

Estudio comparativo entre cuatro distintos métodos para el control de calidad de los hilos texturados de Poliéster

F. López-Amo (*), A. Naik (**)

RESUMEN

Se han ensayado los hilos texturados de poliéster bajo distintas condiciones de texturación, empleando cuatro distintos métodos de control de calidad: «Shirley tube test», «H.A.T.R.A. Crimp Rigidity Test», Retracción por aire caliente y «Texturmat».

Se han introducido algunas modificaciones en cada uno de ellos con el fin de aumentar la sensibilidad y reproducibilidad de los resultados. Tal como era de esperar, cada procedimiento da distintos valores, pero la tendencia reflejada es la misma. Esto nos indica que se puede emplear cualquiera de ellos como un método de control de calidad, siempre y cuando se trabaje estrictamente según las indicaciones.

RESUME

Des fils texturés de polyester ont été essayés sous différentes conditions de texturation, en employant quatre méthodes de control: le «Shirley Tube Test», le «H.A.T.R.A. Crimp Rigidity Test», celui de «Retraction par Air Chaud» et le «Texturmat».

On a introduit quelques modifications dans chacune de ces méthodes à fin d'augmenter la sensibilité et la reproductibilité des résultats. Comme on l'attendait, chaque méthode donne de différentes valeurs, mais l'allure que reflètent est toujours la même. C'est-à-dire, on peut employer quelconque d'entre eux, si pourvu que l'on travaille strictement selon les «modus operandi».

SUMMARY

Polyester yarns textured under different conditions have been tested using four different quality control methods:

Shirley tube test; H.A.T.R.A. Crimp Rigidity Test, Hot Air retraction and Texturmat.

(*) Dr. Ing. Federico López-Amo Marín, Sub-Director de este Instituto. Catedrático de Física Textil en la ETSII de Terrassa.

(**) Dr. Ing. Arún Naik Kardile, Investigador de este Instituto.

To increase their sensitivity and to achieve reproducible results, certain modifications have been introduced in each of them. As expected, each method gives different results, but the tendency is the same. This suggests that any one of them can be employed as a quality control method, providing the «modus operandi» are carried out strictly.

INTRODUCCION

Todos los métodos prácticos que se usan actualmente para evaluar físicamente los hilos texturados, los caracterizan mediante sus propiedades de alargamiento por tracción. Generalmente los ensayos han sido simplificados para medir la contracción bajo una condición de cargas, o para medir las cargas que determinan un valor de contracción. Estos métodos definen el punto final de las características del rizado a un nivel de relajación. Expresados de esta forma, podemos ver inmediatamente las limitaciones de cada método observando que dos puntos en la curva de carga-alargamiento no definen la curva entre dichos puntos. Una mejor definición de la calidad del hilo puede ser conseguida por la medición de otros puntos intermedios. Sin embargo, en la práctica esto no ocurre, puesto que existen varios métodos basados en el fenómeno de carga-alargamiento, que dependen de las condiciones operatorias y de las cargas utilizadas sobre hilo.

Se puede aducir que la medición del rizado por estos procedimientos no expresa exactamente el que se forma en el tejido de malla, basándose en el hecho de que un tejido de hilos texturados sometido a un tratamiento de relajación durante el acabado, permita la formación de un rizado sobre el hilo hasta que se establezca un equilibrio entre la fuerza de contracción del hilo y las fuerzas restrictivas impuestas por la estructura del tejido.

Todos estos métodos que requieren solamente mediciones de longitud y el empleo de juegos de pesas, son sencillos de realizar y económicos.

LAS VARIABLES EN LOS ENSAYOS DE CONTRACCION

Se consideran las siguientes, como variables más importantes a tener en cuenta en cualquier método de ensayo:

- Ensayo sobre madeja o sobre hilo individual.
- Ensayo con o sin relajación.
- Una pre-relajación puede hacerse en aire a temperatura ambiente o en aire caliente, o bien en agua fría o caliente, o en vapor o en otros medios.
- Los distintos métodos pueden requerir distinta duración y diferentes temperaturas de pre-relajación.
- Debe especificarse la tensión máxima para eliminar el rizado del hilo y medir la longitud alargada.
- Debe especificarse la tensión mínima que no impida la manifestación del rizado.
- La secuencia y la duración de aplicación de las tensiones, puede ser variada.
- La contracción puede tener lugar en aire, en agua, o en vapor.
- La temperatura del medio de relajación puede ser variada.

