
Hilados de Poliéster. Diferencias entre fondo y vértice en husada de anillos.

J. Gacén (*)
J. Maillo (**)
A. Naik (***)
G. Olmos (****)
F. Bernal (*****)

0.1. Resumen

Se ha estudiado un defecto de fabricación atípico que se ha observado en un determinado tipo de fibra de poliéster PET al transformarla en hilado en una continúa de anillos. El defecto consiste en que el hilado del fondo (principio) de la bobina presenta una disminución del orden del 30% tanto en la resistencia a la tracción como en el alargamiento a la rotura con respecto a los valores del hilado del vértice o cabeza (final).

Para conocer la causa del problema se ha procedido a estudiar los principios y finales de diversas bobinas mediante técnicas sencillas de caracterización de la microestructura de las fibras de PET, tales como solubilidad diferencial, tiempo crítico de disolución y sorción del yodo. También se ha determinado la densidad como medida de la cristalinidad.

0.2. Summary

Manufacturing defect observed on spinning polyester (PET) fibre is analysed in this study. This defect occurred during ring spinning resulting in the yarn having 30% less breaking strength and extension at the base of the bobbin with respect to the yarn proceeding from the top of the bobbin.

To study the causes that provoked this defect, yarns from various bobbins taken from different zones, base to top, were analysed through simple microstructure characterization techniques and their tensile behaviour.

- (*) Dr. Ing. Joaquín Guillén. Sub-Director de Investigación de este Instituto y Jefe de su Laboratorio de Polímeros Textiles. Catedrático de «Polímeros Textiles» de la E.T.S.I.I. de Terrassa.
(**) Dra. Ing. Josefina Mañillo Garrido. Profesora Titular de «Polímeros Textiles» de la E.T.S.I.I. de Terrassa.
(***) Dr. Ing. Arún Naik Kardile. Jefe de los Laboratorios Físico-Textiles de este Instituto. Profesor Titular de «Hilatura» de la E.T.S.I.I. de Terrassa.
(****) Lic. C. Químicas Ginés Olmos. La Seda de Barcelona, S.A.
(*****) Lic. C. Químicas Fernando Bernal Sánchez. Laboratorio de «Polímeros Textiles» de este Instituto.

0.3. Résumé

On poursuit d'étudier un défaut de fabrication qui a été présent sur un déterminé type de polyester qui a été filé sur continu à anneaux: le filé du fond de la fusée présente une diminution, de l'ordre du 30% de sa résistance à la traction ainsi que de son allongement à la rupture, par rapport aux valeurs du même filé contenu au sommet ou tête de la fusée. Pour bien connaître la cause de ce problème, on a procédé à l'étude des filés de plusieurs fusées agissant au moyen de techniques très simples de caractérisation pour la microstructure des fibres du polyester, comme la solubilité différentielle, le temps critique de dissolution et la sorption de iode. On a aussi déterminé la densité comme une approche de la cristallinité.

1. INTRODUCCION

La disminución de la resistencia de un sustrato de poliéster se puede deber a un acortamiento de la cadena macromolecular o a que se ha producido una variación o destrucción importante de la microestructura física de las fibras que explica la mayor resistencia de las fibras con respecto a los plásticos. (1)

Existen diferentes técnicas que permiten distinguir entre sustratos distintos pero semejantes, a través de la caracterización de la estructura fina de las fibras de poliéster. Como ejemplo de dichas técnicas se pueden citar las sencillas -tiempo crítico de disolución, solubilidad diferencial, sorción de iodo, determinación de la densidad- y las que requieren un equipo complejo -calorimetría diferencial, análisis termomecánico, dinámico o no.- Estas técnicas son sensibles a las variaciones de cristalinidad y/o orientación que puede experimentar la fibra. En este estudio se han preferido las técnicas sencillas ya que en este caso han resultado ser mucho más sensibles.

