

Posibilidades y problemas que ofrecen los procedimientos rápidos de tintura para fibras de poliéster*

por el Dr. **Ernst Schönflug**

Director del Departamento Técnico de Tintorería de BASF

Hasta época reciente no se han podido implantar los procedimientos de tintura rápida por agotamiento para fibras de poliéster. Este desarrollo ha sido posible gracias a la construcción de aparatos de alto rendimiento, a los adelantos habidos en el campo de la automatización y de la técnica de regulación automática, al mejor dominio del proceso de tintura y al conocimiento más profundo del comportamiento de los colorantes de dispersión en esas condiciones de tintura.

Hemos de partir del hecho de que hace aproximadamente 20 años, es decir, cuando las primeras fibras de poliéster se abrieron paso en la industria textil, existían solamente procedimientos muy rudimentarios para teñir dichas fibras. La tintura por agotamiento únicamente se conseguía con métodos entonces modernos, esto es, el procedimiento con carrier y el de altas temperaturas. Todavía tenían que crearse los acelerantes apropiados para la tintura. Tampoco existían entonces aparatos y máquinas para teñir a presión, y tuvieron que construirse especialmente para este campo. Apenas se había pensado en la regulación exacta del proceso por sistema automático. En muchos casos, la velocidad de calentamiento y la temperatura máxima de tintura estaban condicionados al tipo de aparato y vapor industrial de que se disponía. Los colorantes de dispersión que se utilizaban para la tintura constituían al principio sólo una solución de emergencia puesto que habían sido desarrollados para teñir acetato y, por consiguiente, para usar a temperaturas alrededor de 80°C. Los surtidos especiales de colorantes como las marcas [®]Palanil, que por su capacidad de subida, solidez y mejor estabilidad en dispersión incluso a altas temperaturas son particularmente apropiados para las fibras de poliéster, aparecieron en el mercado en el año 1958.

En concordancia con esta situación se proponía entonces efectuar el procedimiento a altas temperaturas según las normas siguientes:

Se comenzaba la tintura a 50-60°C, se calentaba en 30 a 45 minutos hasta 125-135°C y se teñía 60-90 minutos a esta temperatura. A continuación, y en caso necesario, se limpiaba reductivamente y se enjuagaba.

Esta norma de carácter general se sometía a ciertas modificaciones locales de trabajo. Sin embargo, no fue posible al principio llevar a cabo cambios sistemáticos a gran escala debido al estado de la técnica de entonces.

Se concedió solamente una importancia secundaria a la velocidad de subida de los colorantes de dispersión, por lo que respecta a la igualación (1,2). Se aceptaba que el colorante subiera más o menos desigualmente ya que la experiencia había demostrado que las desigualdades iniciales desaparecían tiñendo durante el tiempo suficiente en la fase de igualación. Se consideraba decisiva la migración, y no la subida uniforme.

Por igualación entendemos aquí la distribución uniforme del colorante por

* Conferencia pronunciada en el Salón de actos de la ETSIT, el día 14 de noviembre de 1973, dentro del Ciclo desarrollado sobre «Optimización de procesos de tintura».

el material textil y no el cubrimiento de las rayas procedentes de las diferencias del material.

La figura 1 representa en su parte inferior la típica curva de subida de un colorante de dispersión sobre fibras de poliéster durante el procedimiento usual de altas temperaturas. Este proceso de tintura comprende la fase de subida y la fase de igualación. En la parte superior de la figura se expone esquemáticamente el curso de igualación de la tintura durante el desarrollo de la misma. El estado inicial está constituido por la materia textil sin teñir, a la cual se la considera igualada. El teñido va volviéndose desigual progresivamente durante la fase de subida, en tanto que la igualación aumenta a lo largo de la fase de igualación.

Sin embargo, aplicando este procedimiento se destina una parte considerable del tiempo de tintura a compensar la posible irregularidad del colorante montado a la fibra. Esta fase de igualación, que a menudo es bastante prolongada, se puede disminuir de forma notable si el colorante sube con la mayor igualación posible desde un principio. El que ello sea posible ha quedado demostrado en la tintura de poliacrilonitrilo con colorantes catiónicos (3,4,5). Los conocimientos adquiridos en este campo han contribuido considerablemente a la racionalización de la tintura de fibras de poliéster aplicando las medidas adecuadas y han ayudado a preparar el camino para los procedimientos rápidos de tintura (6,7,8,9).

La realización de estos procedimientos en las fibras de poliéster está fundamentalmente en función de los siguientes requisitos:

1. *Optimización del proceso de tintura.* Se consigue regulando la velocidad de subida de los colorantes de dispersión mediante el ajuste de la temperatura y el empleo de productos auxiliares.

2. *Medidas de orden mecánico.* Consisten principalmente en aumentar el caudal de baño o bien la circulación del artículo, intensificando al mismo tiempo el rendimiento de la calefacción.

3. Teniendo en cuenta el comportamiento de los *colorantes de dispersión* en esas condiciones de tintura.

OPTIMACION DEL PROCESO DE TINTURA

En la figura 2 se muestra la velocidad crítica de la tintura en un sistema dado, y la relación existente entre dicha velocidad y la igualación.