Un ensayo industrial para medir la contracción de un hilo individual no puede considerarse práctico, debido a que la pequeña magnitud de las fuerzas utilizadas crea dificultades operatorias y al problema que presenta el construir

piezas muy pequeñas de precisión. Por otra parte, los ensayos sobre pequeñas longitudes pierden las ventajas de los realizados sobre madejas, que proporcionan un valor medio de contracción para una superior longitud de hilo. Todos los métodos que se emplean en la industria recomiendan trabajar con madejas aunque de distintos tamaños, pero normalmente teniendo diez o más vueltas.

Si los ensayos de contracción tienen que ser sencillos, la pre-relajación es una desventaja, pues tal relajación en la práctica consume mucho tiempo. Podemos argüir que la pre-relajación somete todos los hilos a las mismas condiciones, en las que todas las fuerzas internas de los filamentos quedan eliminadas. Sin embargo, la manipulación en la preparación de las madejas para la medición de contracción, puede eliminar las ventajas de la pre-relajación.

La tensión mínima suficiente para eliminar el rizado del hilo ante la medición de la longitud rectificada, no debe ser excesiva, con el fin de que no se fuercen los filamentos. Para la mayoría de los hilos, una carga de 2 gf/tex (~ 2 cN/tex) es suficiente; pero los hilos con filamentos muy gruesos necesitan de una carga mayor. La carga ligera o tensión mínima, debe ser de tal magnitud que permita apreciar suficientemente la relajación experimentada por el hilo bajo esta carga. En la práctica, se emplean cargas entre 2 y 1 mgf/dtex ($\sim 0,2$ y $0,1$ mN/tex), y la selección de la carga depende de la fibra y de las condiciones de relajación. Usualmente es más conveniente aplicar primero la carga mayor, para que así se pueda establecer el punto de comienzo de la relajación; y debe darse un tiempo suficiente para que se eliminen los efectos de histéresis antes de tomar la medida. Después de aplicar la carga ligera, debe permitirse que transcurra un determinado tiempo para que se relaje el hilo hasta alcanzar el equilibrio de contracción. Debido a que el acortamiento hasta el equilibrio es usualmente asintótico, debemos llegar a un compromiso entre el tiempo de relajación y el acercamiento al estado de equilibrio. Normalmente un tiempo entre dos y cinco minutos es suficiente.

En los ensayos donde el hilo ha sido pre-relajado, como el H.A.T.R.A., el «Crimp Rigidity Test», y el «Heberlein Test», la medición de la contracción es frecuentemente realizada en un ambiente normalizado. Cuando no se emplea la pre-relajación, usualmente es necesario realizar el ensayo de contracción en un medio como el agua, para hilos de poliamida, y el aire caliente para los de poliéster. Estos medios pueden ser a temperatura ambiente o a otras temperaturas, aunque es conveniente escoger una temperatura para la que no se requieran aparatos caros respecto de su control.

OBJETO

El objetivo principal de este trabajo es el de estudiar el comportamiento de cuatro métodos de control de calidad, bajo dos puntos de vista:

— La sensibilidad del método en detectar la influencia de las variables de texturación que dan lugar a defectos en el tejido;

y

— La fiabilidad de los resultados y la rapidez de cada procedimiento.

MATERIAL EMPLEADO

Para llevar a cabo este estudio hemos empleado ocho distintos hilos de poliéster 78 dtex, 34 filamentos, texturados en distintas condiciones: dos tem-

peraturas del primer horno, dos temperaturas de fijación, dos niveles de falsa torsión o torsión fugaz y dos distintas tensiones en la zona de texturación (Tabla 1).

PARTE EXPERIMENTAL

Los cuatro métodos que hemos seguido para la medición de la contracción por rizado, han sido los siguientes:

- «Tube test new»
- H.A.T.R.A. «Crimp Rigidity test»
- Contracción por aire caliente, «GEDRT»
- «Texturmat».

Varias razones nos han motivado para seleccionar estos cuatro métodos entre todos los existentes.

