibra es necesario realizar un test previo de extraíbles del material a ser teñido para adecuar el baño de lavado (si fuera necesario) a los porcentajes de estos extraíbles que realmente traen esas fibras, minimizando de alguna manera parte de estos inconvenientes. Es necesario comentar además que estos problemas se agravan aún más cuando nos encontramos con fibras de poliéster con alto contenido de **oligómeros** (trímeros cíclicos de bajo peso molecular) ya que estos migran hacia la superficie de la fibra durante los diferentes procesos de tintura y más cuando se involucran temperaturas superiores a los 160° - 170°C durante el secado o termofijado previos. También debemos tomar en consideración que los oligómeros tienden a migrar más hacia el baño de tintura cuando las temperaturas de teñido son superiores a los 120°C. Estos oligómeros se encuentran en cantidades de aproximadamente 1.5 - 3% y son muy poco solubles en el agua por lo cual pueden quedar luego en el baño de tintura como un aceite insoluble posible de depositarse tanto en la maquinaria como en el mismo material. Esto puede ocurrir cuando se disminuyen las temperaturas de teñido en la finalización de los procesos, de aquí que en muchos de los casos se recomienda botar el baño de tintura a la mayor temperatura posible tomando los 95°C como la temperatura mínima para esta finalidad.

## **[ ] LA FIBRA DE POLIÉSTER TEXTURIZADA**

Los textiles hechos con poliéster texturizado presentan muchas ventajas pero también muchas dificultades en su teñido. La texturización modifica profundamente la naturaleza física de la fibra en especial en lo que al grado de cristalinidad de la fibra se refiere. Es por lo tanto fácil conseguir que ligeras irregularidades producidas durante el proceso de texturización se traduzcan en marcadas diferencias de afinidad por los colorantes durante la tintura. Como ya comentáramos en la introducción se ha comprobado que la uniformidad de la absorción de los colorantes DISPERSOS en la fibra de poliéster está ligada directamente a la variación de la relación zonas cristalinas/amorfas. La fibra de poliéster texturizada inicialmente lisa es procesada por diferentes sistemas especialmente desarrollados para la obtención de un hilado blando, suave, agradable al tacto, esponjoso y voluminoso, convirtiéndose de esta manera en un artículo apto para ser utilizado con prendas de vestir, artículos de punto, tejidos varios, etc. Mediante un tratamiento térmico y mecánico estos hilados pueden llegar a tener nuevas propiedades específicas que se logran fijar y que luego son conservadas una vez vueltas a enfriar. La fijación de la torsión del filamento de poliéster se realiza a temperaturas entre los 190° - 220°C, durante 0.75 á 0.15 segundos respectivamente. Luego el hilado ya texturizado es enrollado en rollos blandos y fijados por vapor a temperaturas de 125° - 130°C, durante 10 á 30 minutos. Algunos factores que deben tomarse en cuenta durante el proceso de texturización son los siguientes:

- a) DIFERENCIAS EN LAS TEMPERATURAS DE TEXTURIZACIÓN.**
- b) DIFERENCIAS EN LA TENSIÓN DURANTE EL TEXTURIZADO.**
- c) IRREGULARIDADES DURANTE EL VAPORIZADO, PRESENCIA DE AIRE, DIFERENCIAS DE PRESIÓN O TEMPERATURA.**
- d) FIJACIÓN DE PRODUCTOS GRASOS.**
- e) APLASTAMIENTO DEL HILADO EN EL CURSO DE LA OPERACIÓN.**
- f) UTILIZACIÓN DE ACEITES, LUBRICANTES, ANTIESTÁTICOS, NO RECOMENDADOS O IRREGULARMENTE DISTRIBUÍDOS.**



## **g) IRREGULARIDADES ADICIONALES DE LA TENSIÓN QUE SE PRODUCEN DURANTE EL TEJIDO.**

Estamos seguros que solamente controles muy estrictos podrán minimizar estas irregularidades haciendo posible una posterior tintura bien igualada. De todas maneras si las irregularidades provienen de tensiones en el hilado o tejido (casos **b** y **g**) o de un vaporizado deficiente (caso **c**), nos encontraremos con grandes diferencias de afinidad por parte de los colorantes DISPERSOS difíciles de superar.