La velocidad crítica de la tintura indica el límite hasta el cual todavía se pueden conseguir tinturas igualadas desde un principio. Según Rüttiger y Ehlert(10), tal velocidad crítica de tintura, se calcula de la curva respectiva de subida, mediante una integración que toma en consideración la pendiente y longitud de cada fragmento. En este caso concreto, la velocidad crítica de tintura viene determinada por el sistema dado, es decir, por el rendimiento del aparato y el estado de manufactura del material. En el caso anterior, tal velocidad está representada en una curva de subida, en la cual sube por minuto el 1,3 % del colorante que monta en total.

Si la curva de subida presenta un desarrollo demasiado plano, significa ello que se malgasta tiempo. Si dicha curva se empina excesivamente, tal hecho indica que se supera la velocidad crítica de tintura, resultando el teñido más o menos desigual en la fase de subida.

Se puede aceptar, como es lógico, que se produzca cierta desigualdad al principio si se dispone de una fase suficientemente prolongada de igualación que al final del proceso proporciona un teñido igualado. A esto se denomina «desigualdad admitida durante la subida» (11).

Por consiguiente, para teñir con rapidez e igualdad es menester ajustar la velocidad de subida de los colorantes a la velocidad crítica de tintura que permitan el aparato respectivo y las demás condiciones de trabajo. Esto se lleva a cabo de la forma más fácil regulando la temperatura, método acreditado y conocido desde hace largo tiempo. Así, en las zonas de temperatura, en las cuales el colorante sube lentamente o en las que el baño está casi completamente agotado, se acelera la subida calentando rápidamente. Por el contrario, en aquellas fases en las que el colorante presenta una velocidad de subida particularmente alta, se calienta lentamente al objeto de retardar la misma.

La velocidad de subida puede ser también influenciada mediante el uso de productos auxiliares. Así, los carriers aumentan la velocidad de subida de los colorantes de dispersión, en tanto que determinados productos no ionógenos la retrasan. Sin embargo, se recomienda obrar con precaución cuando se empleen acelerantes de tintura u otros productos auxiliares, ya que los productos de efecto selectivo pueden perjudicar la reproducibilidad de las tinturas de combinación. También pueden empeorar la estabilidad de la dispersión; de esto último se hablará más tarde.

La velocidad de subida de un colorante de dispersión a la fibra de poliéster está en función de numerosos factores. De importancia especial son: la constitución y concentración del colorante, el producto auxiliar que se une, el tipo y estado de manufactura en que se encuentre el textil, el tratamiento previo a que haya sido sometida ésta, y las condiciones mecánicas, esto es, la velocidad de calentamiento y la circulación de baño.

En otro trabajo (12) se describe cómo ha sido posible, a pesar de todos estos factores, optimar el proceso y conseguir procedimientos seguros y económicos para teñir con rapidez fibras de poliéster. La zona de temperaturas en la cual sube la mayor parte del colorante varía según el tipo de éste. Por ello es preciso clasificar en grupos a los colorantes. La temperatura inicial, la velocidad de calentamiento en la fase principal de subida, la temperatura máxima y el tiempo mínimo de tintura que es necesario para lograr las solideces requeridas, se toman de las tablas al respecto. Según la concentración de colorante, el tipo de fibra y las condiciones mecánicas se realizan modificaciones rigiéndose por datos clasificados asimismo en tablas.

La figura 3 tiene por objeto ilustrar nuevamente el principio y la finalidad de los procedimientos rápidos de tintura. La situación inicial está constituida por un gran número de curvas posibles de subida que pueden extenderse por un campo amplio; esta zona está representada por la superficie punteada. Regulando el proceso se agrupan estas curvas en un haz estrecho. Este haz tiene que orientarse por la velocidad crítica de tintura si se quiere que el teñido resulte igualado desde un principio. La velocidad crítica de tintura es, con un sustrato dado, tanto mayor cuanto más rinda el aparato. Por consiguiente, el grado de aumento de la velocidad de subida depende notoriamente del aparato que se emplee. Tal cosa se comprueba observando el curso de los haces de curvas 1, 2 y 3, representando este último las exigencias máximas.

A continuación se explicará lo que se entiende bajo capacidad de rendimiento del aparato.

MEDIDAS DE ORDEN MECANICO

Para impedir que los colorantes suban con desigualdad es preciso compensar continuamente las diferencias de concentración que se originan en el baño de tintura al ser atravesado éste por el material textil. Las diferencias de temperatura

perjudican la igualación todavía más que las diferencias de concentración, puesto que la capacidad de subida aumenta fuertemente conforme asciende la temperatura. La velocidad inicial de tintura se duplica, en la zona comprendida entre 100 y 140°C al teñir fibras de poliéster del tipo de tereftalato de polietilenglicol [medido por Rüttiger (13) con Colorantes Palanil]. Por esta razón es preciso que la corriente de baño sea lo suficientemente intensa y uniforme para que en cada circuito atravesase el material textil a igual temperatura y en la misma concentración. La circulación de baño o de género debe ser suficientemente rápida en relación con la velocidad de subida del colorante. Cuanto más de prisa se calienta, tanto más uniforme debe ser la alimentación de colorante y por tanto la circulación de baño.