En el procedimiento de contracción por aire caliente y Texturmat, la madeja es relajada en estufa a temperatura de 120° C, y en los dos restantes métodos se emplea como medio de relajación el agua. En el «Tube test new» la relajación se hace a 100° C y en el H.A.T.R.A. a temperatura de 20° C. Con esto se puede estudiar no solamente la influencia de la temperatura de relajación, sino también la influencia del medio en que se realiza.

«TUBE TEST NEW»

En este procedimiento, desarrollado por el Shirley Institute (1), una pequeña cantidad del hilo debe contraerse en el espacio limitado de un tubo de vidrio. El grado de contracción depende del volumen del hilo y también de su aptitud para ello. Los métodos corrientes que se usan actualmente en la industria dependen esencialmente de la medición de la longitud de la madeja empleando dos cargas distintas: una suficientemente pesada para que pueda eliminar la mayor parte del rizado del hilo, y otra suficientemente ligera que permita una contracción moderada. En este ensayo, la contracción se produce en agua caliente, a ebullición.

Modo operatorio

Se hace una madeja de hilo. El título global en tex de la madeja viene dado por la fórmula:

$$M = 0,222. N.n.D,$$

donde N es el número de vueltas, que puede calcularse usando la siguiente expresión:

$$N = \frac{1000}{n.D.f}$$

D = Título de un cabo de hilo en deniers

n = Número de cabos en el hilo

f = Número de filamentos en el cabo

La madeja es introducida en el tubo de vidrio usando un alambre con gancho.

TABLA I

Hilos de poliéster, 76 dtex 32 fil. Texturados bajo distintas condiciones

Muestra	Temperatura °C		Estirado			Torsión V.p.m.	Velocidad r.p.m.	
	1º horno	2º horno	1º	2º	3º			4º
1	240	175	+1	+11,7	+6,4	+9,6	3.200	400.000
2	210	175	1	11,7	6,4	9,6	3.200	400.000
3	230	195	1	11,7	6,4	9,6	3.200	400.000
4	230	150	1	11,7	6,4	9,6	3.200	400.000
5	230	175	1	11,7	6,4	9,6	3.400	400.000
6	230	175	1	11,7	6,4	9,6	2.950	400.000
7	230	175	0	11,7	6,4	9,6	3.200	400.000
8	230	175	+2	11,7	6,4	9,6	3.200	400.000

Al variar una condición, todas las demás fueron mantenidas constantes.

Se coloca el tubo con la madeja sobre las pinzas del aparato «Shirley tube test» y se aplica una tensión a la madeja colocando un peso en uno de sus extremos. Se cierran las pinzas y se cortan los dos extremos con tijeras. Se abren las pinzas y seguidamente se pone el tubo de vidrio con la madeja en agua a ebullición.

Se deja el tubo en agua por un tiempo no especificado y se saca y mide contra una escala, la contracción.

Modificaciones introducidas

Después de realizar varias pruebas, llegamos a la conclusión de que el tubo con la madeja debe permanecer en agua durante dos minutos para conseguir resultados reproducibles.

Una cantidad de humectante debe ser añadida al agua (1 ml/l).

Los tubos deben colocarse en el agua en posición vertical y no horizontal.

Este procedimiento es único en cuanto a proporcionar simultáneamente la voluminosidad del hilo y su potencial de contracción. Cuando el hilo texturado es tricotado, el grado de relajación del tejido viene determinado por el equilibrio entre la fuerza de contracción del hilo y su capacidad de cubrir los espacios entre las mallas. Este procedimiento intenta simular esto permitiendo al hilo alargado por la aplicación de la carga de 0,1 gf/tex, que se relaje en el espacio del tubo de vidrio. Este ensayo es razonablemente fiable, sensible a las principales variables del proceso ciertamente sencillo y rápido.

Los resultados indicados en la Tabla II corresponden a los ensayos realizados con las debidas modificaciones.

H.A.T.R.A. CRIMP RIGIDITY TEST

El ensayo H.A.T.R.A. de la «Hosiery and Allied Trade Research Association» (2) se emplea para determinar una de las propiedades del hilo texturado: la contracción por rizado.

