

La macromorfología de las fibras y el diseño textil.

J. Gacén (*)

1. INTRODUCCION

El empleo prolongado de una materia textil determinada en una aplicación determinada solo es posible cuando se tienen en cuenta las posibilidades racionales de las fibras que se derivan de sus propiedades.

Así pues, un conocimiento profundo de las características y propiedades de las fibras permite o favorece la racionalización del diseño y de los campos de aplicación. Por otra parte, es bien sabido que las tres principales familias de fibras sintéticas del mercado (poliamidas, poliéster, acrílicas) presentan propiedades y comportamientos que explican el hecho de que sus campos de aplicación apenas se vean ocupados por las otras dos. No obstante, los procesos de fabricación de los polímeros y de las fibras y también los procesos manufactureros ofrecen posibilidades de comercializar productos que permiten:

- 1) ampliar los campos de aplicación,
- 2) atender mejor las exigencias de un sector determinado,
- 3) ampliar las posibilidades y favorecer la creatividad del diseñador,
- 4) realizar procesos textiles como los de hilatura, tintura o acabado en condiciones más favorables.

La modificación voluntaria de las propiedades de las fibras permite obtener productos muy variados. A continuación se exponen las posibilidades que ofrece al diseño la variación de las propiedades morfológicas más importantes, tales como finura, forma de la sección transversal y rizado.

2. FINURA

Desde hace un tiempo existe un interés creciente por los hilos multifilamentos de poliéster y también de poliamida con títulos de esos filamentos individuales componentes y del hilo inferior a los del mercado tradicional. Esta demanda se inició y continúa con particular intensidad en el Japón, por ser ésta la nación en la que está más extendido el uso de prendas de seda natural; y actualmente ha sido detectada también en Europa (2).

Por su excelente tacto y características tales como bello aspecto, brillo equilibrado y cayente distinguido, la seda es la materia más adecuada para la fabricación de prendas femeninas, tales como vestidos y blusas. Esta es la causa por la que desde siempre las productoras de fibras han aspirado a fabricar a precios razonables fibras sintéticas con las propiedades estéticas de la seda y la funcionalidad de las fibras sintéticas.

(*) Dr. Ing. Joaquín Gacén Guillén. Sub-Director de Investigación de este Instituto. Jefe de su Laboratorio de «Polímeros Textiles». Catedrático de «Polímeros Textiles» de la E.T.S.I.I. de Terrassa.

Las fibras de poliéster han contribuido a convertir este sueño en casi realidad mediante actuaciones combinadas con las tecnologías de la tejeduría y de los procesos de acabado. Con ello deseamos indicar que no ha sido suficiente ofrecer al mercado fibras más finas que las convencionales, ya que el cayente distinguido de la seda natural se atribuye en buena medida a la existencia de espacios libres en el interior del multifilamento, los cuales se forman al eliminar la sericina en la operación de desgomado. Pues bien; esta circunstancia ha podido ser reproducida aplicando al poliéster un tratamiento con sosa cáustica que ataca selectivamente la periferia de la fibra ocasionando pérdidas de peso del orden del 20% (3) (4).

La tecnología tradicional de la transformación de polímeros en fibras o hilos multifilamentos agota sus posibilidades con la producción de materias con títulos individuales comprendidos entre 0,5 y 1 dtex. Los títulos inferiores a 0,5 dtex. solo se pueden fabricar recurriendo a técnicas especiales, complejas y costosas. También debe tenerse en cuenta que el procesado de hilos continuos de títulos bajos en la maquinaria textil plantea problemas serios. Sin embargo, la posibilidad de desarrollar productos muy especializados, de alto valor añadido y apetecidos por el mercado, así como la de generar una tecnología que los haga viables, hace suponer que se producirán continuos avances en este sentido.

TABLA 1

Fibras y filamentos de poliéster de título individual bajo (5).

Denominación	Productora	Descripción
	Autex	Hilo continuo, 55/50 dtex, 1, 1 dtex por filamento 5,5 tex f 50
Diolen 44	Enka	Fibra, 0,5 dtex, 32 mm.
Terylene	ICI	
VSMY	Mitsubishi	Hilo continuo, 0, 7 dtex por filamento
	Montefibre	Hilo continuo, 78/72 dtex 7,8 tex f 72
Setila	RPT	Hilo continuo, 50/40 y 100/88 dtex
Silflora K	Toyobo	Hilo continuo, 55/48 y 83/72 dtex
Goal Yarn	Toyobo	Fibra, 0, 8 dtex, 32 mm.