En otra publicación (14) se describen ya las características más importantes de los aparatos para tintura rápida, así como la función de los mismos, por lo cual nos limitaremos aquí a explicar solamente algunos detalles acompañantes.

Un grupo de estos aparatos se distingue de los aparatos convencionales para altas temperaturas en que sus intercambiadores de calor y bombas ofrecen un rendimiento mucho mayor. Típico ejemplo de ello son los aparatos de tintura rápida y de tintura muy rápida de la casa Callebaut de Blicquy S. A., Bruselas, Bélgica (15). En ellos, la velocidad de calentamiento puede ser de hasta aproximadamente 15°C/minuto. El caudal de baño puede aumentarse hasta 150 l/minuto por kilogramo de material textil.

Al respecto conviene tener en cuenta que el caudal de baño se debe acoplar al material textil a teñir puesto que una presión elevada de baño puede perjudicar a la materia o deformar la bobina o plegador, formándose entonces canales que ocasionan desigualdades.

El número de ciclos de circulación se puede conseguir aumentando el rendimiento de la bomba o bien disminuyendo el volumen de baño. Esto último ha sido el principio seguido por algunos constructores de aparatos, tales como la casa Maschinenfabrik Frauchiger AG, Zofingen/Suiza y la casa Brückner Apparatebau GmbH, Erbach/Odenwald, República Federal de Alemania (16).

Al respecto se debe indicar que la relación de baño no se puede disminuir arbitrariamente. Según Kretschmer (17), el volumen del material textil (V_T) solamente está ocupado por una pequeña parte de sustrato textil (V_S). Así pues, la parte mayor del volumen del material textil está constituido por un espacio libre, el llamado volumen intersticial ($V_T - V_S$). El factor del espacio intersticial (ϵ_v) expresa la relación existente entre el volumen intersticial y el volumen de la materia textil, según la fórmula:

$$\epsilon_v = \frac{V_T - V_S}{V_T}$$

Tomando como ejemplo un caso práctico se obtuvieron, en una bobina cruzada de poliéster texturado, los valores siguientes para el factor de espacio intersticial (figura 4):

$$\begin{aligned} \epsilon_v &= 0,87 && \text{Material sin prensar, antes de la tintura} \\ \epsilon_v &= 0,79 && \text{Material después del prensado y tintura} \end{aligned}$$

De aquí se desprende que las bobinas de hilo texturado de poliéster están formadas solamente en un aproximadamente 20 % por sustrato textil en el momento de su tintura. Alrededor del 80 % del volumen de la bobina está ocupado por baño de tintura. Esto proporciona ya una relación de baño de aproximadamente 1:3 teniendo presente la densidad del poliéster (1,38) en el cálculo. A ello se

debe añadir el volumen de baño que se precisa para el sistema circulatorio del aparato, en virtud de lo cual la relación de baño se eleva entonces, según el tipo de aparato, hasta 1:7-1:10.

Otros constructores de aparatos son de la opinión de que la mejor manera de obtener teñidos igualados por procedimiento rápido, consiste en cambiar frecuentemente el sentido circulatorio del baño. Este método fue adaptado por la casa Gaston County Dyeing Machine Co., Stanley, N.C./EE.UU. (Rapid Reversal Dyeing Technique). Esta empresa recomienda cambiar el sentido de circulación de baño cada vez que éste haya recorrido un circuito completo (18). J. Cegarra describe un nuevo aparato de paso del baño a través de la materia textil aplicando un número elevado de intercambios en el sentido de circulación de éste, número que llega hasta 20 por minuto (19).

Otro sistema está representado por el aparato de tintura rápida «BurlVac» de la casa B. Thies, Spezialmaschinenfabrik KG, Coesfeld, República Federal de Alemania (20). Este sistema fue desarrollado por la casa Burlington Industries de Estados Unidos y se fundamenta en lo siguiente:

El recipiente de tintura que contiene el material textil se somete al vacío, en tanto que el baño de tintura se prepara en un recipiente separado de presión, en donde se calienta. Gracias al vacío de aire en el material textil y en el depósito, el baño penetra ahí rápidamente y a alta temperatura, entrando instantáneamente en contacto con el material. A pesar de que los procesos de tintura que tienen lugar en este momento todavía no se han aclarado con detalle, este método ofrece perspectivas nuevas.

ESTABILIDAD DE LOS COLORANTES DURANTE LA TINTURA

Debemos recordar que la tintura de fibras de poliéster no se realiza con colorantes solubles sino con dispersiones de colorante. Ahora bien, para comprender el comportamiento de esas dispersiones durante la tintura y sobre todo en las condiciones especiales en que se llevan a cabo los procesos de tintura rápida, es preciso que estudiemos atentamente las propiedades físicas de esta clase de colorantes.