El método estándar puede aplicarse a los hilos de poliamida texturados por el sistema de falsa torsión, por el de cámara de compresión, por el sistema Agilón D, etc.

Es necesario emplear el método de pre-relajación cuando se trata de los hilos de poliéster «set» o fijados.

Durante la relajación mediante tratamiento con aire o agua calientes, la madeja del hilo se encuentra en la mayoría de los procedimientos, en estado sin tensión. El desarrollo del rizado alcanza su punto máximo a una temperatura que depende de diversos factores. Temperaturas demasiado altas, llevan a una reducción del poder de contracción por el rizado. El desarrollo del rizado sin tensión no corresponde a lo que ocurre en la práctica, ya que el hilo que forma un tejido de malla y que es sometido a tratamientos térmicos, no puede contraerse sin tensión. Incluso cuando no actúan fuerzas exteriores sobre el tejido, existe una resistencia al cambio de la estructura de la malla, que obstaculiza la contracción del hilo.

Método operatorio

Se llena una probeta con agua a una temperatura de $20^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ y se añade aproximadamente 2 ml de humectante. Se hace una madeja en el Aspe

H.A.T.R.A. de un determinado número de vueltas, usando una tensión suficiente para eliminar el rizado del hilo.

Antes de quitar la madeja del Aspe se coloca un peso en forma de «S» correspondiente a 0,02 gf/tex. Se quita la madeja y antes de sumergirla en la probeta, se añade otro peso correspondiente a 1 gf/tex a la madeja. Esta es sumergida en la probeta con los pesos colgados durante un período de dos minutos.

Poco antes de que se terminen los dos minutos, la escala es ajustada de tal forma, que el cero de la escala coincide con el extremo superior de la madeja.

Al terminar los dos minutos se quita el peso grande y se deja la madeja en la probeta con el peso pequeño otros dos minutos.

Se deduce de las lecturas de la escala, el porcentaje de contracción. Los valores experimentales obtenidos están indicados en la Tabla II.

CONTRACCION POR AIRE CALIENTE

En el método de contracción por aire caliente (3) el rizado del hilo se manifiesta en aire caliente a 120° C. Una madeja de un número de vueltas determinado, bajo una tensión de 14 gf, es sometida durante 20 segundos a una carga correspondiente a 0,9 gf/tex y se mide su longitud. Se elimina esta carga y se aplica otra correspondiente a 0,005 gf/tex en forma de gancho y se coloca la madeja en una estufa de aire a 120° C durante 5 minutos. Después de un enfriamiento de 30 minutos, se mide la longitud de la madeja. Se vuelve a cargar la madeja con 0,9 gf/tex y después de 20 segundos, se mide y toma la última lectura.

Modificaciones introducidas en el procedimiento de contracción por aire caliente

Este procedimiento tal como ha sido expuesto, tiene muchos inconvenientes.

- La madeja durante su medición, tiene la tendencia a torcerse, lo cual no refleja su verdadera longitud.
- Durante el tratamiento térmico de la madeja en la estufa, esta tendencia introduce unas cuantas vueltas más en la madeja, lo cual impide al calor llegar fácilmente hasta los filamentos interiores y por lo tanto, no llega a desarrollar su máxima contracción.
- Todos estos inconvenientes impiden conseguir resultados reproducibles.

Por estos motivos se decidió modificar este procedimiento, diseñando un aparato especial que evita los inconvenientes mencionados arriba. El nuevo procedimiento desarrollado en el I.I.T. y otros Laboratorios propuesto al GEDRT, requiere el siguiente instrumental:

- Un Aspe para la formación de madejas, de 1 m de perímetro, provisto de un cuentavueltas de preselección, de un dispositivo tensor para el hilo y, si es posible, de un indicador de velocidad.
- Una estufa con circulación de aire, de suficiente altura para dar cabida a unos pórticos, provista de termostato, capaz de mantener la temperatura a 120° C ± 2° C.