TABLA 2

Flocas e hilos multifilamento japoneses de bajo título individual (5).

Productora	Título individual (dtex)	Título/Filamentos
Todas las productoras	1,04	50/48, 75/72, 100/96 5 tex f 48, 7,5 tex f 72, 10 tex f 96
Asahi, Mitsubishi	0,69	50/72 (5 tex f 72)
Toyobo	0,58	42/72, 63/108
Teijín	0,44	32/72 (3,2 tex f 72)
Teijín	0,8	Floca
Toyobo	0,7	Floca

Como fibras ultrafinas se conocen las que poseen un título inferior a 1 dtex. El título de la mayor parte de estas fibras suele estar comprendido entre 0,4 y 0,9 dtex., mientras que el límite inferior se sitúa por debajo de 0,1 dtex. Son muchas las productoras de fibras que ofrecen al mercado fibras ultrafinas como tipos especiales. Actualmente existen en el mercado unos 20 tipos diferentes (5) de fibras ultrafinas, correspondiendo casi todas a las familias poliéster, poliamida y acrílicas.

Fibras ultrafinas pueden fabricarse a partir de fibras bicompuestas matriz-fibrilla (MF) especialmente diseñadas por AKZO con títulos entre 0,1 y 1 dtex. En ellas se distinguen una matriz de poliamida y finas fibrillas de poliéster. La escasa adherencia entre estos polímeros favorece la fibrilación del filamento al someterlo a un tratamiento posterior de tipo mecánico (7). Se conocen secciones transversales que poseen la forma de una naranja partida por la mitad y la de una rueda dentada (Fig. 1). En el primer caso las fibrillas son de poliéster y la matriz de poliamida, mientras que en el segundo se aprecian un núcleo de poliéster, una corteza poliamida y fibrillas exteriores de poliéster. Estas fibras han sido comercializadas como **Diolen Ultra**.

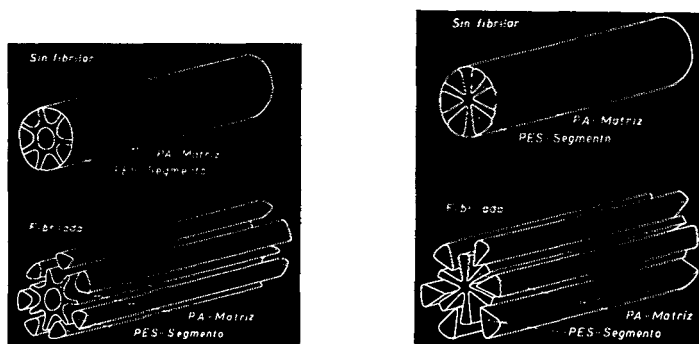


Fig. 1. Diolen Ultra.

El interés por estas fibras es doble ya que, además de que su finura es similar a la de la seda natural, sucede que por debajo de 1 dtex las propiedades físicas y morfológicas de las fibras experimentan cambios radicales. Su mayor superficie específica facilita el intercambio de agua con el exterior (mayor confort) y, al ser mucho más finas, la resistencia a la flexión es mucho menor y ofrecen un tacto más suave, sedoso y grato. Con ellas se pueden preparar tejidos extraordinariamente finos y con gran permeabilidad al aire. Adecuando las condiciones del tratamiento de acabado, son posibles multitud de tactos que oscilan entre el sedoso y el algodónero.

Por su parte, Kanebo ha desarrollado la fibra **Belina** con sección transversal circular en la que se distinguen una cruz de nylon y segmentos de poliéster entre los brazos de la cruz, lo cual representa un total de cuatro segmentos de poliéster (Fig. 2). En una etapa determinada del proceso, los filamentos se separan en sus componentes, de forma que un hilo 56 dtex/14 filamentos se transforma en un hilo 56 dtex/70 filamentos (8).

La misma Kanebo ha desarrollado un tejido de punto denominado **Balleseine** formado por un hilo a base de filamentos individuales que poseen un alma de estrella rodeada de finos filamentos de poliéster (Fig. 3). En el proceso de acabado se produce una fibrilación de los filamentos con formación de fibrillas de poliéster con un título de 0,1 dtex. A continuación, el tejido se impregna de poliuretano y se le aplica un tratamiento antiestático. La composición final del tejido es 68% poliéster, 20% poliamida y 12% poliuretano, resultando un artículo de tapicería muy apreciado por su suavidad y tacto (9).