Una característica especial de los colorantes de dispersión es su solubilidad muy baja en agua. A temperatura ambiente, tal solubilidad es de 1 mg/l. Para poder aplicar estos colorantes en baño acuoso, se someten en la fabricación a una terminación especial, llamada «finish», que los hace apropiados para la tintura. Para ello, los cristales de colorante resultantes de la síntesis son triturados mediante molido o amasado. Además se añaden dispersantes para que al preparar el baño de tintura el colorante forme rápidamente y completamente una dispersión fina.

Los dispersantes rodean también las partículas de colorante durante la tintura en forma de capa protectora e impiden que dichas partículas se aproximen excesivamente entre sí y formen aglomeraciones.

El tamaño de las partículas de los colorantes finamente dispersados es aproximadamente de $0,5-1/\mu\text{m}$. Se comprende que no todas las partículas poseen el mismo tamaño e igual forma. Sin embargo, los colorantes de dispersión de alta calidad están compuestos por una mayoría de partículas pequeñas de características uniformes.

Las dispersiones de colorante deben soportar esfuerzos muy elevados en el baño de tintura. La figura 5 muestra las modificaciones que sufre la forma física del colorante de dispersión durante el proceso de tintura, o las variaciones que puede soportar. Se procura que la mayor cantidad posible de colorante pase directamente de su forma finamente dispersa original al estado molecular, dentro de

los límites que permita su solubilidad, y se difunda en la fibra de poliéster sin que se produzcan en el colorante otros cambios entretanto. Durante el proceso de subida se va disolviendo continuamente colorante hasta que se alcanza el equilibrio de tintura.

Contrariamente a lo que se acaba de citar, el colorante puede pasar de la forma finamente dispersa o de la solución a un estado más grueso (21,22,23,24,26, 27). Esto tiene lugar por aumento de tamaño de los cristales, por agregación o por aglomeración. La cristalización es favorecida, por ejemplo, si se enfría y calienta rápidamente el baño de tintura. Las agregaciones están compuestas por partículas primarias superpuestas superficialmente, en tanto que las aglomeraciones se componen de partículas primarias y/o agregaciones superficiales adheridas por sus ángulos y bordes.

El colorante, en cada uno de estos tres estados, se encuentra en equilibrio con la solución, es decir, continúa participando en el proceso de tintura. Sin embargo, dicho estado transitorio puede alterar especialmente la tintura de bobinas y plegadores. Los problemas que de ahí se desprenden se tratarán más adelante.

El aumento del tamaño de las partículas de colorantes se debe a que los cuerpos en dispersión fina presentan la tendencia a adquirir una forma de dispersión más gruesa y estable cediendo al mismo tiempo carga superficial. Esta tendencia se puede retrasar pero no impedir. Por ello, incluso las dispersiones muy estables de colorante pueden mantener sólo por poco tiempo su estado inicial de fina dispersión, según el esfuerzo a que esté sometido todo el sistema.

La eficacia de la estabilización es influenciada de modo positivo o negativo por numerosos factores durante la tintura. Ejercen un papel importante los siguientes:

- Concentración de colorante
- Temperatura
- Tiempo
- pH
- Contenido de electrolitos
- Auxiliares de tintura
- Productos de preparación y aceites de bobinado

Cuanto mayor sean la concentración de colorante y la temperatura y mayor tiempo precisen los colorantes para subir, tanto más probable será que se produzcan aglomeraciones de partículas de colorante. Al teñir por procedimientos rápidos se acortan los tiempos inefectivos que preceden a la subida de los colorantes, lo cual favorece la estabilidad de la dispersión. Por el mismo motivo están menos expuestos los colorantes a sufrir transformaciones químicas.

En la zona de pH comprendida entre 4 y 6, la estabilidad de la dispersión es prácticamente independiente del pH. La forma más simple y segura de ajustar el pH necesario para el baño de tintura consiste en el empleo de ácido acético, porque los electrolitos ponen en peligro el estado de fina dispersión y por ello solamente se deben utilizar en los casos absolutamente necesarios.

Los auxiliares para la tintura, es decir, los dispersantes, igualantes, carriers, inhibidores de espuma, etc., pueden mejorar la estabilidad de la dispersión, si bien pueden asimismo empeorarla. Como, además, en su aplicación combinada se pueden dar incompatibilidades, solamente se deberán emplear dichos productos después de haber sido probados previamente en las condiciones respectivas de aplicación.

Las preparaciones de hilatura y los aceites de bobinado pueden perturbar la estabilidad de las dispersiones de colorante. Esto es válido también aunque formen emulsiones estables en la zona de altas temperaturas. Por ello se deberán eliminar por lavado antes de la tintura.

A menudo se afirma que los colorantes de dispersión no soportan las cargas elevadas de cizalla que se producen en las bombas rápidas. Esto no ocurre desde luego con los colorantes bien dispersados. Nosotros no pudimos observar separación alguna de las dispersiones de Colorantes Palanil agitándolas hasta 10.000 rpm, es decir, bajo una carga de cizalla muy elevada (28).

PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN EN LA TINTURA DE BOBINAS Y PLEGADORES

Vamos a dedicarnos ahora a los problemas especiales que ofrece la tintura de bobinas y plegadores con colorantes de dispersión.