### **[ ] EL EFECTO DE BARRADO**

El efecto de barrado puede ser producido por desigualdades durante la producción del hilado, de la tela de punto o del material tejido (diferencias de volumen o brillo) o por diferencias en la absorción de los colorantes debido a diferencias en la estructura de los filamentos. Las diferencias en la estructura del filamento son producidas generalmente por diferencias en la temperatura o tensión que se producen durante los tratamientos a los que se someten los filamentos luego del proceso de hilado. Estas diferencias influyen sobre la cristalinidad y la estructura de las regiones amorfas de la fibra y por lo tanto afectan tanto el equilibrio del teñido como la velocidad del mismo. De acuerdo a sus causas y a sus efectos se pueden llegar a producir varios tipos de "barrado". Al barrado normal podemos definirlo como una diferencia relativa en la absorción del colorante por parte del material menos denso y del más denso. Invariablemente disminuye durante el curso del teñido, encontrándose un máximo de diferencia en su inicio e igualando luego a medida que se aumenta el tiempo de teñido. La velocidad de igualación está relacionada con la capacidad de migración de los colorantes, además una temperatura alta de tintura no influye sobre el efecto inicial pero acelera siempre el efecto de igualación posterior. Un tratamiento previo del material a temperaturas de 120° - 130°C durante 30 minutos sin los colorantes-auxiliares y enfriando luego a temperaturas de aproximadamente 70° - 90°C, generalmente disminuyen el barrado del teñido subsiguiente. No siempre los agentes auxiliares acelerantes (carriers) mejoran las condiciones de igualación en el material barrado, si bien en muchos casos pueden resultar de gran ayuda si son aplicados adecuadamente. Muchos autores han sugerido un método de control óptimo de la temperatura en los teñidos con los colorantes DISPERSOS sobre la fibra de poliéster. El método a nivel del laboratorio se basa en una evaluación de las curvas de absorción (cantidad (%) de colorante absorbido sobre peso de la fibra) a través del tiempo de teñido, siguiéndose con los mismos parámetros de control que se haría en la planta según las necesidades prácticas del caso (con los colorantes en uso y la fórmula aplicada). Con ello estaríamos anticipándonos a los posibles problemas que se nos puedan presentar. Con estas curvas es posible verificar la temperatura para una determinada velocidad de absorción (que como ya mencionáramos depende en una gran medida de la concentración del colorante) y debe ser tomada como una guía, considerando que la velocidad de teñido encontrada es válida para esa fibra de poliéster en particular. En la mayoría de los casos es posible comenzar la tintura a temperaturas cercanas a los 90°C. Cuando se tiñen materiales con alta tendencia al barrado los requisitos de los colorantes en cuanto a la solidez a la sublimación no debieran ser demasiado altos. Por otro lado si no se obtienen tonos uniformes después de 1 hora a 130°C se debería agregar un agente de transporte o carrier, con lo cual es posible mejorar la uniformidad de la tintura.

### **[ ] LAVADO DEL MATERIAL**

En general el lavado previo del material debiera ser un paso normal dentro del procesos de teñido porque muchos de los problemas que se presentan luego durante la tintura tienen su origen en el no lavado del material o en su lavado deficiente. Contaminantes que trae el material desde su



hilatura, texturizado, bobinado, tejido, etc., deben ser eliminados porque se pueden presentar de manera no uniforme en la fibra. Los siguientes procesos de lavado permiten eliminar en la mayoría de los casos un muy alto porcentaje de contaminantes presentes.

PRODUCTOS	LAVADO ALCALINO	LAVADO ÁCIDO
<b>TOPSOL LT</b>	1 - 3 g/l	1 - 3 g/l
SODA CAÚSTICA 50%	0.5 - 2 g/l	-----
<b>TOPQUEST EF</b>	0.5 g/l	0.5 g/l
ÁCIDO ACÉTICO 98%	-----	1 - 3 ml/l
en todos los casos a temperaturas entre 70° - 80°C, durante 30 minutos.		

## [ ] PROCESO DE TINTURA GENERAL A ALTA TEMPERATURA

Por supuesto que existe una gran variedad de procedimientos para la tincura de las fibras de poliéster en general y en sus diversas presentaciones físicas (hilados, telas, etc.), sin embargo las siguientes sugerencias pudieran cumplir con la mayoría de las exigencias para el procesamiento de este material cuando se utilizan los colorantes DISPERSOS de aplicación normal:

1. COMENZAR LA TINTURA CON AGUA A 50°C (para el material en forma de tela es conveniente el agregado en este momento de un agente lubricante-antiquebre como puede ser el **TOPLUBE UFN**, 1 - 3 g/l).
2. AGREGAR LUEGO 1 - 3% s.p.m. DE UN AGENTE IGUALIZANTE CON PROPIEDADES DISPERSANTES Y MIGRANTES (**TOPGAL HT** igualizante-dispersante-migrante, aniónico, de baja espuma).
3. SI SE PENSARA EN UTILIZAR UN CARRIER EN BAJAS CONCENTRACIONES COMO UN AGENTE MEJORADOR DE LA MIGRACIÓN, ESTE SERÍA EL MOMENTO PARA SU AGREGADO (puede ser 1g/l de un producto acelerante no contaminante).
1. SE REGULA ENTONCES EL pH DEL BAÑO A VALORES CERCANOS ENTRE 4.5-5.0. ES IMPORTANTE EN ESTOS CASOS TOMAR EN CONSIDERACIÓN EL pH DEL AGUA UTILIZADA, PARA ENTONCES PRIMERO NEUTRALIZAR SU ALCALINIDAD (ESTO ES NORMAL EN LA MAYORÍA DE LAS AGUAS TRATADAS) Y LUEGO AGREGAR LA CANTIDAD DE ÁCIDO ACÉTICO PARA AJUSTAR EL pH A LOS VALORES RECOMENDADOS (esto en el caso de las tinturas bajo condiciones normales en medio ácido).
2. SE COMIENZA A ELEVAR LA TEMPERATURA DEL BAÑO EN UNOS 2°C/MINUTO HASTA LLEGAR A UNA TEMPERATURA DE 80°C.
3. SE ESTABILIZA LA TEMPERATURA EN ESE VALOR Y SE AGREGAN LOS COLORANTES DISPERSOS PREVIAMENTE DISPERSADOS CON AGUA CALIENTE.
4. SE CIERRA LA MÁQUINA SE COMIENZA A ELEVAR LA TEMPERATURA EN 1°C/MINUTO, HASTA LLEGAR A TEMPERATURAS DE 130° - 135°C (caso del poliéster texturizado es conveniente no pasar de los 130°C)



5. SE TRABAJA BAJO ESTAS CONDICIONES DURANTE 1 HORA PARA EL CASO DE LOS COLORANTES NORMALES.
6. SI LA TINTURA SE ENCUENTRA DENTRO DE LOS PARÁMETROS DE TONALIDAD SE ENFRÍA HASTA LOS 90°C Y SE COMIENZA A ENJUAGAR POR REBOSE HASTA LLEGAR A LOS 65°- 70°C.
7. CUANDO EL AGUA COMIENZA A SALIR CLARA Y LAS TONALIDADES SE ENCUENTRAN EN EL RANGO DE MEDIOS-OSCUROS ES CONVENIENTE REALIZAR UN BAÑO DE LIMPIEZA REDUCTOR AGREGANDO AL BAÑO: **1 - 2 g/l DEL TOPSOL LT y 2 - 4 g/l de SODA CAÚSTICA** al 50%. SE CALIENTA HASTA LLEGAR A LOS 70° - 80°C Y SE AGREGA ENTONCES: **2 - 4 g/l DE HIDROSULFITO DE SODIO**. FINALMENTE SE TRABAJA POR ESPACIO DE 30 MINUTOS (esto es para el caso del lavado reductor normal, sabemos que existen auxiliares que eliminan este lavado e inclusive los procesos de teñido alcalinos de la fibra de poliéster y ciertos colorantes dispersos tampoco lo necesitan).
8. SE ENJUAGA LUEGO CON AGUA CALIENTE A UNOS 50°C Y SE FINALIZA LA TINTURA. SI FUERA NECESARIO CON EL AGREGADO DE UNA SUAVIZANTE, ANTIESTÁTICO, ETC., ES POSIBLE HACERLO DURANTE ESTE ENJUAGUE CON UN TRATAMIENTO CON LOS PRODUCTOS ADECUADOS POR ESPACIO DE 20 MINUTOS MÁS.

Hasta aquí hemos bosquejado algunas recomendaciones generales para la tintura del poliéster, sin embargo existen algunos puntos importantes dentro de los procesos de tintura que deben ser adicionalmente comentados. Por ejemplo, con referencia a los colorantes DISPERSOS es interesante observar que los valores de DIFUSIÓN de los diferentes colorantes dependen en una gran medida de la temperatura de teñido, de la resistencia mecánica propia de la fibra, de la composición química y tamaño de las partículas del colorante en particular, además de estos valores también estas condiciones pueden ser influenciadas por los siguientes puntos:

- Cambios en la fibra misma y en consecuencia en su superficie (texturizado)
- Incrementos de la temperatura (termofijación).
- Uso de colorantes con valores de difusión diferentes.
- Uso de colorantes con dispersiones muy finas o directamente teñir con soluciones reales de los colorantes.
- Incrementando los espacios intermicelares de la fibra.

