

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES DE HILATURA EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS HILADOS DE POLIÉSTER MICROFIBRA

J. Gacén*, A. Naik**, A. Soler***, J. Maillo**** y J.A. Juez*****

0.1. Resumen

Una microfibrilla de poliéster (0,9 dtex) ha sido hilada en una continua de anillos variando las condiciones de hilatura (velocidad del cursor, tipo de cursor, antibalón, mudada y estiraje) según el método de Taguchi. Las respuestas evaluadas se refieren a parámetros de regularidad (valor USTER, puntos delgados, puntos gruesos, neps, vellosidad) y de tracción (tenacidad, elongación, trabajo de rotura y módulo). Tras considerar separadamente la combinación óptima para cada respuesta se ha llegado a una combinación globalmente óptima.

Palabras clave: Microfibrilla, poliéster, hilatura anillos, regularidad, parámetros de tracción.

0.2. Summary. INFLUENCE OF SPINNING VARIABLES ON THE CHARACTERISTICS OF POLYESTER MICROFIBRE YARNS

Polyester microfibre (0.9 dtex) has been spun in a ring spinning frame with variation of the spinning conditions (traveler speed, type of traveler, doffing and drawing) as indicated in Taguchi's method. Responses evaluated report regularity parameters (USTER values, thin points, thick points, neps, hairiness) and tensile parameters (tenacity, elongation, breaking strength and modulus). After considering by separate the optimal condition for each response, a globally optimal combination is proposed.

Key words: Microfibre, polyester, ring spinning, regularity, tensile parameters.

0.3. Résumé. INFLUENCE DES VARIABLES DE FILATURE SUR LES CARACTÉRISTIQUES DES FILÉS EN POLYESTER MICROFIBRE

Une microfibre de polyester (0,9 dtex) a été filée sur une retordeuse à anneaux, en modifiant les conditions de filature (vitesse du curseur, type de curseur, antiballon, levée et étirage) suivant la méthode de Taguchi. Les réponses évaluées portent sur des paramètres de régularité (valeur USTER, points minces, gros points, neps, villosité) et de traction (ténacité, élongation, travail de rupture et module). Après avoir considéré séparément la combinaison optimale pour chaque réponse, nous avons trouvé une combinaison globalement optimale.

Mots clé: Microfibre, polyester, filature anneaux, régularité, paramètres de traction.

1. INTRODUCCIÓN

En la fabricación de hilados en una continua de anillos tanto los hilos como las fibras componentes están sometidos a diversos tipos de sollicitaciones. Destacan principalmente las debidas a la abrasión que experimentan las fibras como consecuencia del energético rozamiento con los órganos metálicos de la máquina de hilar (rodillos, aros, antibalón, etc.).

De ello se deriva una acción térmica sobre las fibras que en el caso de las sintéticas puede ocasionar variaciones en su micromorfología. Estas modificaciones pueden afectar de manera directa a operaciones posteriores, sobre todo a la de tintura en la medida en que hayan variado la cristalinidad o la orientación de la fibra. Este fenómeno adquiere una importancia creciente como consecuencia del constante aumento de la velocidad de producción de las máquinas y, por tanto, de la acción abrasiva y térmica.

Los efectos de la abrasión se manifiestan con mayor intensidad cuando se trata de microfibrillas, ya que por su mayor superficie específica se genera una mayor cantidad de calor y éste se transfiere con mayor efectividad, lo cual puede significar una mayor modificación de la estructura fina de la fibra.

Las microfibrillas permiten fabricar artículos con un gran valor añadido, cuyas propiedades se basan en la suavidad que se deriva de la finura o bajo título de las fibras componentes. Sin embargo, el bajo título de las fibras implica dificultades de procesado, concretamente en su transformación en hilados y en la operación de tintura. Ello ha

* Dr. Ing. Joaquín Gacén Guillén, Catedrático de Universidad de Polímeros Textiles en la E.T.S.I.I.T., procedente del Departamento de Ingeniería Textil y Papelera (U.P.C.). Jefe del Laboratorio de "Polímeros Textiles" del INTEXTER (U.P.C.).