2. PARTE EXPERIMENTAL

Se ha partido de seis bobinas de un peso aproximado de unos 40 g. El poliéster de tres bobinas se había ensimado con una composición standard (bobinas 1, 2 y 3) y las otras tres según una receta especial (bobinas 4, 5 y 6).

El título de la fibra componente de los hilados era igual a 1,3 dtex y el del hilado 16,7 tex.

A partir de las bobinas se han preparado pequeñas madejas de 2 g, las cuales se han numerado con vistas a conocer su proximidad a la cabeza o al fondo de la bobina. Cuanto más bajo es el número de referencia, más próxima al vértice de la bobina está la materia componente de la madeja correspondiente.

Con las madejas correspondientes al fondo y a la cabeza se han realizado los siguientes ensayos de caracterización:

- 1) Solubilidad diferencial en fenol/tetracloroetano (5/95) (2).
- 2) Tiempo crítico de disolución en fenol 100% a 50 °C (3).
- 3) Sorción de iodo (4).
- 4) Densidad (5).
- 5) Resistencia y alargamiento a la rotura.

La solubilidad diferencial se determinó también sobre materia localizada en la parte central de las bobinas, en tanto que los parámetros de tracción fueron medidos sobre la materia de un número mayor de madejas.

Todos los ensayos de caracterización se realizaron sobre materia de la que se había eliminado en ensimaje con una solución de Sandozina NIA a 40 °C durante 30 minutos.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla 1 contiene los valores de la solubilidad diferencial a diferentes temperaturas, a efectos de seleccionar una temperatura a la que, por su mayor sensibilidad, se pueda determinar la solubilidad diferencial de los componentes de las otras bobinas. En la misma tabla se indican también los resultados de la sorción de yodo a diferentes temperaturas. Los ensayos de solubilidad diferencial y de sorción de yodo se realizaron sobre dos bobinas diferentes a efectos de que los sustratos sometidos a examen estuvieran lo más cerca posible del fondo y de la cabeza de la bobina.

TABLA 1
Solubilidad diferencial y sorción de yodo de los sustratos referenciados.

Bobina No	Situación	Solubilidad diferencial (%)			Sorción de yodo (mg/g)					
		70°C	75°C	80°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C
2	Cabeza	14.7	33.4	59.2	--	--	--	--	--	--
	Fondo	16.1	26.6	51.0	--	--	--	--	--	--
3	Cabeza	--	--	--	27.0	44.5	86.1	98.4	95.6	90.0
	Fondo	--	--	--	27.9	43.2	86.0	102.0	93.5	91.3

Es esta Tabla se puede apreciar que tanto a 75 como a 80 °C las solubilidades diferenciales del fondo y del vértice son apreciablemente diferentes, en tanto que en el tramo ascendente de la curva de sorción los valores de la sorción son casi idénticos para el fondo y la cabeza.

La sorción de yodo y la solubilidad diferencial de las otras bobinas se han determinado a 45 y 80 °C, respectivamente. Los valores obtenidos así como los que han resultado de otros métodos de caracterización son los indicados en la Tabla 2.

TABLA 2
Parámetros de los sustratos referenciados

Bobina No	Situación	Solubilidad diferencial (%)	TCD (seg)	Sorción de iodo	Densidad (g/cm ³)	Cristalinidad (%)
1	Cabeza	64,6	50	90,2	1,3855	44,2
	Fondo	51,1	50	90,0	1,3855	44,2
2	Cabeza	59,2	47	94,6	1,3855	44,2
	Fondo	51,0	50	94,8	1,3855	44,2
3	Cabeza	62,4	46	87,0	1,3856	44,3
	Fondo	51,1	47	85,9	1,3856	44,3
4	Cabeza	60,5	43	88,9	1,3863	44,9
	Fondo	55,9	46	92,5	1,3863	44,9
5	Cabeza	65,1	42	89,2	1,3860	44,6
	Fondo	58,7	47	88,2	1,3860	44,6
6	Cabeza	64,4	44	91,6	1,3863	44,9
	Fondo	58,1	46	91,3	1,3863	44,9