## **[ ] COLORANTES PARA LA TINTURA DEL POLIÉSTER**

Se estima que un 80% de los colorantes dispersos para la tintura del poliéster son utilizados bajo condiciones de ALTA TEMPERATURA en procesos por agotamiento, el resto es utilizado en procesos continuos (thermosolado, vaporizado) y en la estampación.

Los colorantes dispersos son colorantes no-iónicos que pueden ser aplicados por agotamiento formando finas dispersiones estabilizadas por el agregado de ciertos tensioactivos con propiedades dispersantes. Como ya comentáramos estos colorantes se caracterizan por ser muy poco solubles en agua, siendo esencial que en la primera etapa del proceso de tintura puedan disolverse en ese medio para que luego se transfieran a la superficie de la fibra y sean adsorbidos por la misma (FASE DE ADSORCIÓN), dando comienzo luego la etapa de difusión del colorante hacia el interior de la fibra (FASE DE DIFUSIÓN).



Los colorantes DISPERSOS se agrupan en general por sus valores de difusión, encontrándonos con colorantes de BAJA ENERGÍA, MEDIA ENERGÍA y de ALTA ENERGÍA, tomando en cuenta estos valores podemos predecir que cuando se necesitan altos valores de igualación-migración debiéramos elegir aquellos colorantes de BAJA y MEDIA ENERGÍA ya que los mismos poseen valores de difusión muy altos (especialmente los de BAJA ENERGÍA), si bien por otro lado cuando se necesitan altas solidez a los tratamientos térmicos (sublimación, por ejemplo) debieran elegirse los colorantes de ALTA ENERGÍA.

## [ ] FASE DE ADSORCIÓN

También la podríamos llamar FASE DE AGOTAMIENTO ya que la misma determina las posibilidades de igualación con ese colorante, de ahí la importancia de incrementar la temperatura en una forma controlada en esta etapa en particular para lograr un agotamiento uniforme del colorante. Debemos reconocer que estas condiciones se encuentran muy influenciadas por la concentración del colorante, el gradiente de temperatura, tipo de fibra y ciertos auxiliares presentes en el baño.

- **Concentración del colorante**, la temperatura crítica y el grado de igualación dependen de la concentración del colorante, más si utilizamos en una receta combinaciones de varios colorantes y en diferentes porcentajes de cada uno.
- **Gradiente de temperatura**, la adsorción del colorante depende del rango de calentamiento empleado en el proceso.
- **Tipo de fibra**, diferentes fibras presentan diferentes afinidades (grados de adsorción) por los colorantes, por ejemplo, la temperatura crítica y el rango de adsorción son generalmente inferiores cuando el denier de la fibra de poliéster disminuye, esto es especialmente crítico en el caso de las microfibras, si las comparamos con un poliéster convencional.
- **Uso de auxiliares**, en general se utiliza tres tipos de auxiliares para la tintura de las fibras de poliéster como podemos observar a continuación:
  - **Auxiliares dispersantes aniónicos**, normalmente sulfonatos orgánicos que reducen el riesgo de que la dispersión de los colorantes se rompa a altas temperaturas. Normalmente tienen muy poco impacto sobre la FASE DE ADSORCIÓN.
  - **Agentes de igualación no-iónicos**, en general son condensados oxietilenados de ácidos grasos con características para retardar la adsorción de los colorantes reduciendo las posibilidades de un agotamiento defectuoso, posibilitando la reproducibilidad de una tonalidad y mejorando la estabilidad de la dispersión de los colorantes. Si bien en algunos casos pueden actuar selectivamente afectando el agotamiento final y la estabilidad de la dispersión de los mismos.
  - **Agentes de igualación aniónicos**, generalmente promueven la solubilidad y la migración de los colorantes dispersos, así como la difusión de los mismos a altas temperaturas. Pueden causar una aceleración en la etapa de adsorción de los colorantes.

La mayoría de los auxiliares recomendados comercialmente son mezclas de varios tipos de productos químicos por lo cual pueden impactar en formas diversas en los procesos de tintura.