** Antonio Soler, Departamento de Investigación y Desarrollo de MITASA.

*** Dr. Ing. Arun Naik Kardile, Profesor Titular de Universidad en el Departamento de Ingeniería Textil y Papelera (U.P.C.). Responsable de Hilatura en la E.T.S.I.I.T. (U.P.C.). Jefe del Laboratorio de Parametría Física Textil del INTEXTER.

**** Dra. Ing. Josefina Maillo Garrido, Profesora Titular de "Polímeros Textiles" de la E.T.S.I.I.T., Departamento de Ingeniería Textil y Papelera (U.P.C.).

***** J.A. Juez, alumno E.T.S.I.I.T.

significado que industrias que habían iniciado la fabricación de hilados de poliéster microfibras la hayan abandonado. Otras sin embargo han mostrado interés por solucionar los problemas que se presentan, ya que vislumbran un mercado muy prometedor que puede permitir huir de la guerra de precios muy propia del sector textil. Por otra parte, se estima que la fabricación de hilados de microfibras permitiría recuperar el mercado perdido por los hilados en favor de los multifilamentos, pérdida que ha sido estimada en un 10 - 15%^{1, 2, 3, 4)}.

Una vez admitidas las variaciones que la operación de hilatura puede producir en la micromorfología de las fibras, debe tenerse presente que la fluctuación de las condiciones operatorias puede conducir a modificaciones no constantes, con el resultado de un producto morfológicamente irregular y con riesgo de que en la operación de tintura se produzcan defectos en forma de barras o franjas de diferente color y/o brillo.

Para cuantificar la importancia de los problemas que se pueden presentar se ha estimado interesante provocar diferencias controladas en el proceso de hilatura y caracterizar los hilados obtenidos en cuanto a su micromorfología, calidad USTER, propiedades de tracción y comportamiento tintóreo, principalmente.

Todo ello encaminado lógicamente a la prevención y disminución de defectos no detectables muchas veces hasta que se ha procedido a la operación de tintura. Este es el objetivo del proyecto MAT 93-0419 "Influencia de las condiciones de hilatura en la estructura fina del poliéster microfibras", que ha sido financiado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) en

el ámbito del Programa de Materiales.

Esta primera publicación se refiere a los parámetros de regularidad de los hilos (irregularidad Uster, puntos delgados, puntos gruesos, neps, vellosidad (H)) y a sus parámetros de tracción (tenacidad, elongación, módulo y trabajo de rotura).

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Materia

Microfibras de poliéster de 0,9 dtex y 32 mm de longitud de corte, brillante (Nurel, S.A.).

2.2. Hilatura

Los hilados han sido preparados en diferentes condiciones en una continua de hilatura convencional (SERRA VELOZ modificada).

Como condiciones constantes en todas las experiencias se indicarán las siguientes:

Estiraje previo: 1,45

Ecartamiento previo: 70 m m

Ecartamiento principal: 45 m m

La presión neumática del brazo de estiraje era de 1 kg/cm². Por su parte la dureza de los cilindros de estiraje fue de 65° Shore.

La continua ha sido alimentada con mechas de poliéster microfibras de título 435 tex (estirajes bajos) μ 870 tex (estirajes altos). El hilo resultante tenía un título 25 tex, 733 v/m, torsión Z.

Las variables estudiadas, así como sus correspondientes niveles, están descritas en la Tabla 1.

TABLA 1
 Descripción de las variables y de sus niveles

Variable	Nivel	Nivel
	1	2
Velocidad del cursor (A)	Baja 22,4 m/s	Alta 30,6 m/s
Tipo de cursor (B)	Ligero (R+FS) No. ISO 95	Pesado (R+F 10) No. ISO 160
Antibalón (C)	SI	NO
Mudada (D)	Baja	Alta
Estiraje total (E)	Bajo 17.38	Alto 34.77

Los límites fijados corresponden a situaciones que se pueden considerar extremas atendiendo a las posibilidades de la maquinaria de hilar utilizada.

2.3. Planificación de las experiencias

Las experiencias se planificaron siguiendo el método Taguchi, el cual puede ser considerado

como una aplicación de los planos factoriales fraccionados.

El diseño ortogonal aplicado significa 8 experiencias y comprende los cinco factores o variables indicados a dos niveles cada uno, así como las interacciones (AxB) y (AxC) por tratarse de las que más pueden influir en los esfuerzos de abrasión experimentados por la fibra.

