

Cinética de tintura de colorantes reactivos en lana Hercosett

J. Cegarra, A. Riva, J. Ribé

Instituto de Investigación Textil de Tarrasa
Universidad Politécnica de Barcelona (España)

RESUMEN

Se hace un estudio de la cinética de absorción de lana Hercosett 57 y normal con colorantes reactivos α -bromo-acrilamido, deduciendo las constantes de velocidad de absorción y las energías de activación. Se establece así de forma cuantitativa la diferencia de comportamiento entre ambas lanas. Se ha encontrado que para constantes de velocidad del mismo orden, las temperaturas deben ser de 25-40° C superiores en lana normal que en lana Hercosett 57. La energía de activación es del orden de 2.5 veces inferior en lana Hercosett 57 respecto a lana normal.

Se ha aplicado el concepto y ecuación de isorreatividad a ambas lanas, obteniéndose un campo de temperaturas mucho más amplio en Lana Hercosett 57.

RESUME

On fait une étude de la cinétique d'absorption des laines Hercosett 57 et normale avec colorants réactifs α -brome-acrylamide; on déduit les constantes de vitesse d'absorption ainsi que les énergies d'activation. On établit ainsi quantitativement la différence de comportement entre les deux laines. On a trouvé que pour constantes de vitesse du même ordre, les températures doivent être de 25-40° C supérieures en laine normale que dans la laine Hercosett 57. L'énergie d'activation est de l'ordre de 2.5 fois inférieure dans la laine Hercosett 57 vis à vis de la laine normale.

Le concept et l'équation d'isorréactivité ont été appliqués aux deux laines et il a été obtenu un domaine de températures beaucoup plus large dans la Laine Hercosett 57.

SUMMARY

The sorption kinetics of Hercosett 57 and untreated wool on α -bromo-acrylamide reactive dyes is studied by deducting the rate constants of sorption and the activation energies. By doing so, the difference in behaviour between these two wools is found quantitatively. For rate constants of the same order, temperatures in untreated wool should be 25-40° C higher than in Hercosett 57 wool. The activation energy in Hercosett wool is approximately 2,5 times lower than in Normal wool.

The isoreactivity equation has been applied to both wools, being the temperature range much wider in Hercosett 57 wool.

INTRODUCCION

La tintura de la lana Hercosett con colorantes reactivos creemos que es de gran interés en el momento actual y ha sido objeto de algunos de nuestros trabajos. En uno de ellos (1), se ha estudiado la influencia de las diferentes variables que intervienen en el sistema tintóreo sobre la absorción y reacción de los colorantes reactivos del tipo α -bromo-acrilamido para lana.

En este trabajo, presentado en el 10.º Congreso de la FIAQCT celebrado en Barcelona en mayo de 1975, se dedujeron unas ecuaciones que permiten obtener el valor de la absorción y reacción en función de las diferentes variables elegidas. Nuestro propósito era obtener un conocimiento más completo del fenómeno tintóreo y observando que la temperatura es la variable más importante del proceso, se ha efectuado un estudio más detallado de la cinética de absorción y del papel que tiene la temperatura en dicha cinética, comparando el comportamiento entre lana Hercosett 57 y lana sin tratamiento. En este trabajo se deducen los parámetros más representativos tales como las constantes de velocidad de absorción a diferentes temperaturas y las energías de activación, mostrando las diferencias entre las dos lanas; se establece un proceso de tintura donde la cinética de absorción se realice a velocidad constante o sea en condiciones de «isoreactividad», puesto que se considera que estas condiciones son las que proporcionan una mayor probabilidad de igualación.

EXPERIMENTAL

Materia: Se empleó lana en forma de hilado. La lana tratada con acabado inenoscible Hercosett 57 era de las siguientes características:

Título — 34,2 2/c tex; retorsión 293 vueltas/m.

Torsión — 479 vueltas/metro; finura 22,7 μ .

A la lana sin tratamiento le correspondían las siguientes:

Título 36,6 2/c tex; retorsión 175 vueltas/metro.

Torsión 367 vueltas/metro; finura 20,5 μ .

Ambas materias fueron suministradas por el «International Wool Secretariat» (Ilkeey) con la indicación de pertenecer a la misma partida de lana australiana.

La lana fue lavada con éter, alcohol y agua antes de ser teñida.

Colorantes: Se efectuaron pruebas previas de tintura con los colorantes reactivos indicados a continuación, que son los seleccionados para la tricromía (2).

Amarillo Lanazol 4G (C.I. Reactive Yellow 39)

Rojo » 6G (C.I. Reactive Red 84)

Azul » 3G (C.I. Reactive Blue 69)

Los tres colorantes tienen el grupo reactivo α -bromo-acrilamido.

Como el comportamiento tintóreo de los tres era similar se eligió el Amarillo Lanazol 4G (C.I. Reactive Yellow 39) como representativo de ellos para los ensayos.

Aparatos: Se montó un dispositivo que permitiera medir de forma continua la absorción del colorante por la fibra durante todo el proceso. Sus partes fundamentales se muestran en la Fig. 1.