Del examen de los valores de la Tabla 2 se deduce que:

- 1) La solubilidad diferencial es siempre inferior en el sustrato fondo que en el sustrato vértice, siendo la diferencia mayor en las bobinas con ensimaje o avivaje standard que en las que han sido tratadas con un ensimaje de prueba. Teniendo en cuenta la excelente sensibilidad del ensayo de solubilidad las diferencias son muy significativas por repetirse en todas las bobinas y también por su magnitud.
- 2) No existen diferencias en los valores del TCD del fondo y cabeza de cada bobina; sin embargo se aprecia cierta tendencia a que el de la cabeza sea inferior al del fondo, sobre todo en las bobinas con ensimaje experimental. Esta tendencia concuerda con los valores de la solubilidad diferencial, ya que de una mayor solubilidad cabe esperar un menor TCD.
- 3) La sorción de iodo y la cristalización calculada a partir de la densidad presentan valores que son iguales para la cabeza y el fondo de todas las bobinas estudiadas.

Así pues, la solubilidad diferencial es la única técnica que ha permitido detectar diferencias en la estructura fina del poliéster componente del vértice y del fondo de la bobina. Por otra parte, el hecho de que la solubilidad del sustrato sea inferior a la del sustrato cabeza sugiere que aquel ha estado sometido en el proceso de formación de la bobina a un calentamiento y/o tensión más intenso que el sustrato cabeza. Este mayor calentamiento habría conducido a una microestructura más compacta y más frágil, lo cual explicaría la disminución de la resistencia. No obstante, no se aprecia ninguna diferencia entre la cristalización de la cabeza y el fondo de ninguna de las bobinas estudiadas.

Teniendo en cuenta que entre fondo y vértice de las bobinas existe una diferencia de solubilidad apreciable, se ha procedido a determinar la solubilidad de las madejitas correspondientes a la parte central de la bobina, habiéndose hallado los resultados reseñados en la Tabla 3.

TABLA 3
Solubilidad del poliéster localizado en la parte central de la bobina

Bobina	1	2	3	4	5	6
Solubilidad diferencial (%)	49,8	55,7	55,5	54,0	55,6	57,0

Comparando estos valores con los de la Tabla 2, se observa que la solubilidad diferencial de la zona central únicamente presenta valores intermedios en las zonas centrales de las bobinas 2 y 3, y que en los demás casos su valor está más próximo al de los correspondientes sustratos fondo.

TABLA 4
Evolución de los parámetros de tracción a lo largo de la bobina

ENSIMAJE STANDARD

Bobina 1			Bobina 2			Bobina 3		
Madeja N.º	Resist. (g)	Alarg. a la rotura (%)	Madeja N.º	Resist. (g)	Alarg. a la rotura (%)	Madeja N.º	Resist. (g)	Alarg. a la rotura (%)
3	503	11.7	3	492	11.9	3	503	11.7
7	423	9.9	7	427	10.3	7	472	10.4
11	366	8.7	11	333	8.1	11	409	9.0
15	348	8.9	15	292	7.9	15	288	6.9
17	343	7.9	16	287	6.7	—	—	—

ENSIMAJE EXPERIMENTAL

Bobina 4			Bobina 5			Bobina 6		
Madeja N ^o	Resist. (g)	Alarg. a la rotura (%)	Madeja N ^o	Resist. (g)	Alarg. a la rotura (%)	Madeja N ^o	Resist. (g)	Alarg. a la rotura (%)
3	463	11.1	3	484	11.1	3	462	10.5
7	414	9.9	7	478	10.5	7	426	11.8
11	342	8.5	11	424	10.9	11	391	10.1
15	319	8.1	15	358	9.5	15	352	9.5
17	301	8.2	19	318	7.5	19	336	8.9