La Tabla 2 contiene los niveles de los factores en cada una de las ocho experiencias realizadas. Por otra parte, se indicará que cada experiencia ha

sido repetida diez veces, lo cual significa que se dispone de 10 bobinas de hilo de cada una de las ocho pruebas.

TABLA 2

Diseño ortogonal de las experiencias realizadas

Nº prueba	A	B	A*B	C	A*C	D	E
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

2.4. Caracterización de los hilados

En esta primera publicación se hará referencia a parámetros de regularidad obtenidos del regularímetro Uster Tester 3, tales como:

- Irregularidad (U%)
- Puntos delgados (nº /1000 m)
- Puntos gruesos (nº /1000 m)
- Neps (nº /1000 m)
- Vellosidad (H)

Como parámetros de tracción se han evaluado la tenacidad (cN/tex) la elongación (%), el trabajo de rotura (cN x cm) y el módulo (cN/tex) haciendo uso dinamómetro Statimat M (Textechno).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 3 contiene los valores de los diferentes parámetros evaluados.

La tabla de respuesta correspondiente a cada uno de los parámetros evaluados se ha confeccionado partiendo de la respuesta (promedio) para cada factor y cada interacción en cada uno de los dos niveles. También figura la diferencia entre los dos valores correspondientes a los dos niveles de cada factor y de cada interacción. A esta diferencia se le denomina efecto principal del factor (o interacción).

Para decidir sobre cual de los dos niveles de cada factor es el óptimo debe tenerse en cuenta el criterio adoptado para cada respuesta. Así pues, puede suceder que "mayor es mejor" (tenacidad) o que "menor es mejor" (número de neps, por ejemplo).

Cuando una determinada interacción es suficientemente importante es necesario calcular los efectos promedio de todas sus posibilidades (A₁B₁,

A₂B₁, A₂B₂) y tabularlos en una tabla de doble entrada. De este modo es posible elegir los niveles óptimos en los factores que intervienen en la interacción correspondiente.

Teniendo en cuenta el efecto principal de cada interacción y, en su caso, la influencia desglosada de las interacciones consideradas, se deducen los niveles óptimos de cada factor o variable, y también el valor de la respuesta óptima que corresponde a los niveles óptimos deducidos según el criterio "menor o mayor es mejor".

Este modo operativo ha sido aplicado separadamente a cada respuesta estudiada y finalmente se ha procedido a una optimización global ponderando convenientemente la importancia de los valores de todos los parámetros o respuestas.

3.1. Irregularidad, U%

La Tabla 4 contiene los valores de esta respuesta correspondientes a los niveles 1 y 2 para cada factor e interacción

De esta tabla se deduce que la variable o factor que más influye en el valor U% es el estiraje total (E), seguido por el uso o no del mecanismo o equipo antibalón (C) y de la velocidad del cursor (A). Ninguna de las interacciones consideradas tiene influencia alguna.

Teniendo en cuenta que cuanto menor es el valor de U es mejor la calidad del hilado y que el efecto principal debido a las variables B y D es insignificante, la combinación óptima sera A₁, B₂, C₁, D₁, E₂.

El valor U% óptimo estimado según el método de cálculo recomendado es 9,10.

TABLA 3

Valores de las respuestas o parámetros evaluados

Nº de prueba	U (%)	Nº delg.	Nº Grues.	Nº Neps	Velosi- dad (H)	Tenaci- dad (cN/tex)	Elonga- ción (%)	Trabajo rotura (cN.cm)	Módulo (cN/tex)
1	10.79	5	30	46	5.06	31.57	11.78	20.56	242.5
2	9.66	1	32	45	4.91	33.34	12.12	22.14	242.1
3	9.16	0	33	41	4.47	33.74	12.00	22.52	257.4
4	11.26	13	34	51	4.95	31.97	11.50	20.47	261.5
5	9.36	1	27	37	6.51	30.00	11.00	18.39	260.2
6	11.57	17	48	57	6.07	31.88	11.43	19.86	262.3
7	11.07	4	25	39	5.55	22.89	10.13	15.90	271.5
8	9.82	0	35	44	5.49	33.34	10.91	20.39	283.5