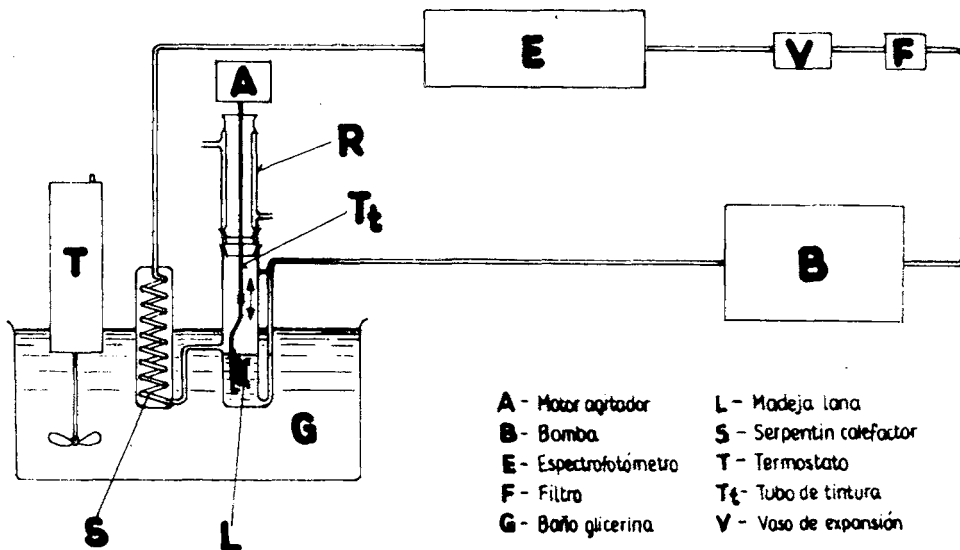


FIG. 1. Esquema del dispositivo de tintura y medición del colorante absorbido por la fibra

Las mediciones se realizan a la temperatura de tintura, ya que previamente se hicieron ensayos para saber si la densidad óptica variaba con la temperatura y se observó que con el colorante utilizado las variaciones son insignificantes dentro de los límites experimentales de temperatura.

Ecuaciones empleadas.

1.º — Ecuaciones cinéticas:

Para el estudio cinético se emplearon las ecuaciones de «Patterson-Sheldon», 1, y la de «Cegarra-Puente» modificada, 2.

$$C_t = K \sqrt{t} \quad \text{Patterson-Sheldon 1}$$

$$\ln \left[\frac{C_t^2}{C_\infty^2} \right] = - (K t)^a \quad \text{Cegarra-Puente modificada 2}$$

C_t = Colorante absorbido en un tiempo t .

C_∞ = Colorante absorbido en el equilibrio.

K = Constante de velocidad.

t = Tiempo.

a = Exponente de agotamiento.

La ecuación de Patterson-Sheldon aunque sólo es válida para tiempos cortos de tintura se emplea en algunos casos por su facilidad en el cálculo de las constantes de velocidad.

La ecuación de Cegarra-Puente modificada ha sido utilizada en el estudio de diversas cinéticas presentando una buena adaptación al proceso de tintura por agotamiento (3). El exponente « a » se calcula a través de los valores experimentales mediante una transformación logarítmica de la ecuación.

TABLA III
Valores de las constantes de velocidad
(Ecuación Cegarra-Puente modificada)

$T^{\circ} C$	$K \cdot 10^{+3} \cdot \text{min}^{-1}$ <i>Lana Hercosett 57</i>	<i>Lana Normal</i>
30	4,9412	—
40	5,8310	0,0348
60	14,8078	1,5518
70	26,8484	4,2235
80	51,2791	9,6795
90	116,4810	19,0899

La tabla IV indica los valores de la energía de activación y el coeficiente de correlación para el ajuste.

TABLA IV

	$E.Kcal/mol$	<i>Coefficiente de correlación</i>
Lana Hercosett 57	11,28	0,9751
Lana Normal	28,51	0,9903

2.º — Isorreactividad:

Los valores de temperatura en función del tiempo para un sistema isorreactivo se obtuvieron para t_m de 30, 45, 60 y 90 minutos. Los valores obtenidos para 60 minutos son los expresados en la TABLA V.

DISCUSION

1.º — Cinética de tintura.

Las constantes de velocidad para una determinada temperatura son mayores en lana Hercosett 57 que en lana normal. Como se puede ver en la TABLA III, la constante de velocidad correspondiente a lana Hercosett 57 a 30º C es $4,9412 \cdot 10^{-3}$, mientras que para lana normal un valor de K de este orden no se alcanza hasta 70º C aproximadamente. Los valores de la constante a 60º C en lana Hercosett 57 son comparables con los correspondientes a 85º C en lana normal. A 70º C la lana Hercosett 57 presenta una constante de velocidad del orden de la que tiene la lana normal a 95º C. Estos valores confirman la mayor velocidad de tintura de la lana Hercosett 57 en relación a la lana normal, lo cual ya había sido manifestado por otros autores y por nosotros, sin especificar cuantitativamente la magnitud de esta diferencia. En la Tabla IV puede observarse que la energía de activación es menor en la lana Hercosett 57 que en la lana normal, lo cual indica que el colorante en la tintura de la lana Hercosett necesita alcanzar menor nivel de energía que