También en el campo de las fibras ultrafinas se sitúa un tipo de Dralon que con el título de 0,6 dtex se obtiene según métodos convencionales. El **Dralon X 160** es particularmente interesante por su alto brillo, alto límite de hilabilidad y por la gran resistencia de los hilos resultantes (10). También debe tenerse en cuenta que por su menor resistencia a la flexión, los tejidos correspondientes presentan un tacto más suave que el de los fabricados empleando Dralon X 100 convencional, de 1,3 dtex.

Puede ser interesante tener en cuenta que la fibra de 1,3 dtex posee una sección transversal con forma bilobulada aplastada (hueso de perro); sin embargo, a medida que disminuye el título se pasa a una sección reniforme (0,6 dtex) y finalmente a una sección circular cuando son suficientemente finas. La superficie de las fibras también cambia con el título, de manera que cuando más bajo es éste más lisa es y menos irregularidades presenta aquella (Fig. 2).

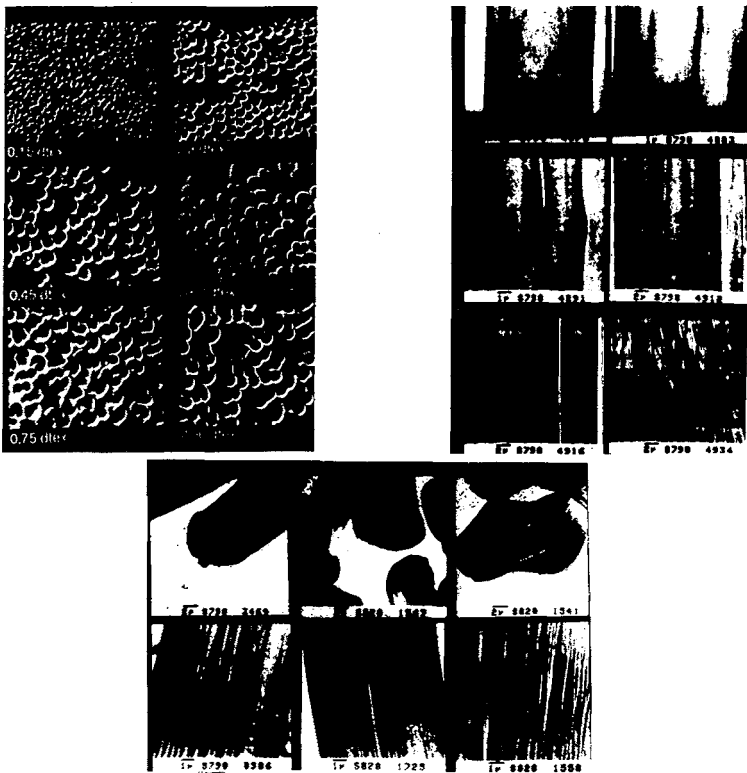


Fig. 2. Variación de la sección transversal y de la superficie en función del título de la fibra Dralon.

La fibra Dralon X 160 parece especialmente adecuada como componente de artículos que deben poseer un brillo fino de alta calidad, aspecto no grasiento y un tacto suave (casi sedoso).

Como microfibras se pueden considerar las que poseen un título inferior o próximo a 0,1 dtex. No se expenden como tales sino que resultan de la aplicación de tratamientos adecuados en la manufactura de artículos imitación cuero de alta calidad o de telas no tejidas para aplicaciones técnicas. La microfibra se prepara a partir de fibras matriz/fibrilla, a partir de las cuales se pueden preparar telas no tejidas de gran flexibilidad y suavidad que se utilizan en la fabricación de sucedáneos del cuero. La fibra **Alcántara**, por ejemplo, está formada por fibrillas de poliéster muy finas (0,1 dtex) inmersas en una matriz de poliuretano (11) (12). Con la fibra M/F se prepara una tela no tejida con el concurso de un poliuretano elastómero. En una etapa posterior se elimina por disolución el componente estireno con lo que resulta un artículo extraordinariamente suave y flexible.

TABLA 3

Microfibras para artículos imitación cuero (5).