TABLA 4

Valores de la respuesta irregularidad

	A	B	C	D	E	A*B	A*C
Nivel 1	10.21	10.34	10.09	10.30	11.17	10.33	10.33
Nivel 2	10.45	10.32	10.57	10.36	9.50	10.33	10.33
Efecto princip.	0.24	0.02	<u>0.48</u>	0.06	<u>1.67</u>	0.00	0.00

3.2. Puntos delgados

TABLA 5

Valores de la respuesta puntos delgados

	A	B	C	D	E	A*B	A*C
Nivel 1	4.75	6.00	2.50	4.75	9.75	2.50	5.50
Nivel 2	5.50	4.25	7.75	8.50	0.50	8.00	4.75
Efecto princip.	0.75	1.75	<u>5.25</u>	3.75	<u>9.25</u>	<u>5.50</u>	0.75

El estiraje total (E) es la respuesta que más influye, siguiéndole la interacción velocidad/peso del cursor (AxB) y la presencia o no de antibalón (c). Como quiera que cuanto menor es el número de puntos delgados es mejor la calidad del hilado la combinación óptima será:

A_1, B_2, C_1, D_1, E_2

Sin embargo, es necesario analizar si la interacción A x B puede modificarla. La tabla de doble entrada correspondiente a esta interacción es:

	B ₁	B ₂
A ₁	3.00	6.50
A ₂	9.00	2.00

Por lo que las condiciones óptimas a este respecto serán las A₁ B₁ y A₂ B₂. Por coincidencia con la combinación óptima deducida para el valor U% se han seleccionado las condiciones A₁ B₁.

Así pues la combinación óptima anteriormente deducida resulta modificada en lo que al factor B se refiere, pasando a la combinación:

A_1, B_1, C_1, D_1, E_2
 El cálculo óptimo para los puntos delgados ha conducido a un valor 0.

3.3. Puntos gruesos

TABLA 6

Valores de la respuesta puntos gruesos

	A	B	C	D	E	A*B	A*C
Nivel 1	32.25	34.25	28.75	31,50	34.25	30.50	36.50
Nivel 2	33.75	31.75	37.25	34.50	31.75	35.50	32.00
Efecto princip.	1.50	2.50	<u>8.50</u>	3.00	2.50	<u>5.00</u>	<u>4.50</u>

De esta tabla se deduce que el factor que más influye es el uso o no uso del mecanismo antibalón (C), seguido de las interacciones (A x B) y (A x C).

Como quiera que cuanto menor es el número de puntos gruesos es mejor la calidad del hilado, la combinación óptima, antes de estudiar la influencia de las interacciones será:

A_1, B_2, C_1, D_1, E_2

A continuación se indican las tablas de doble entrada correspondientes a las interacciones A x B y A x C.

	B ₁	B ₂
A ₁	31.0	33.5
A ₂	37.5	30.0

	C ₁	C ₂
A ₁	31.5	33.0
A ₂	41.5	26.0

La combinación A_1, B_1 ha sido la elegida ya que coincide con las condiciones óptimas halladas anteriormente y no se separa mucho de la A_2, B_2 .

En cuanto a la interacción A x C la combinación A_2, C_2 resulta ser la óptima. Sin embargo ello significaría una velocidad de cursor alta, lo cual contradice lo que se ha apreciado con anterioridad. Por esta razón ha sido desestimada, de modo que la combinación óptima resultará ser:

A_1, B_2, C_1, D_1, E_2

El cálculo del óptimo para los puntos gruesos ha conducido a un valor 24.

3.4. Neps

TABLA 7

Valores de la respuesta neps

	A	B	C	D	E	A*B	A*C
Nivel 1	46.00	46.50	40.75	44.50	48.25	43.75	47.00
Nivel 2	44.25	43.75	49.50	45.75	42.00	46.50	43.25
Efecto princip.	1.75	2.75	<u>8.75</u>	1.25	<u>6.25</u>	2.75	<u>3.75</u>

De esta tabla se deriva que la variable que más influye en la formación de neps es el uso de o no uso del equipo antibalón (C), seguida de la variable estiraje total (E) y por la interacción A x C.