Teniendo en cuenta que tanto las resistencias como los alargamientos de la cabeza eran mucho mayores que los del fondo, ya que las diferencias se sitúan en torno al 35%, se ha estimado interesante conocer la evolución de los parámetros de tracción del hilado a medida que se va llenando la bobina. Para ello se ha procedido a la evaluación de los parámetros de las madejitas referenciadas en la Tabla 4, en la que se puede apreciar que tanto la resistencia como el alargamiento son tanto más bajos cuanto más próxima del fondo está la materia componente de la madejita correspondiente. Tomando las medidas de los valores correspondientes a las bobinas con ensimaje standard y los de las bobinas avivadas según la receta experimental no se aprecian diferencias importantes entre unas y otras.

Por otra parte, en la Figura 1 se han representado los valores medios de los parámetros de todas las madejitas que poseen el mismo número de referencia. La relación entre resistencia y número de localización de la madejita presenta una excelente linealidad y viene dada por la ecuación:

$$R = 523 - 12.6 N$$

coeficiente de correlación = 0.99

en donde R es la resistencia en gramos y N el número de referencia de la madejita.

La relación entre alargamiento a la rotura y la localización de la madejita es también excelentemente lineal y obedece a la ecuación;

$$A = 12.04 - 0.241 N$$

coeficiente de correlación = 0.98

en donde A es el alargamiento a la rotura expresado en unidades porcentuales.

Teniendo en cuenta que los valores se han calculado realizando la media de las seis madejas con la misma referencia, la excelente linealidad hallada en las relaciones mencionadas puede ser considerada como una prueba de que las dos composiciones de avivado utilizadas conducen a sustratos que se comportan de un modo similar.