Denominación comercial	Productora	Polímero	Título individual (dtex)	Tejido base
Ecsaine	Toray	Poliéster	0,01 - 0,09	Tela no tejida
Bellasaine	Kanebo	Poliéster/nylon	0,15	Tejido de punto
Hilake	Teijín	Poliéster/nylon	0,3	Tejido de calado
Alcantara	Toray	Poliéster	0,1	Tela no tejida
Clarino	Kuraray	Poliéster		Tela no tejida

Artículos imitación cuero se pueden preparar también a partir de fibras que consisten en una mezcla de nylon con poliuretano. Los productos resultantes reciben la denominación **Clarino** (Kuraray). Existen dos variantes de estas fibras de poliamida; en unas, del mismo modo que sucede con la fibra Alcántara, se extrae el polímero que forma la matriz en la que están embebidas las fibrillas de nylon. En otras, el polímero a extraer se presenta formando fibrillas rodeadas de una matriz de nylon, de forma tal que la extracción del componente soluble conduce a una fibra porosa «similar a la raíz de loto» (13).

3. FORMA DE LA SECCION TRANSVERSAL

Las fibras de poliamida y poliéster convencionales poseen una sección transversal de forma circular, pero la de las fibras acrílicas depende del proceso de hilatura utilizado en la transformación del polímero en fibras (Fig. 3). La hilatura en húmedo suele conducir a fibras de sección transversal circular o arrifionada y las fibras hiladas en seco poseen habitualmente secciones transversales con forma aplastada bilobulada («hueso de perro») (14) (15). No obstante, la forma de la sección transversal tiende a ser siempre circular cuando se trata de fibras de títulos muy bajos (10).

Algunas diferencias sustanciales en el comportamiento, propiedades y estética de las fibras acrílicas pueden atribuirse a las diferentes secciones transversales. La resistencia a la flexión que ofrece una fibra con una sección transversal de forma aplastada es inferior a la que presentan las fibras con secciones transversales circulares. Las diferencias en la rigidez a la flexión se traducen en diferentes aspectos (estética) y comportamientos de las fibras comercializadas y condicionan el uso final más adecuado.

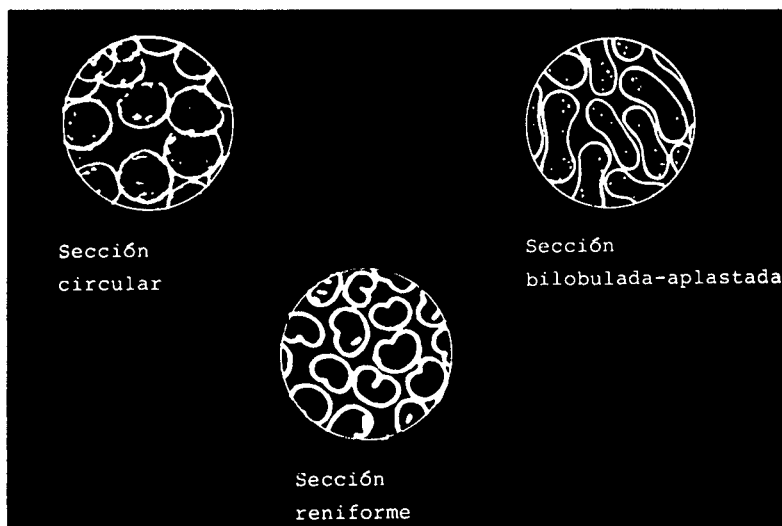


Fig. 3 Secciones transversales más frecuentes en las fibras acrílicas.

Así pues, sucede que una sección transversal circular o con forma de riñón es particularmente ventajosa en las fibras destinadas a la fabricación de alfombras, ya que, por su alta rigidez a la flexión, contribuye favorablemente a la resiliencia y al mullido de estos artículos. Por su parte, una sección transversal aplastada bilobulada tiende a aumentar la suavidad al tacto y facilita la reflexión de la luz, lo que permite obtener efectos de brillo singulares especialmente adecuados en algunos tipos de tejidos (14).

La forma de la sección transversal influye mucho también en el comportamiento de una fibra al «pilling». En el caso de las fibras de poliéster se sabe que las secciones transversales tri o penta-lobuladas conducen a niveles más bajos de «pilling». Esto es así porque los salientes o lóbulos aumentan el momento polar de inercia de un material y, consecuentemente, su rigidez a la flexión. Como quiera que la fibra se rompe al flexionarse, se evita o al menos dificulta la formación de vello, el enmarañamiento de este y, lógicamente, la formación de bolitas o pills que conduce al fenómeno conocido como «pilling». La bibliografía describe la fibra acrílica Dolan 40 de sección transversal trilobal que presenta un excelente comportamiento al «pilling» (15).