Todos los estudios realizados al respecto confirman que las recetas necesitan de un control en el calentamiento durante la etapa de adsorción y de colorantes con características similares en esta primera etapa.

## [ ] FASE DE DIFUSIÓN

La medición del rango de difusión de un colorante generalmente está relacionada a su volumen molecular y con el largo de la molécula colorante de ahí la clasificación en valores de BAJA, MEDIA y ALTA ENERGÍA, como ya dijéramos estos valores de energía se encuentran influenciados por las condiciones de aplicación del colorante (temperatura de teñido, auxiliares en uso, etc.)

En la tintura a alta temperatura la fase de MIGRACIÓN del colorante cobra una importancia relevante especialmente en el caso de aquellos colorantes adsorbidos en forma poco uniforme debido a una inadecuada circulación del baño o a un rápido calentamiento del medio (los colorantes dispersos bajo condiciones de 60 minutos a 130°C migran entre un 40 y un 80%), por lo tanto debe prestársele una gran atención a la fase crítica de igualación como es la fase de ADSORCIÓN.

Es normal que los mayores valores de MIGRACIÓN se obtengan con los colorantes de BAJA ENERGÍA, estas características se hacen más importantes cuando se necesitan cubrir las variaciones presentes en la fibra de poliéster generando materiales con serios problemas de barrado. Es evidente que estas propiedades de MIGRACIÓN de un colorante dado nos permitirá aplicarlo con seguridad durante la etapa de ADSORCIÓN en primer lugar maximizando el intercambio entre el baño y la fibra y por otro lado utilizando colorantes compatibles y con rangos de difusión relativamente altos. Con parámetros bien seleccionados es posible teñir sin problemas e inclusive acortar los tiempos de tintura. En la siguiente tabla podemos observar cómo compatibilizar el rango de subida de la temperatura, las condiciones de intercambio de baño (teñido de bobinas, beam) y los tiempos para la vuelta de la cuerda en el caso de la tintura de piezas en máquinas tipo jet.

Calentamiento en °C/minuto	Intercambio del baño de tintura en CICLOS/MINUTO (bobinas, beam)	Tiempo de circulación de la cuerda (vuelta)
0.5	1	Mayor a 3 minutos
1	1 - 2	2 minutos
1.5	2 - 3	90 segundos
2	3 - 5	60 segundos
2.5	5 - 7	45 segundos
3	7 - 9	30 segundos

## [ ] LAVADO DE LAS TINTURAS

La necesidad de un lavado final de las tinturas generalmente está relacionada con la tendencia que puedan tener esos colorantes dispersos a agregarse y a depositarse sobre la superficie de la fibra especialmente cuando son aplicados a altas concentraciones. Si estos depósitos no fueran removidos de la superficie de la fibra es posible que puedan opacar el brillo normal de la tonalidad final, además pueden disminuir las solidez al lavado, sublimación y al frote propias de ese colorante.

El tratamiento usual se realiza con Soda Cáustica e Hidrosulfito de Sodio (lavado reductivo), con lo cual se puede destruir inmediatamente a los azo colorantes presentes (por la rotura de la unión azo), sin embargo colorantes dispersos derivados de la antraquinona no son totalmente destruidos por este tratamiento, si bien se solubilizan temporalmente en la forma leuco-alcalina. Los siguientes parámetros influyen de una manera importante el lavado reductivo final.



- GRADO DE AGOTAMIENTO, debiera ser de un 100% para poder reducir la necesidad de un lavado reductor final.
- ESTABILIDAD DE LA DISPERSIÓN DE LOS COLORANTES, una excelente y fina dispersión de los colorantes disminuiría las posibilidades de agregación de los mismos durante la crítica fase de tintura a altas temperaturas.
- BUENAS PROPIEDADES DE DIFUSIÓN en un colorante disperso minimizan la necesidad de un lavado reductor final, esto se hace importante en el caso de los procesos de tintura rápida.
- CLASE QUÍMICA DE LOS COLORANTES en particular hace que muchos de ellos puedan ser destruidos por un simple lavado alcalino final sin la necesidad del agregado de un agente reductor.
- EN LA TINTURA DE LA MEZCLA DE POLIÉSTER/CELULOSA, la necesidad de un aclarado reductor final depende de las propiedades de manchado que tengan los colorantes dispersos utilizados y de las solidez finales necesarias, de ahí la importancia de una buena selección de los colorantes y de los procesos de tintura.