En principio la combinación óptima será:

A_2, B_2, C_1, D_1, E_2

siguiendo el criterio de menor es mejor.

A continuación se expone la tabla de doble entrada de la interacción A x C.

	C ₁	C ₂
A ₁	43.5	48.5
A ₂	38.0	50.5

De ella se deduce que, la interacción que favorece más la respuesta neps (menor es mejor) es la A₂ C₁. Ello significa que es mejor trabajar a

velocidad de cursor alta, lo que contradice las decisiones anteriores. Debido a ello, y dado que su efecto principal es del orden de la mitad de los efectos principales individuales (C y E), se ha considerado conveniente prescindir de esta interacción, por lo que la combinación anterior no ha sido modificada.

Por su parte, el cálculo del valor del óptimo de la respuesta neps ha dado un valor 37.

3.5. Vellosidad

TABLA 8

Variables de la respuesta vellosidad

	A	B	C	D	E	A*B	A*C
Nivel 1	4.84	5.63	5.39	5.50	5.40	5.25	5.27
Nivel 2	5.90	5.11	5.35	5.25	5.34	5.50	5.48
Efecto princip.	<u>1.06</u>	<u>0.52</u>	<u>0.04</u>	0.25	<u>0.06</u>	0.25	0.21

La variable del proceso de hilatura que más influye en la vellosidad es la velocidad del cursor (A), seguida del peso del cursor (B).

Como quiera que cuanto menor es la vellosidad es mejor la calidad de un hilado, la combinación óptima será:

A₁, B₂, C₂, D₂, E

debiéndose destacar la insignificancia de los efectos principales debidos a las variables C y E.

El valor calculado para el óptimo de la vellosidad es 4.70.

3.6. Tenacidad

TABLA 9

Valores de la respuesta tenacidad

	A	B	C	D	E	A*B	A*C
Nivel 1	32.65	31.68	29.55	31.72	29.58	30.28	32.63
Nivel 2	29.53	30.48	32.63	30.46	32.60	31.90	29.55
Efecto princip.	<u>3.12</u>	1.2	<u>3.08</u>	1.26	<u>3.02</u>	1.62	<u>3.08</u>

Las variables con mayor incidencia son la velocidad del cursor (A), el antibalón (C), el estiraje total (E) y la interacción A x C.

Dado que cuanto mayor es la tenacidad es mejor la calidad del hilado, la combinación óptima sera, en principio:

A₁, B₁, C₂, D₁, E₂

A continuación se desglosa la interacción Ax C.

	C ₁	C ₂
A ₁	32.65	32.65
A ₂	26.44	32.61

La condición A₂ C₁ es la más desfavorable, siendo las demás igualmente favorables.

La condición A₁ C₁ se sitúa entre las más favorables, por lo que la anterior combinación no ha tenido que ser modificada.

El valor óptimo calculado para la respuesta tenacidad es 35.36.

3.7. Alargamiento a la rotura

TABLA 10

Valores de la respuesta alargamiento a la rotura

	A	B	C	D	E	A*B	A*C
Nivel 1	11.85	11.58	11.23	11.30	11.21	11.23	11.53
Nivel 2	10.87	11.14	11.49	11.42	11.51	11.48	11.19
Efecto princip.	<u>0.98</u>	<u>0.44</u>	0.26	0.12	0.30	0.25	0.34

Con gran diferencia con respecto a las demás, la variable que más influye es la velocidad del cursor (A). Por otra parte, al ser la calidad del hilado mejor cuanto mayor es el alargamiento a la rotura, la combinación óptima será:

A₁, B₁, C₂, D₂, E₂
 El valor calculado como óptimo para esta combinación es 12.41%.

3.8 Trabajo de rotura

TABLA 11

Valores de la respuesta trabajo de rotura

	A	B	C	D	E	A*B	A*C
Nivel 1	21.42	20.24	19.34	19.95	19.20	19.34	20.83
Nivel 2	18.63	19.82	20.71	20.10	20.86	20.71	19.22
Efecto princip.	<u>279</u>	42	137	15	<u>166</u>	137	<u>161</u>

Con gran diferencia con respecto a las demás, la variable más importante es la velocidad del cursor (A), seguida del estiraje (E) y de la interacción A x C. También tienen cierta importancia el mecanismo antibalón (C) y la interacción A x B.