Para mejorar el tacto, el brillo, la tintabilidad y otras propiedades de las fibras de poliéster se han desarrollado hilas con orificios no circulares que han permitido también la fabricación de fibras más resilientes y que desarrollan menos «pilling» (6) (17).

Son muy conocidas las fibras de poliéster y poliamida de sección transversal **triangular o trilobulada**, cuya superficie presenta una mayor capacidad reflectante, mayor poder cubriente y mayor opacidad. Estas fibras presentan también una sensación al tacto similar a la que ofrece la seda natural. Fibras **Pentalobuladas** han sido diseñadas y comercializadas como materia prima para la fabricación de alfombras, ya que presentan la particularidad de reducir las dimensiones de las superficies reflectantes individuales (65).

También se han comercializado fibras de poliéster de sección transversal **octolobulada** que presentan menos destellos o centellos, sobre todo bajo la luz solar. De estos fenómenos ópticos se sabe que producen un efecto desfavorable en las prendas masculinas y menos en la indumentaria femenina, por tratarse de artículos más brillantes. En estas fibras se han reducido todavía más el tamaño de las superficies reflectantes y se amortiguan los efectos que producen los aplastamientos de la fibra que se forman en el proceso de texturación. Estas fibras se han diseñado especialmente para ser texturadas, conducen a tectos más secos y sedosos y facilitan la aireación del tejido y la transpiración.

Igualmente conviene señalar que el proceso de texturación por falsa tensión deforma la sección transversal, habitualmente circular, de las fibras de poliéster, lo que mejora en algunos casos la estética de los artículos fabricados con hilos texturados. Combinando los efectos por el proceso de texturación con los propios de una sección transversal de forma especial, es posible una gran variedad de efectos ópticos en los artículos correspondientes (18).

Cuando los hilos continuos se preparan ya en la línea de hilatura, por combinación de filamentos cilíndricos (50%) y filamentos con sección transversal de forma especial (50%), disminuye la densidad del hilo y resulta un tacto cálido, así como un producto textil permeable a la humedad (19).

También se han producido fibras en las que la sección varía de forma, a la vez que permanece constante el área de la sección transversal a lo largo del filamento. El resultado es un hilo con una receptividad de los colorantes que varía al azar, y que presenta un tacto grato y singular, un brillo diferente y una mayor porosidad (19).

En este apartado deben considerarse también las **fibras huecas** de poliéster que poseen una sección transversal con forma de corona circular, del mismo modo que el miraguano. Un acabado especial mejora su calidad al comunicarles un tacto similar al de las plumas. Por otra parte, se han desarrollado fibras huecas de poliéster tales como las conocidas como Escot y Ermarble (20) (21) con excelentes propiedades de absorción de humedad y de la transpiración. Estas fibras se utilizan como relleno de colchones, almohadas, cojines, edredones y artículos similares. Actualmente, el relleno constituye un campo de aplicación muy apreciado para el que se diseñan tipos de fibras con un importante valor añadido. Por el contrario, y salvo excepciones como las correspondientes a las plumas de Down y al miraguano, este mercado era cubierto en tiempos no muy lejanos por fibras naturales o químicas de baja calidad.

Para estas mismas aplicaciones se han desarrollado una floca de poliéster cuyas fibras componentes contienen cuatro canales o tubos microscópicos huecos que recorren la totalidad de la longitud de la fibra, cuya superficie ha sido objeto también de un diseño especial (22). Esta fibra ha sido comercializada por Dupont con la denominación Dracon Tipo 193 y más recientemente con la de **Qualofil**. Los

diminutos canales huecos aprisionan o encierran aire en su interior, lo que comunica a la fibra propiedades excepcionales que la hacen apta para su empleo en rellenos de alta calidad para cubrecamas acolchadas, almohadas, edredones, sacos de dormir y prendas aislantes (Fig. 4).