Muchos tintoreros han experimentado ya que durante la tintura, el colorante forma depositaciones sobre la bobina y en su interior. Este fenómeno se pone principalmente de manifiesto si se interrumpe la tintura a aproximadamente 110°C durante el calentamiento. Destaca el hecho de que tales depositaciones aparecen principalmente en la parte interior de la bobina y también en sus superficies superior e inferior. Si se prosigue la tintura, desaparecen las depositaciones por completo en la mayoría de los casos. Por consiguiente, este fenómeno constituye un proceso parcial del desarrollo completo de la tintura y, en él, el colorante de dispersión precipitado temporalmente se disuelve de nuevo y luego se difunde en la fibra.

Baumgarte y Wegerle han estudiado a fondo el proceso de depositación de los colorantes de dispersión en bobinas cruzadas de varios materiales, realizando ensayos al respecto (29). Los resultados más importantes, referidos a la tintura de hilado, fueron los siguientes:

1.º Cuanto más comprimido está el hilo enrollado, tanto más colorante queda retenido.

2.º Las características superficiales del material textil desempeñan un papel importante en la retención de las partículas de colorante.

3.º Cuanto más alta es la velocidad del baño, tanto más colorante queda retenido.

4.º Las depositaciones se producen principalmente en las zonas donde existe una velocidad de baño relativamente elevada.

5.º En estos lugares son retenidas principalmente las partículas de mayor tamaño, en tanto que las de tamaño muy pequeño son absorbidas uniformemente en la superficie de la fibra.

6.º El aumento de la temperatura influye de modo muy distinto sobre los diversos colorantes; la depositación de colorantes de muy buena distribución inicial puede aumentar fuertemente al elevar la temperatura.

7.º El sentido de circulación del baño no influye en la cantidad y lugar de depositación del colorante si ese sentido es uniforme; sin embargo, cambiando periódicamente el sentido de circulación se pueden disminuir las depositaciones.

Baumgarte y Wegerle deducen de estos resultados que los enriquecimientos de colorante en las bobinas son producidos fundamentalmente por un efecto

de acumulación o freno, el cual actúa principalmente sobre las partículas mayores en los lugares de gran velocidad de circulación de baño. Las partículas de mayor tamaño atraviesan el sustrato más lentamente que las de tamaño menor, es decir, las primeras se acumulan y son frenadas más fuertemente sin fijarse en un lugar determinado. Además, una parte de las partículas de colorante puede quedar prendida en las ramificaciones del sustrato, permaneciendo ahí fijas. Dicha parte solamente puede ponerse de nuevo en movimiento variando el sentido de circulación del baño.

Por el contrario, el efecto de retención por filtración normalmente no se presenta, por cuanto los poros del material son de mayor tamaño que las partículas de colorante. Además, caso de que se produjera esa retención circulando el baño de fuera a adentro, las partículas se aglomerarían en la parte exterior de la bobina y no en su interior, lugar donde acostumbran a presentarse.

En los casos extremos, es decir, existiendo una concentración elevada de colorante, siendo el artículo muy tupido y la velocidad del baño excesiva, el enriquecimiento de colorante puede ser tan grande que produzca la obstrucción completa del material, el cual entonces no permite el paso del baño.

En esta figura significan:

- v_i = Velocidad del baño en la parte interior
- v_e = Velocidad del baño en la parte exterior
- s_i = Superficie de paso en la parte interior
- s_e = Superficie de paso en la parte exterior
- r_i = Radio de la parte interior
- r_e = Radio de la parte exterior

¿Cuál es la causa de que el colorante se deposite principalmente en lugares determinados de la bobina? Ello se debe a las características geométricas de la bobina, lo cual origina velocidades distintas del baño. Como el volumen de baño (Vol_{Ba}) que atraviesa la bobina por unidad de tiempo (t) es constante, el baño tiene que atravesar con distinta velocidad las superficies distintas de la bobina por su parte interior y exterior. Se puede calcular fácilmente que la velocidad del baño (v) es inversamente proporcional a la superficie de paso de la bobina (s) y por tanto, al radio (r). En la bobina de la figura 6, la relación entre el radio interior y exterior es de 1:3. Por consiguiente, la velocidad del baño a través de la parte interior de la bobina es tres veces superior a la velocidad con que atraviesa el baño la cara exterior.

En la figura 7 se observan en la parte izquierda las velocidades relativas del baño en el interior de una bobina cruzada cónica. Tomando como base las medidas de la bobina y el número y tamaño de los orificios de los husos metálicos empleados, se han calculado las siguientes velocidades relativas de baño:

	<i>Velocidad del baño (patrón)</i>
Zona exterior de la bobina	1
Zona interior de la bobina	3
A través de los orificios del huso	20

Seguramente es también alta la velocidad del baño a través de las caras superior e inferior de la bobina. No puede expresarse en cifras, por cuanto el baño recorre ahí una trayectoria imposible de controlar.

En la parte derecha de la figura 7 puede observarse que las zonas donde se depositan principalmente las partículas coinciden con las zonas de mayor circulación de baño. Tal como sabemos por experiencia, tales zonas son la parte interior, la cara superior y la inferior de la bobina. Cabe resaltar de nuevo el hecho de que las partículas también se depositan de preferencia en la parte interior cuando el baño circula en sentido contrario, es decir, de fuera a dentro.