Teniendo en cuenta que cuanto mayor es el trabajo de rotura es habitualmente mejor la calidad del hilado, la combinación óptima será en principio.

A₁, B₁, C₂, D₂, E₂

Con la particularidad de la muy escasa incidencia de las variables D y B.

La tabla de doble entrada de la interacción A x B.

	B ₁	B ₂
A ₁	2135	2149
A ₂	1914	1814

indica que las interacciones más favorables son A₁ B₁ y A₁ B₂, siendo la primera compatible con la combinación anterior, dada la ya señalada escasa influencia de la variable B.

	C ₁	C ₂
A ₁	2154	1714
A ₂	2130	2012

De la tabla correspondiente a la interacción A x C se deduce que las interacciones A₁, C₁, A₂, C₁ y A₂ C₂ son las más favorables. Por la mayor importancia de la variable A, parece conveniente mantener el nivel A₁, lo que obliga a modificar la combinación inicial sustituyéndola por la siguiente A₁, B₁, C₁, D₂, E₂

Por otra parte, conviene señalar, que considerando globalmente las condiciones operatorias óptimas, el nivel C₁ es mucho más frecuente que el C₂, por lo que la modificación de la combinación inicial se presenta como coherente. El valor máximo u óptimo del trabajo de rotura sería 2246 cN.cm.

3.9. Módulo

TABLA 12

Valores de la tabla de respuesta módulo

	A	B	C	D	E	A*B	A*C
Nivel 1	250.9	251.8	257.9	261.9	259.4	259.9	261.4
Nivel 2	269.4	268.5	262.3	258.3	260.8	260.3	258.8
Efecto princip.	18.5	16.7	4.4	3.6	1.4	0.4	2.6

El mayor módulo, sin que ello signifique mejor calidad de hilado corresponde a la combinación

A₂, B₂, C₂, D₁, E₂

siendo de destacar la gran influencia de las variables velocidad del cursor (A) y peso del cursor (B), así como la casi nula influencia de la variable estiraje (E).

Estos valores son coherentes con los seleccionados para la respuesta elongación, ya que de un mayor módulo cabe esperar una menor elongación. En ambos casos, las variables más influyentes son A y B, con niveles 1 para la elongación y 2 para el módulo. El valor máximo del módulo sería 282.5, en tanto que el valor mínimo del módulo correspondería a 237.9.

4. COMENTARIOS GLOBALES

La tabla 13 recoge la combinación óptima calculada para cada una de las variables del proceso de hilatura. En ella se han agrupado las respuestas o parámetros de regularidad y los de tracción.

Como puede observarse no se aprecia una combinación óptima común, por lo que se hace necesario tener en cuenta el nivel predominante en cada una de las variables estudiadas. No obstante debe señalarse que, excepto en lo referente al peso del cursor, las respuestas óptimas de relacionadas con la regularidad coinciden en el nivel de todas las demás variables.

A continuación se comenta por separado cada una de las variables de la operación de hilatura.

TABLA 13

Combinación óptima de las variables estudiadas

	velocidad cursor (A)	peso cursor (B)	anti-balón (C)	mudada (D)	estiraje (E)
Uster (%)	A ₁	B ₂	C ₁	D ₁	E ₂
Delgados	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	E ₂
Gruesos	A ₁	B ₂	C ₁	D ₁	E ₂
Neps	A ₂	B ₂	C ₁	D ₁	E ₂
Vellosidad	A ₁	B ₂	C ₁	D ₂	E ₂
Tenacidad	A ₁	B ₁	C ₂	D ₁	E ₂
Alargamiento	A ₁	B ₁	C ₂	D ₂	E ₂
Trabajo rotura	A ₁	B ₁	C ₁	D ₂	E ₂
NIVEL PREDOMINANTE	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	E ₂

4.1. Velocidad del cursor (A)

Existe coincidencia en que siempre es favorable la velocidad baja del cursor. Ello significa menor producción, pero la conclusión más importante que de ello se deriva consiste en que la regularidad del hilo resulta favorecida a medida que disminuye

la velocidad del cursor. Por otra parte, la menor velocidad del cursor significa que el hilo experimenta una menor acción abrasiva.