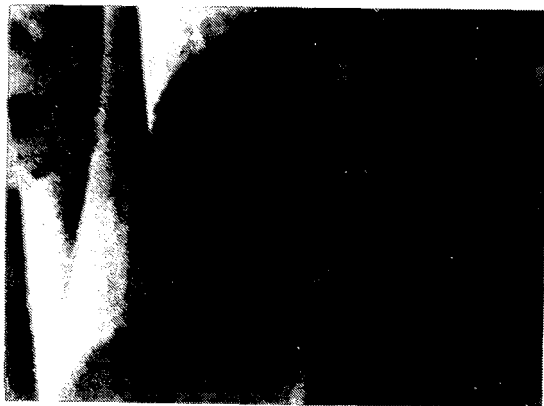


Fig. 4 Fibra Qualofil (poliéster)

En el mercado existen fibras de poliamida con **huecos múltiples**, de forma alargada y dispuestos paralelamente al eje de la fibra, que presentan un comportamiento **antisuciedad** por ocultamiento de esta. El gran número de interfases cilíndricas polímero-aire que resulta de una estructura de este tipo produce una gran reflexión interna, de manera que las fibras correspondientes ofrecen un aspecto diferente al del mateado que resulta del empleo o incorporación de agentes como el dióxido de titanio (23).

La estructura con huecos múltiples puede conseguirse por incorporación al nylon de una pequeña cantidad de un segundo polímero (un poliéster soluble en agua del mismo tipo que los empleados en la preparación de fibras de nylon antiestáticas). A lo largo del proceso de tintura se extrae una parte sustancial del segundo polímero, con lo que aparecen los huecos reflectantes apetecidos. Fibras de este tipo son conocidas como Antron (Du Pont), Cadon (Monsanto) y Anso (Allied Cheminal) (24).

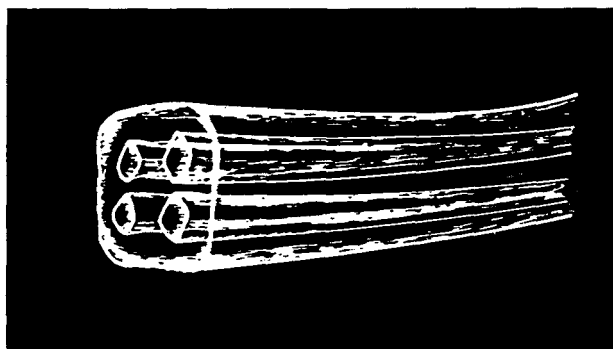


Fig. 5 Fibra Antron II (poliamida)

Más reciente es un nuevo hilo para alfombras con propiedades antisuciedad denominado Antron II (Du Pont). La sección transversal de sus filamentos tiene la forma de un círculo doblemente aplastado que alberga en su interior cuatro huecos, uno en cada cuadrante, simétricamente separados con respecto al eje de la fibra (24) (Fig. 5). Esta sección celular más bien refleja y dispersa la luz que la deja pasar a través del filamento, con lo cual no se presenta el efecto de aumentar la sensación de suciedad sobre la superficie opuesta. Así pues, la solución al problema de la suciedad se consigue a través de un fenómeno de ilusión óptica.

RIZADO

A las fibras químicas convencionales destinadas a la fabricación de hilados se les comunica un rizado en una etapa del proceso de producción de la fibra. El rizado aplicado facilita el rozamiento entre fibras necesario para la transformación de estas en hilados.

En función del artículo a fabricar puede convenir que el rizado permanezca o desaparezca en alguna etapa del proceso textil. La permanencia del rizado en las fibras acrílicas influye mucho en el aspecto y calidad de los artículos de pelo y depende mucho de la estabilidad del rizado a los tratamientos mecánicos, térmicos y, sobre todo hidrotérmicos que experimenta la fibra. La desaparición del rizado conduce a que las fibras que forman el pelo en los artículos acabados se dispongan rectas o tersas. Por su parte, la conservación del rizado significa que las fibras que forman el pelo se orienten al azar (26).

Estas diferencias conducen a comportamientos ópticos muy diferentes. En las fibras orientadas al azar, la luz se difunde intensamente y el pelo presenta un aspecto lanoso y mate, adecuado para un forro afelpado como lo utilizamos como aislantes del frío en chaquetas y tabardos. Cuando ha desaparecido el rizado de las fibras, resulta un pelo lustroso de aspecto sedoso que conviene en el diseño de artículos que imitan a los de peletería. Así pues, las fibras de rizado muy estable, capaz de resistir todos los procesos de tintura y acabado, comunican al artículo final un aspecto mate y lanoso. La extraordinaria diferencia en la estabilidad del rizado de estas fibras es consecuencia tan solo de la conducción del proceso de fabricación en unas condiciones determinadas y diferentes en cada caso.

Las fibras químicas yuxtapuestas presentan un rizado helicoidal (tridimensional) intrínseco que amplía en gran medida las posibilidades de diseño y la funcionalidad de muchos **artículos** textiles.