TABLA II
Valores de la contracción obtenidos empleando los cuatro procedimientos

Hilo n°	"Tube Test New"		H.A.T.R.A.		Aire caliente		Texturmat
	Contracción %	CV %	Contracción %	CV %	Contracción %	CV %	Contracción %
1	22,84	2,66	12,75	1,83	30,15	3,15	13,14
2	16,24	2,68	6,54	2,15	23,33	2,56	7,34
3	19,26	2,25	7,30	1,94	23,80	2,18	6,73
4	28,44	3,27	15,25	1,50	31,75	2,89	25,38
5	23,73	3,68	11,00	1,72	24,65	2,16	11,16
6	22,22	1,94	10,30	1,42	23,50	2,11	11,26
7	22,30	2,01	11,35	1,74	22,65	2,39	12,01
8	22,46	2,28	12,60	1,86	24,10	2,73	13,88

- Dos pórticos capaces de albergar cada uno cinco madejas tensadas bajo distintos contrapesos con impedimento de su giro por el par residual de torsión. Cada pórtico llevará anexo un tablero con cinco escalas milimetradas, sobre las que se medirán las variaciones de longitud de las madejas.
- Diez piezas tensoras de 5 g ($\pm 0,5$ g), consistentes en un disco central con dos ganchos opuestos, perpendiculares a cada cara del disco. Sobre una de ellas, van soldados dos alambres paralelos que servirán de guía deslizando a través de las varillas verticales del pórtico.
- Un contrapeso con gancho, de 500 g.

Modo operatorio

En un Aspe de 1 m de perímetro, provisto de un cuenta vueltas, se forman las madejas de hilo. Como se procura trabajar con madeja de masa constante, el número de espiras que la formarán depende de la masa lineal del hilo, (se toma la masa lineal nominal, M en tex, del hilo antes de texturar). Ese número es:

$$n = \frac{125}{M}$$

redondeando a la unidad más próxima.

La formación de la madeja se realiza bajo una tensión constante del hilo a $2,0 \text{ cN/tex} \pm 0,5$, es decir

$$t = 2. M [\text{cN}] \pm 0,5$$

y una velocidad constante de 200 cm/s. Los extremos del hilo de cada madeja deberán anudarse entre sí antes de retirarla del Aspe.

Cada madeja con el nudo en la parte alta, se cuelga del correspondiente gancho superior del pórtico y se la carga, en su parte inferior, mediante una pieza tensora de disco que pueda a su vez, ser cargada o no con un contrapeso. En una u otra condición se mide la longitud, L de la madeja, mediante la correspondiente escala milimetrada del tablero del pórtico. Esta longitud se expresa en mm.

Cada pórtico con sus cinco madejas cargadas con un peso de 5 g se introduce en la estufa puesta ya a la temperatura de ensayo ($120^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$) durante 10 minutos, transcurridos los cuales se sacan los pórticos, cuyas madejas se dejan acondicionar en el ambiente normalizado durante 1 hora.

Las madejas colgadas en los pórticos son medidas antes y después del tratamiento térmico, bajo la correspondiente torsión.

Se considera contracción de rizado después del tratamiento por aire caliente,

$$\text{Contracción} = 100 \frac{L_2 - L_1}{L_2} \%,$$

donde L_1 , longitud de la madeja relajada bajo la carga de 5 g.

L_2 , longitud de la madeja relajada bajo la carga 500 g.

Los valores experimentales obtenidos están indicados en la Tabla II.

TEXTURMAT

Consta este aparato de un cargador de madejas móvil, en el que éstas se tensan, cuyas longitudes, que varían, se registran automáticamente (4).

Modo operatorio

Los hilos fueron ensayados según la norma DIN 53.840.

El ensayo comporta el siguiente proceso:

— La longitud del hilo en la madeja se determina por la siguiente expresión:

$$\text{long.} = \frac{125}{M \text{ tex}}$$

- Se hacen las madejas empleando un Aspe adecuado, de 0,80 m de perímetro.
- El aparato permite ensayar 30 madejas por serie.
- El programa automático empleado ha sido el EK para las dos temperaturas aplicadas (20° C y 120° C).
- En el programa EK, el aparato mide, en la primera vuelta del dispositivo porta-madejas, la longitud de cada madeja después de someterla a una carga de 250 gf. En la segunda vuelta, mide la longitud de las madejas bajo una carga sólo de 2,5 gf. Las mediciones se efectúan en condiciones estándar: temperatura 20° C + 2° C y 65 % ± 2 % HR.
- Seguidamente, el cargador con las madejas se somete a la acción de calor seco a 120° C durante 1 hora en estufa adecuada, después de lo cual se deja enfriar en el ambiente acondicionado durante 1 hora y se vuelve a repetir la secuencia de mediciones correspondiente al programa EK.
- Se calcula la contracción sufrida por las madejas y se expresa en %.