Después de haber expuesto las causas de este inconveniente conviene preguntarse si es posible contrarrestar tal fenómeno al teñir las bobinas y plegadores.

Por lo que respecta a las características del material textil cabe recomendar lo siguiente: Las bobinas deben enrollarse solamente con una presión tal que impida la formación de canales. Al bobinar, la tensión del hilo debe ajustarse de manera que no existan diferencias de tupidez en la bobina entre sus partes interior y exterior. El hilo debe haber sido bien prefijado o contraído, al objeto de que no se originen tupideces en la tintura. Todas las bobinas de la partida tienen que presentar características uniformes entre sí, no solamente en lo que se refiere a la tupidez, sino también en lo que concierne al peso. El diámetro interior de la bobina debe ser lo más grande posible con relación al diámetro exterior, con el fin de mantener a un nivel bajo las diferencias de la circulación del baño.

Los husos o espigas de tintura provistos de orificios pequeños ocasionan un efecto de frenado grande. Es más ventajoso utilizar husos de gran superficie de paso o bien teñir sin husos (30).

Tal como se indicó, la circulación elevada de baño favorece la depositación de las partículas de colorante. Sin embargo, a lo largo del proceso de tintura conviene que dicha velocidad sea elevada porque así se eliminan y disuelven las depositaciones y se activa la igualación (31).

El cambio periódico del sentido de circulación al teñir hilo de poliéster favorece también la eliminación de las depositaciones citadas y activa, en general, la igualación del teñido entre la parte interior y exterior de la bobina. Generalmente se empieza con una circulación de dentro a fuera (30). No obstante, existen opiniones muy dispares sobre el ritmo en que deben producirse el cambio de sentido de dentro-fuera a fuera-dentro. En el capítulo «Medidas de orden mecánico» se mencionó ya que algunos constructores de aparatos prefieren que el baño cambie a menudo de dirección. Sin embargo, el tiempo de reposo del mismo debe ser breve con relación al tiempo de movimiento.

También se desearía que los colorantes fueran objeto de mejoras. Sin embargo, dado el carácter metaestable de los colorantes de dispersión, las posibilidades que existen para ello son limitadas. A pesar de eso, fue posible, mediante medidas especiales, conferir un finish particular a algunos colorantes de dispersión, lo cual ofrece ventajas, principalmente para la tintura rápida de bobinas.

Esto crea el problema de dar la denominación adecuada a estos colorantes de dispersión con este finish especial. La catalogación corriente mediante números del Color-Index engloba únicamente a los colorantes desde el punto de vista químico, prescindiendo de su forma de acabado, la cual es de importancia especial para el comportamiento en la tintura rápida.

CONSIDERACIONES FINALES

Debido a los problemas complejos que crea la tintura rápida de poliéster, es indispensable que exista una colaboración muy estrecha entre la empresa de teñidos, el fabricante de aparatos y la casa fabricante de colorantes. Solamente de este modo se conseguirán resultados máximos en lo que se refiere a velocidad de trabajo, igualación de la tintura y disminución de costes. Todos los cálculos previos

sobre el desarrollo del proceso carecerán de valor si no se toma suficientemente en consideración las propiedades y el comportamiento de los colorantes de dispersión en esas condiciones de tintura, sobre todo en caso de teñir bobinas y plegadores.