El rizado de estas fibras es consecuencia del diferente comportamiento de los dos polímeros componentes de la fibra, ya que la diferente respuesta al calor o al hinchamiento se traduce en que uno de los dos se encoja más que el otro y resulta una estructura helicoidal en la que el componente más inestable a la acción del calor se sitúa en el interior de la hélice de rizado (27) (28).

La intensidad y las propiedades de rizado dependen del tipo y magnitud de las diferencias entre los dos componentes, de la proporción de estos y de su distribución geométrica en la sección transversal (29).

Las diferencias entre los componentes de una fibra rizada bicompuesta consisten en:

- diferencias químicas más o menos pronunciadas,
- diferencias físicas entre componentes químicamente homogéneos.

En el diseño de un artículo deben tenerse en cuenta dos aspectos tan importantes como la fuerza de rizado y el agrupamiento fibra-fibra en la estructura del hilo. Las fuerzas de rizado dependen de la forma de la sección transversal y de la distribución de los componentes en la fibra bicompuesta. La forma de la sección transversal influye también en la facilidad con que las fibras se agrupan en un hilo de un modo más o menos apretado o compacto. La mayor voluminosidad se presenta en los hilos preparados con fibras que poseen una gran fuerza de rizado y una menor facilidad de acoplamiento entre ellas (28).

Existe una gran variedad de fibras químicas intrínsecamente rizadas y todas permiten la fabricación de artículos voluminosos, que es para lo que han sido principalmente diseñadas. Podemos mencionar las fibras bicompuestas de las familias de las acrílicas, poliamidas, poliésteres y poliolefinas, aunque las dos primeras son las más difundidas (23). Aunque no se trata estrictamente de fibras bicompuestas, deben tenerse en cuenta también las fibras de viscosa que poseen un rizado permanente (31).

La preparación de fibras de **poliamidas bicompuestas rizadas** se basa en la elección de dos composiciones poliméricas que presentan una respuesta suficientemente diferenciada al encogimiento ocasionado por la aplicación de calor seco o húmedo. El rizado de estas fibras de poliamida es siempre de carácter irreversible y por tanto estable a las condiciones ambientales (32).

Es imprescindible que los dos componentes se puedan hilar por fusión y que entre ellos se pueda establecer una buena cohesión. También es imprescindible que se genere una adecuada fuerza de encogimiento que permita contrastar los impedimentos o resistencia que ofrecen los tejidos a la conservación del rizado de los filamentos de los componentes. Otro requisito adicional consiste en que el filamento debe presentar una adecuada recuperación del rizado después de haberlo sometido a una tensión.

Estas fibras de poliamida se ofrecen lisas al mercado y el rizado se desarrolla en las operaciones de acabado que siguen al tricotado. La intensidad del rizado aumenta con la temperatura de relajación o encogimiento, ya que el encogimiento diferencial depende de las fuerzas generadas durante el tratamiento en el que se desarrolla el fijado. Estos tipos de nylon se utilizan principalmente en la fabricación de medias y tejidos tricotados, siendo de destacar la gran adaptación de estos artículos a la forma del cuerpo humano.

Las fibras acrílicas intrínsecamente rizadas se dividen en dos grupos (14). En las fibras de **rizado reversible** esta propiedad se desarrolla después de someterlas a un tratamiento hidrotérmico. Estas fibras pierden el rizado en húmedo y lo recuperan al secarlas. Ello hace que la fibra serpentée o se mueva en la operación de acabado, que se renueve ininterrumpidamente la configuración adquirida por la fibra al desarrollar por primera vez el rizado y que, sin que ello obedezca a una acción fieltrante, se produzca un mayor entrelazamiento entre las fibras, el cual se traduce en un aumento adicional del poder cubriente de los tejidos. La acción serpenteante permite también conservar o renovar, a lo largo de la vida de una prenda, su aspecto agradable mediante la aplicación de un lavado, secado o tratamiento de vaporizado.

A modo de resumen se puede señalar que los productos de fibras acrílicas de rizado reversible poseen un tacto, resiliencia, elasticidad, voluminosidad, nervio y rizado, similares a los de estambre (33).

Para conseguir un rizado reversible se recurre a componentes que presentan diferencias de hidrofiliadad como consecuencia, casi siempre, del diferente carácter iónico de los dos componentes. El componente más hidrofílico es el más sensible al agua y el que suele situar en el interior de la hélice de rizado, de forma que en presencia de agua disminuye la intensidad del rizado.