Para estos ensayos realizados no hemos introducido ninguna modificación, puesto que debe seguirse la norma dada por el constructor.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos empleando los cuatro procedimientos están indicados en la Tabla II.

Muestras 1 y 2. La única variación introducida en la texturación de estos dos hilos fue la temperatura del primer horno: 240° C y 210° C respectivamente.

Se observa que el hilo texturado a temperatura elevada, tiene mayor potencial de contracción con respecto al hilo texturado a temperatura inferior. Tal como era de esperar, los valores de contracción obtenidos empleando los cuatro procedimientos para los mismos hilos, son muy diferentes. Esto principalmente se debe a los distintos medios de relajación empleados en cada uno, y a la temperatura de relajación.

Comparando los valores encontrados de contracción, podemos decir que el máximo valor obtenido corresponde al procedimiento de contracción por aire caliente, mientras el valor mínimo corresponde al de H.A.T.R.A. La diferencia absoluta entre los valores de contracción de los hilos n.º 1 y 2 obtenidos mediante los cuatro procedimientos, es del orden de 6,5 %. Esto indica que la sensibilidad en detectar la influencia de las condiciones de texturación, es casi del mismo grado. Las gráficas de la Fig. 1, representan estos resultados. Observamos que las pendientes de las cuatro rectas son casi iguales, lo cual

explica que la tendencia de los resultados obtenidos empleando los cuatro procedimientos, es la misma.

Las muestras números 3 y 4, corresponden a distintas temperaturas de fijación: 195° C y 150° C respectivamente. Se observa que cuando la temperatura de fijación es más elevada, menor es el potencial de contracción (Fig. 2). El comportamiento de los cuatro procedimientos frente a la detección de esta variable, es similar.

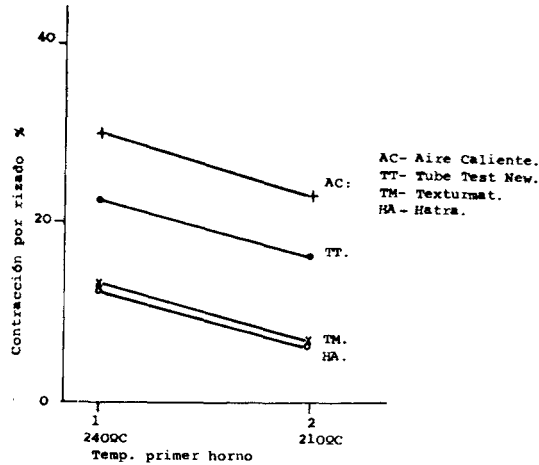


Fig. 1. Influencia de la temperatura del primer horno sobre el valor de contracción por rizado.

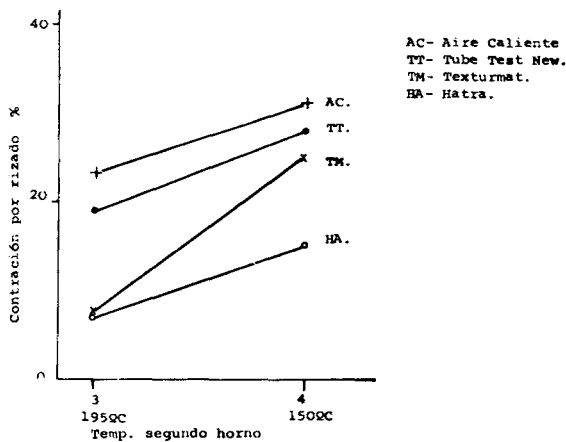


Fig. 2. Influencia de la temperatura del segundo horno sobre el valor de contracción por rizado.

La influencia de la torsión fugaz que se imparte, viene reflejada por los resultados de los hilos núms. 5 y 6. Parece que prácticamente no hay influencia del nivel de esta falsa torsión sobre el potencial de contracción. La Fig. 3 representa estos resultados gráficamente.