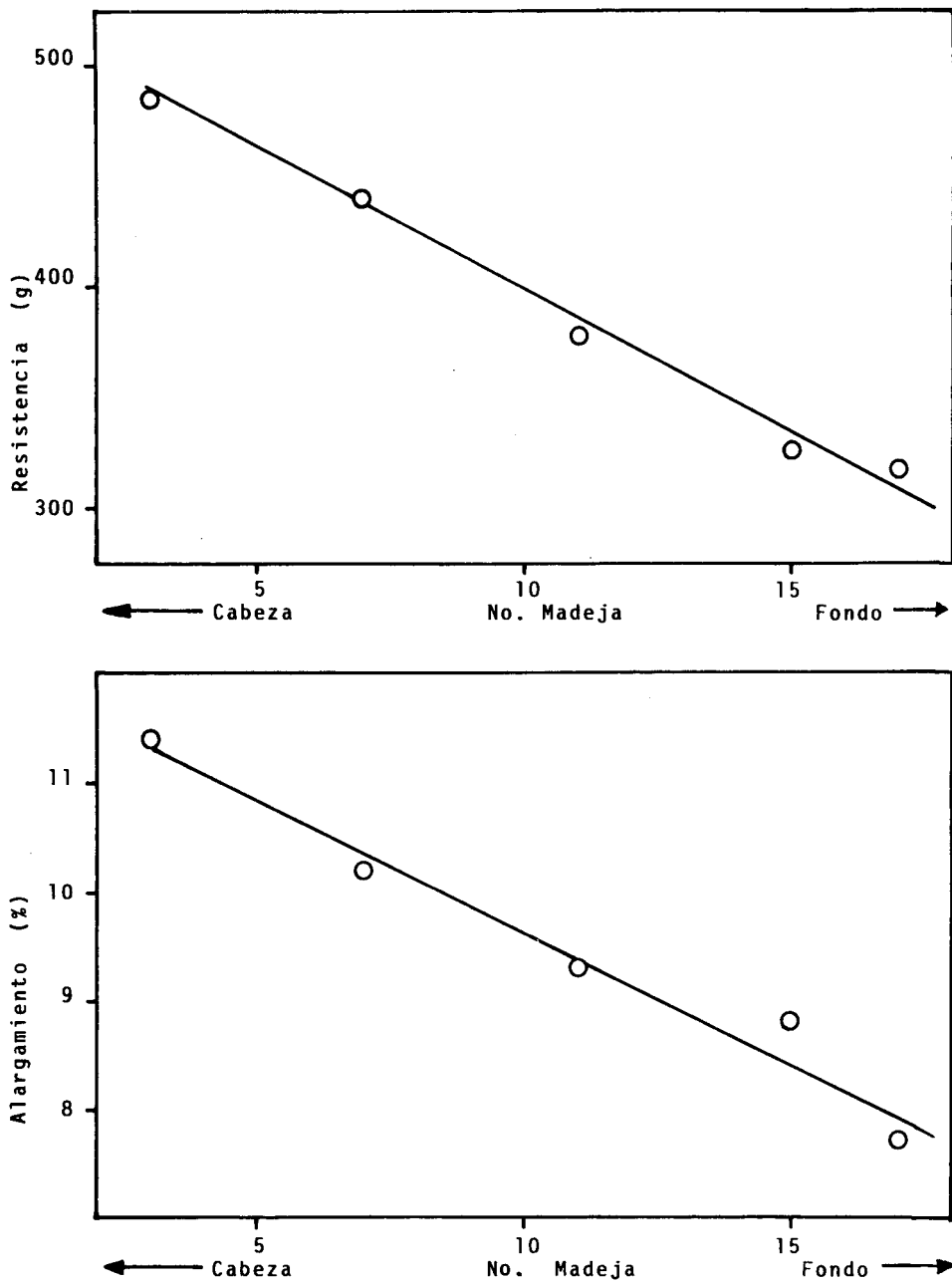


Fig. 1.- Evolución de los valores medios de la resistencia y del alargamiento a la rotura del hilo en función de la localización del sustrato en la bobina.

4. CONCLUSIONES

4.1. Entre el fondo (principio) y el vértice (final) de las bobinas estudiadas en este trabajo se han detectado diferencias en torno al 33% en la resistencia y el alargamiento a la rotura, de manera que los valores más bajos de ambos parámetros corresponden a los sustratos del fondo.

4.2. Las diferencias observadas parecen corresponder a diferencias en la estructura fina entre los sustratos fondo y vértice, ya que también se han detectado diferencias importantes y repetidas en la solubilidad diferencial en fenol/tetracloroetano de unos y otros sustratos.

4.3. La menor solubilidad diferencial de los sustratos localizados en el fondo de todas las bobinas indica que los sustratos correspondientes han experimentado una acción térmica o termomecánica de mayor intensidad que los sustratos de vértice. La mayor intensidad del tratamiento térmico podría conducir a una estructura más frágil y menos resistente.

4.4. Se ha hallado una excelente correlación lineal de signo negativo entre la resistencia a la tracción y la localización del sustrato en la bobina. Lo mismo sucede con el alargamiento a la rotura.

4.5. Los hilos preparados con los dos productos de avivado presentan un comportamiento que debe ser considerado como muy similar.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Srta. Marina Castellví por su ayuda en el trabajo experimental.

6. BIBLIOGRAFIA

- (1) Goodman, L.; «Synthetic Fibre-Forming Polymers», The Royal Institute of Chemistry, Londres (1968).
- (2) Gacén, J.; Maíllo, J.; y Baixauli, J.J.; Mellian Textilberichte (Febrero 1980), p. 187.
- (3) Gacén, J.; Canal, J.M.; Bull. Scientifique I.T.F., Vol. 7, No. 28 (Noviembre 1978), p. 427.
- (4) Gacén, J.; Maíllo, J.; y Bordas, J.; Bull. Scientific I.T.F., Vol. 6, No. 23 (Agosto 1977), p. 155.
- (5) Daubeny, R.; Bunn, C.W.; y Brown, C.J.; proc. Royal Society, London, Ser. A 226, (1954), p. 531.

Trabajo recibido en 1986.12.04 - Aceptado en 1987.04.07