TABLA V

Valores de temperatura tiempo para $t_m = 60$ minutos

Tiempo min.	Temperatura °C		Agotamiento % colorante inicial
	Lana Hercosett 57	Lana Normal	
1	—	74,69	1,66
3	—	79,15	4,99
5	—	81,30	8,33
7	3,28	82,77	11,66
9	10,73	83,92	14,99
11	16,97	84,89	18,33
13	22,46	85,74	21,66
15	27,42	86,53	24,99
17	31,99	87,27	28,33
19	36,28	87,98	31,66
21	40,36	88,68	34,99
23	44,28	89,28	38,33
25	48,10	90,09	41,66
27	51,85	90,82	44,99
29	55,57	91,57	48,33
31	59,30	92,25	51,66
33	63,07	93,08	54,99
35	66,92	94,07	58,33
37	70,80	95,03	61,66
39	75,05	96,07	64,99
41	79,43	97,21	68,33
43	84,13	98,49	71,66
45	89,25	99,94	74,99
47	94,94	101,61	78,33
49	101,43	103,49	81,66
51	109,00	106,01	84,99
53	—	109,11	88,33

en la tintura de lana normal, para llegar al estado activado requerido para su difusión en el interior de la fibra. Ello es indicio de la estructura más abierta que presenta la lana Hercosett 57 en relación a la no tratada a consecuencia de haber sido clorada y además estar recubierta por la película de poliamida.

Como consecuencia de esta menor energía de activación en la tintura de lana Hercosett 57 la influencia de la temperatura es menos acusada. Así pues, aunque la lana Hercosett 57 presente mayor absorción que la lana normal en todas las temperaturas estudiadas, y aunque un aumento de la temperatura suponga un aumento de absorción, sin embargo en la lana normal la variación de la absorción con la temperatura es más marcada.

2.º — Isorreactividad.

Se puede observar en la TABLA V que para lana Hercosett 57 los valores teóricos de temperatura correspondientes a los tiempos de iniciación del proceso son muy bajos, ello se explica teniendo en cuenta la rápida velocidad

inicial de tintura de este tipo de lana, lo que obliga a que la temperatura sea muy baja si se desea que la velocidad de absorción inicial sea la correspondiente a la de isorreactividad. En un proceso real se empezaría la tintura a temperatura ambiente, se seguiría la tintura isoterma a dicha temperatura, y al alcanzar el agotamiento correspondiente a dicha isoterma se empezaría a aumentar la temperatura con el gradiente indicado en la tabla de isorreactividad. En lana normal, dada su menor velocidad de absorción puede empezarse la tintura a temperaturas elevadas, del orden de 70° C. Al final del proceso, tanto en lana Hercosett 57 como en lana normal, las temperaturas teóricas sobrepasan los 100° C. En la tintura con colorante Lanazol es posible teñir a temperaturas superiores a 100° C y las modernas máquinas de tintura lo permiten, pero no es aconsejable sobrepasar los 106-108° C por el posible dañado de la lana. Por ello, al llegar a esta temperatura o a 100° C, en caso de máquinas que no puedan trabajar bajo presión, se mantendría la temperatura y el proceso seguirá de nuevo una isoterma. Esto implica una velocidad final de tintura inferior a la que correspondería a la isorreactividad pero esta disminución del ritmo de la absorción no implica, sino al contrario, un empeoramiento de las condiciones para obtener una buena igualación.

CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente estudio son las siguientes:

- Las constantes de velocidad de absorción de la lana Hercosett 57, son superiores a las de la lana normal, pudiéndose apreciar que para los mismos valores de velocidad de absorción la lana Hercosett 57 debe teñirse entre 40-25° C inferiores a la lana normal, según la temperatura.
- La energía de activación de la lana Hercosett 57 es del orden de 2.5 veces inferior a la de la lana normal, como consecuencia de poseer una estructura más permeable a la difusión del colorante. Por ello la influencia de la temperatura en la velocidad de absorción es superior en la lana normal.
- La aplicación de la ecuación de isorreactividad muestra que las temperaturas iniciales para mantener un ritmo de absorción isorreactivo en la tintura de lana Hercosett 57 son demasiado bajas, y que al final del proceso en ambas lanas debe seguirse una absorción de tipo isotérmico de menor velocidad que el proceso isorreactivo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Subsecretaría de Investigación y Promoción Científica del Ministerio de Educación y al International Wool Secretariat su ayuda económica, y a Ciba-Geigy, S. A. su información y suministro de colorantes y productos auxiliares.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Dyeing of Hercosett 57 Wool with Lanazol Dyes. J. Cegarra, J. Ribé, A. Riva, L. Aizpurúa. No publicado.
- (2) A. Riva. Tesis Doctoral 1974. E.T.S.I.I. Tarrasa. Spain.
- (3) J. Valldeperas. Tesis Doctoral 1973. E.T.S.I.I. Tarrasa. Spain.
- (4) Conferencias Optimización del Proceso de Tintura. E.T.S.I.I. Tarrasa. Nov. 1973.