La influencia del acortamiento por ondulación en la zona de texturación

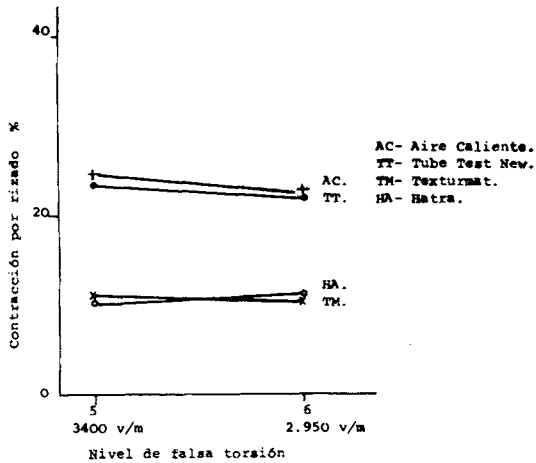


Fig. 3. Influencia del nivel de falsa torsión sobre el valor de contracción por rizado.

viene reflejada en los resultados de los hilos núms. 7 y 8. Aquí también parece que los cuatro procedimientos son poco sensibles en detectar significativamente la influencia de esta variación sobre el potencial de contracción del hilo texturado (Fig. 4).

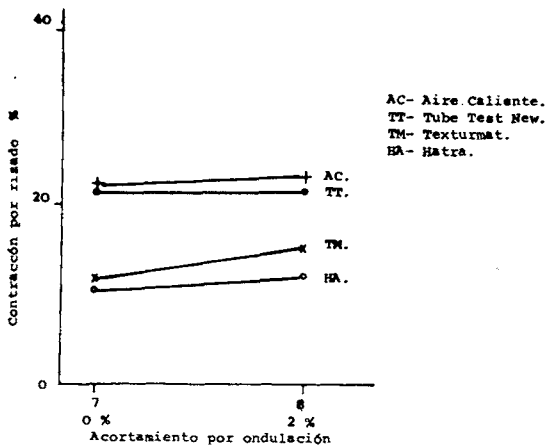


Fig. 4. Influencia del acortamiento por ondulación sobre el valor de contracción por rizado.

Comparando los valores de los coeficientes de variación, podemos decir que el procedimiento H.A.T.R.A. presenta la mínima variación.

Con este estudio de los cuatro procedimientos para determinar el potencial de contracción de los hilos de poliéster texturado, hemos intentado demostrar que a pesar de que los resultados obtenidos son muy diferentes, todos ellos son igualmente válidos como procedimientos de control de calidad para

esta clase de hilos. Pero la pregunta que se plantea es, cuál de ellos puede ser aceptado por la industria para el control diario de su producción. A nuestro criterio, el control debe realizarse empleando siempre el mismo procedimiento adoptado, y realizado estrictamente según el método operativo descrito. Junto con el valor del potencial de contracción, se debe indicar el procedimiento empleado.

CONCLUSIONES

Basándonos en los resultados obtenidos, podemos establecer las siguientes conclusiones:

- Después de introducir las debidas modificaciones, se pueden conseguir resultados reproducibles.
- Los cuatro procedimientos descritos, son muy sensibles en detectar la influencia de la variación de las temperaturas de texturación y de fijación, sobre el potencial de contracción.
- La influencia de las variables de torsión fugaz o falsa torsión y sobrealimentación, no son detectadas significativamente por estos procedimientos.
- El comportamiento de los cuatro procedimientos frente a la contracción de los hilos texturados, es idéntico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer muy vivamente al Instituto de Tecnología Química y Textil de Barcelona, por la cooperación prestada en relación con el aparato y procedimiento «Texturmat», y en especial a su Director el Dr. Barella y su colaborador Sr. Segura, por las facilidades e interés en este tema.

BIBLIOGRAFIA

1. Denton, M. J. — Journal of Textile Institute N.º 1, 1969.
2. Hosiery Research Bulletin, June, Vol. 5, 1961.
3. F. López-Amo y A. Naik. — Procedimiento desarrollado en el INTEXTAR y propuesto al grupo de trabajo G.E.D.R.T.
4. A. Segura. — Ingeniería Textil, N.º 321, Octubre 1975.