LITERATURA

- (1) U. Lerch: *Melliand Textilberichte*. **42**, 5, págs. 540-545 (1961).
- (2) E. Merian y U. Lerch: *Melliand Textilberichte*. **43**, 8 y 9, págs. 844-847 y págs. 965-967 (1962).
- (3) J. Carbonell y J. Frauenknecht: *Textilveredlung*. **1**, 2, págs. 57-69 (1966).
- (4) U. Mayer y M. Sülflow: *Melliand Textilberichte*. **49**, 7, págs. 813-818 (1968).
- (5) W. Beckmann y O. Glenz: *Melliand Textilberichte*. **49**, 12, págs. 1436-1443 (1968).
- (6) J. Carbonell y U. Lerch: *Textilveredlung*. **4**, 4, págs. 229-242 (1969).
- (7) W. Beckmann y H. Brieden: *Chemiefasern*. **20**, 7, págs. 553-560 (1970).
- (8) W. Beckmann, H. Hamacher-Brieden, H. J. Leckebusch y H. D. Wiegner: *Textilveredlung*. **7**, 8, págs. 498-506 (1972).
- (9) J. Carbonell, R. Hasler, R. Walliser y W. Knobel: *Melliand Textilberichte*. **54**, 1, págs. 68-77 (1973).
- (10) W. Rüttiger y J. Ehlert: *Textil-Parxis*. **27**, 10, págs. 609-616 (1972).
- (11) H. Fleischer: *Textil-Praxis*. **28** (1973).
- (12) P. Richter: *Textil-Praxis*. **28** (1973).
- (13) W. Rüttiger: Información no publicada.
- (14) Quas: *Textil-Praxis*. **28** (1973).
- (15) Callebaut de Blicquy: *Textilveredlung*. **3**, 1, pág. 16 (1968).
- (16) M. Schuierer y N. Bergholtz: *Chemiefasern/Textilindustrie*. **22/74**, 12, páginas 1128-1129 (1972).
- (17) A. Kretschmer: *Melliand Textilberichte*. **53**, 1, págs. 67-72 (1972).
- (18) F. Clifford: *American Dyestuff Reporter*. **61**, 3, págs. 40-46 (1973).
- (19) J. Cegarra: *Melliand Textilberichte*. **54**, 4 y 5, S. 394-397 y 503-506 (1973). (1973).
- (20) B. Ameling: *Melliand Textilberichte*. **54**, 4, S. 403-406 (1973).
- (21) P. Richter y M. Vescia: *Melliand Textilberichte*. **46**, 6, S. 621-625 (1965).
- (22) Technische Hinweise der BASF, TX 208 d, Noviembre 1970.
- (23) W. McDowell y R. Weingarten: *Melliand Textilberichte*. **52**, 6, S. 716-725 (1971).
- (24) H.-U. von der Eltz: *Textilveredlung*. **7**, 8, S. 519-528 (1972).
- (25) P. Richter: *Chemiefasern/Textilindustrie*. **22/74**, S. 296 (1972).
- (26) J. K. Skelly: *Textilveredlung*. **8**, 3, S. 102-109 (1973).
- (27) H. Weber: Ensayos no publicados.
- (28) P. Richter y M. Vescia: *Textilindustrie*. **73**, 1, S. 25-30 (1971).
- (29) U. Baumgarte y D. Wegerle: Se publicará.
- (30) P. Senner: *Textil-Praxis*. **23**, 10 y 11, S. 683-688 y 777-779 (1968).
- (31) H. Borsten: *Textil-Praxis*. **20**, 5, S. 410-416 (1965).

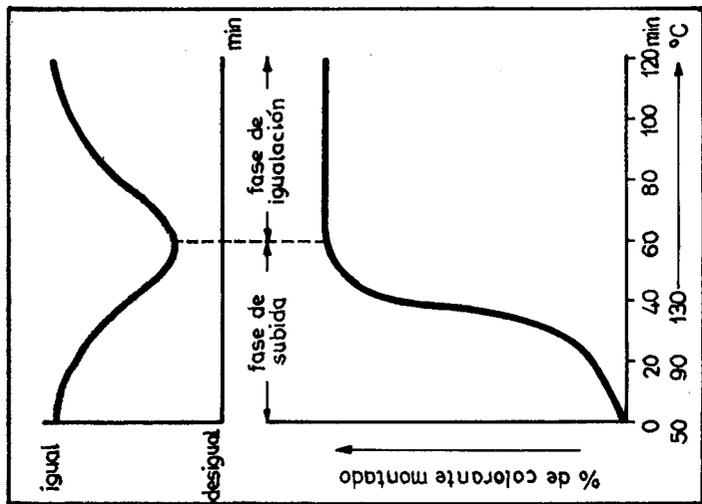


Fig. 1 Curva de subida e igualación en el proceso standard

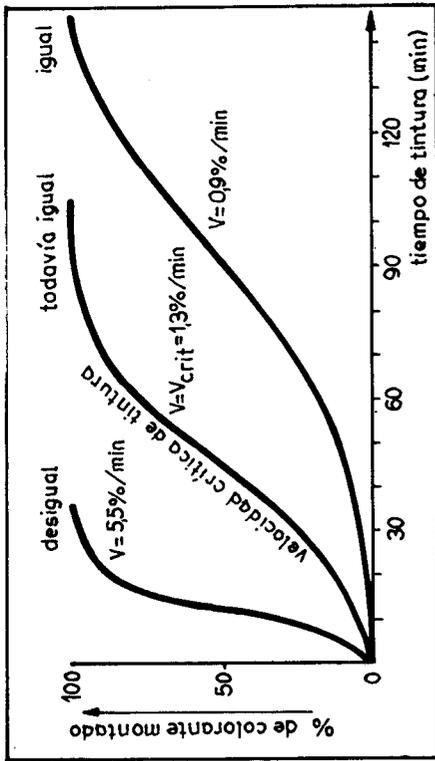


Fig. 2 Velocidad crítica de subida en un sistema dado

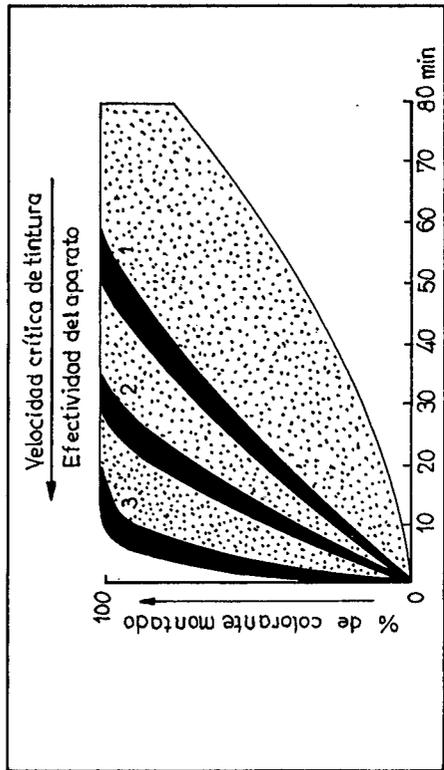


Fig. 3 Agrupamiento de curvas de subida por regulación del proceso, ajustándolo a la velocidad crítica de tintura