## **[ ] CONSIDERACIONES SOBRE LAS SOLIDEZES DE LOS COLORANTES**

Cuando un sistema de colorantes seleccionados no alcanza los requerimientos de solidez de un cliente es en vano cualquier conversación acerca de las mejoras productivas que pudieran traer esos colorantes, realmente resultan irrelevantes para el tintorero. En cambio cuando nos encontramos ante serios retos en nichos existentes dentro del mercado como pueden ser los rubros de tapicería de automóviles o para uso doméstico en la tapicería de muebles donde las solidez especialmente a la luz son particularmente críticas, así como también para aquellas tinturas dirigidas a las prendas de vestir donde las exigencias se van hacia las altas solidez húmedas, nos encontramos obligados a ofrecer las mejores combinaciones de colorantes posibles.

En cuanto a las solidez al lavado los resultados se ven seriamente influenciados por dos aspectos, en principio por el sistema de limpieza utilizado durante o después de la tintura y en segundo lugar por las propiedades térmicas de los colorantes.

Termomigración es un término utilizado para describir la difusión de los colorantes dispersos hacia la superficie de la fibra luego de los diferentes tratamientos con calor que pudiera haber soportado el material teñido. El fenómeno de la Termomigración permite que la solidez final de las telas teñidas pueden volver a tener sus solidez al lavado originales con sólo un lavado posterior. En cambio la solidez a la sublimación está relacionada con el colorante en particular y es una característica propia del mismo, si bien en la práctica estos valores muestran una pequeña relación entre ellos.

La Termomigración se encuentra influenciada por un número de factores que incluyen, la concentración del colorante, temperatura y duración del tratamiento térmico, concentración y tipo de agentes de acabado y por supuesto la naturaleza misma del colorante. El camino más práctico para medir las propiedades de Termomigración de un colorante es cotejando su solidez al lavado después de termofijar el material bajo las condiciones normales aplicadas internamente en estos casos.

Es importante llamar la atención sobre las solidez de los colorantes de ALTA ENERGÍA tradicionalmente con un comportamiento adecuado según los test de lavado, pero sujetos hoy día a las tendencias de la moda donde se realizan efectos cruzados y de contrastes de colores para ropa deportiva o ropa informal y adicionalmente al lavado con el uso de detergentes que contienen



perboratos. Todo esto obliga a realizar revisiones prácticas de los colorantes especialmente en cuanto a la solidez a la Termomigración de los mismos. Condiciones extremas como temperaturas de fijación cercanas a los 200°C (o algo más), pueden de alguna manera ayudarnos a seleccionar aquellos colorantes de ALTA ENERGÍA con propiedades superiores; sin embargo para las temperaturas normales de fijación (30 segundos a 180 °C) valores para la sublimación entre 4 – 5 para la serie de ALTA ENERGÍA, de 3 – 4 para los colorantes de MEDIA ENERGÍA, pueden resultar suficientes bajo esas condiciones.

## **[ ] CONCLUSIONES**

En la tintura de la fibra de poliéster existen reales oportunidades para aumentar la productividad por encima de los procedimientos tradicionales a través de la optimización de las condiciones de tintura, de la elección de un sistema colorante apropiado (para la tintura rápida, por ejemplo) y especialmente por la observación de los parámetros que regulan el proceso de tintura de la fibra, estoy convencido que la clave está en nosotros mismos y en nuestra perseverancia en el respeto de las condiciones propias del proceso (antes y después de la tintura).

**OAH**

### **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:**

- **EL TEÑIDO DE LAS FIBRAS DE POLIÉSTER TEXTURIZADO. O.A.Haffar -1991.**
- **LAS FIBRAS POLIESTÉRICAS. O.A.Haffar -1989.**
- **DESARROLLOS EN EL TEÑIDO DE LAS FIBRAS DE POLIÉSTER. W.Beckmann - Bayer**
- **TECHNICAL DATA “PACKAGE DYEING OF TEXTURED POLYESTER YARNS”. Eastman Dyes N° J-149.**
- **TECNOLOGÍA DE GERENCIAMIENTO PARA LOGRAR UNA MEJORA EN LA RENTABILIDAD DE LA TINTURA DE LA FIBRA DE POLIÉSTER Y SUS MEZCLAS CON EL ALGODÓN. Dr. Brian Glover - YORKSHIRE CHEMICALS-1998.**
- **IDENTIFICANDO CRITERIOS PARA LA TINTURA RÁPIDA DEL POLIÉSTER. Alan Cunningham, BASF**