Las fibras acrílicas bicompuestas de rizado irreversible poseen componentes que difieren en el contenido de comonomeros neutros. Se caracterizan por su tacto firme, bajo elasticidad de los hilos resultantes y por un alto nivel de rizado irreversible. El rizado permanente es especialmente adecuado cuando se han de diseñar tejidos con excelente estabilidad dimensional al acabado y a los ciclos de entretenimiento (lavado)-uso, así como para conseguir efectos especiales en tejidos de pelo (33).

Las diferencias entre los dos componentes de las fibras acrílicas bicompuestas deben diseñarse de manera que no se presente una excesiva disminución de la rigidez. A medida que aumenta la diferencia de carácter iónico o de otro tipo, lo hacen también la fuerza de rizado y la reversibilidad del rizado; sin embargo, un aumento de la intensidad del rizado puede conducir a tejidos de tacto áspero y no grato. De ello se deriva la necesidad de conservar un grado de rigidez que permita una buena amplitud de rizado, sin que sea necesaria una exagerada frecuencia de rizado.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Hallada, Canadian Textiule J. (Agosto 1975) p. 70.
- (2) Matsumoto, Textile Research J. (Enero 1981) p. 18.
- (3) Shenai y Nayak, Textile Dyer and Printer, 11 (Nov. 1978) p. 27.
- (4) Naambori, Textile Chemist and Colourist, 1 (Enero 1969) p. 24/50.
- (5) Engel, Chemiefasern, 33/85 (1983) p. 546.
- (6) Gacén, «Fibras de Poliéster», E.T.S. Ingenieros Industriales, Terrassa, 1984.
- (7) Schilo, Chemiefasern, 29/81 (1979) E 80.
- (8) Anónimo, Papán Textile News, N° 234 (Mayo 1974) p. 37.
- (9) Técnica Textil Internacional (Mayo-Junio 1985) p. 49.
- (10) Reinehr, Häfner y Nogaj, Chemiefasern, 35/87, (Sept. 1985) p. 588.
- (11) Anónimo, Chemiefasern, 26/78 (1976) p. 965.
- (12) Falkai, Chemiefasern, 27/79 (1977) E 80.
- (13) Hayaski, Chemical Technology (Enero 1975) p. 28.
- (14) Gacén, «Fibras Acrílicas», E.T.S. Ingenieros Industriales, Terrassa 1982.
- (15) Chanay, American Dyestuff Reporter (Marzo 1965) p. 682.
- (16) Sassenrath, Chemiefasern, (Nov. 1981) p. 808.
- (17) Böhringer y Bolland, Faserforschung und Textiltechnike, 9, (1958) p. 406.
- (18) Anónimo, American Fabrics, N° 67 (1970) p. 55.
- (19) Snider y Richardson, Encyclopedia of Polymer Science and Technology, vol. 10, p. 196, Directores de la edición Mark, Gaylord y Bikales.
- (20) Anónimo, Asian Textile Record (Agosto 1978) p. 4.
- (21) Arai, 11th. Shirley International Seminar, Septiembre 1979.
- (22) E.I. Du Pont de Nernours, Nonwovens Rep. International, N° 140 (Diciembre 1982) p. 5.
- (23) Howe, Textile Progress, vol. 3, N° 1 (1971) p. 88.
- (24) Gacén, «Fibras de Poliamida», E.T.S. Ingenieros Industriales, Terrassa 1986.
- (25) E.I. Du Pont, Bulletin A- 71521: Antron II.
- (26) Karl, Chemiefasern, vol 30/82 (Julio 1980) p. 568.
- (27) Koch, Cahiers Ciba-Geigy, 1974/1, p. 3.

- (28) Gacén, Revista de la Industria Textil.
- (29) Jeffries, «Bicomponent Fibres», Mellow, 1971, p. 43.
- (30) Hicks y al. «Man-Made Fibres: Science and Technology» vol. 1 Directores edición, Mark, Atlas Y Cernia, Wiley New York (1967).
- (31) Gacén y Maillo, «Fibras Químicas de Celulosa Regenerada», E.T.S. Ingenieros Industriales, Terrassa, 1978.
- (32) Tippets, American Dyestuff Reportes, 54 (1965) p. 141.
- (33) Hicks y al., Ref. 23, p. 69.

Trabajo recibido en 1986.09.04.- Aceptado en 1986.10.08