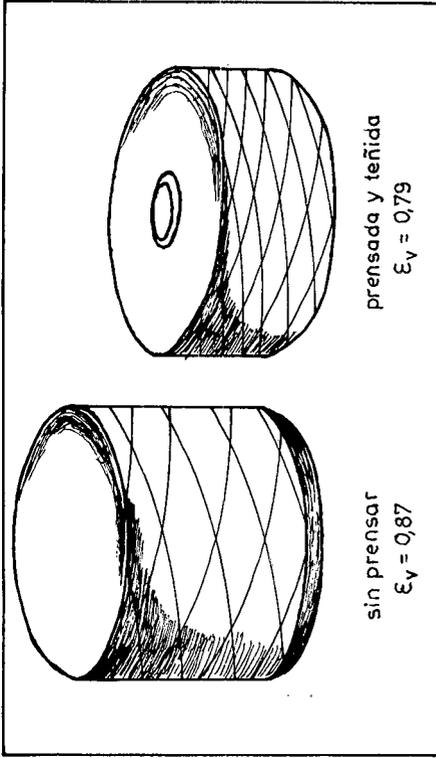


Fig.4 Factor del espacio intersticial de una bobina cruzada de poliéster texturado

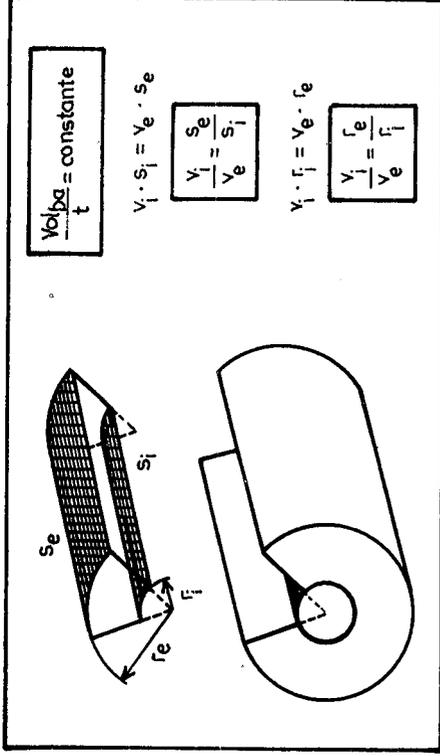


Fig.6 Velocidad del baño en las bobinas cruzadas

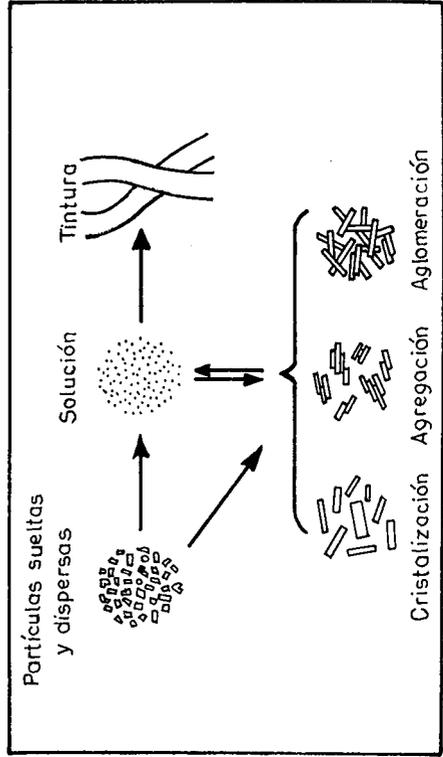


Fig.5 Transformación de la dispersión de colorante en el proceso de tintura

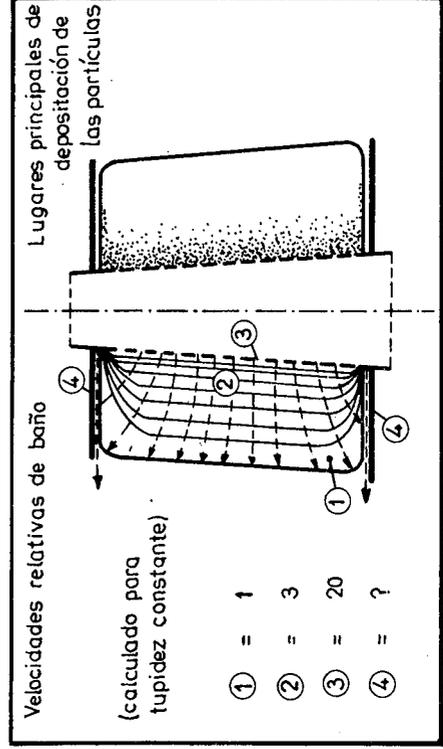


Fig.7 Velocidad de baño y lugares principales de deposición de las partículas