Por su parte, el hecho de que una velocidad baja del cursor conduzca a hilos más regulares ayuda a explicar que en estas circunstancias se produzcan hilos con mejores parámetros de tracción.

4.2. Peso del cursor (B)

Prescindiendo de la respuesta Uster, en cuyo caso la tabla de respuesta indica que los niveles 1 y 2 conducen prácticamente a los mismos resultados, un cursor más ligero conduce a mejores resultados excepto cuando se trata de las respuestas neps y vellosidad.

La utilización de un cursor pesado (B_2) a bajas velocidades significa una estabilización del balón, lo que puede traducirse en un efecto abrasivo más regular y, lógicamente, una menor formación de neps.

El aumento de la vellosidad cuando se utiliza un cursor ligero (B_1) no tiene una explicación lógica, y podría ser atribuida a interferencias que enmascaran la situación real.

Teniendo en cuenta que el nivel B_1 es mucho más frecuente que el nivel B_2 en la optimización de las respuestas separadas, a efectos de sistematización se ha considerado seleccionar el nivel B_1 como óptimo.

4.3. Antibalón (C)

Las mejores respuestas relacionadas con la regularidad significan el empleo de antibalón (C_1).

Sin embargo, los parámetros de tracción (tenacidad, elongación y trabajo de rotura) presentan mejores valores cuando se prescinde de este mecanismo. Por otra parte, la hilatura con antibalón puede favorecer la formación de polvo por abrasión del hilo sobre el aro. También puede favorecer la modificación de la estructura fina de la fibra, como

consecuencia de una acción térmica más intensa.

Habida cuenta de que las fibras de poliéster se caracterizan por sus excelentes parámetros de tracción, y que estos pueden ser adaptados a los procesos de hilatura o según las fibras con las que se mezclan, se ha estimado conveniente optar por el nivel C_1 , atendiendo a la mayor regularidad de los hilos que de ello se deriva.

4.4. Mudada

Excepto en el caso de la vellosidad, los mejores resultados corresponden a la mudada baja. No obstante hay que tener en cuenta que el valor Uster, la elongación y el trabajo de rotura presentan valores muy similares cualquiera que sea el nivel D considerado.

4.5. Estiraje total (E)

Los mejores valores corresponden al valor alto de estiraje. Ello debe interpretarse en el sentido de que los valores de estiraje no deben ser demasiado bajos.

De la discusión precedente se deriva que la combinación de las variables correspondiente a la optimización global del proceso en las condiciones experimentales propias de este estudio es la siguiente:

- A_1 velocidad del cursor baja
- B_1 cursor ligero
- C_1 uso de antibalón
- D_1 mejores resultados a mudada baja
- E_2 estiraje total alto

En cuyo caso los valores de las respuestas evaluadas son los indicados en la Tabla 14, en la cual figuran también los valores calculados en la optimización de cada respuesta por separado.

TABLA 14

Valores de las respuestas en las condiciones óptimas globales y separadas

	Globales	Separadas
Valor Uster (%)	9.1	9.1
Puntos delgados ($n^2/1000$ m)	0	0
Puntos gruesos ($n^2/1000$ m)	26	24
Neps ($n^2/1000$ m)	36	37
Tenacidad (cN/tex)	33.8	35.4
Elongación (%)	12.0	12.4
Trabajo de rotura (cN.cm)	2170	2246
Módulo (cN/tex)	243	238

5. CONCLUSIONES

De la discusión precedente, referida a la hilatura de anillos de una microfibrá de poliéster (0,9 dtex), puede concluirse que:

5.1. Las variables con mayor influencia en las características de los hilos evaluados son el estirado y la velocidad del cursor.

5.2. Conviene que la velocidad del cursor no sea demasiado alta, ya que en caso contrario se produciría, sobre todo, una disminución de la regularidad.

5.3. Teniendo en cuenta el tipo de hilo a fabricar no debe utilizarse un cursor demasiado pesado.

5.4. La utilización del aro antibalón es beneficiosa en cuanto a la regularidad pero no en cuanto a la resistencia del hilo. Por otra parte favorece la brasión y la formación de polvo.

5.5. La calidad del hilo empeora a medida que avanza la mudada.

5.6. Conviene no trabajar a estirajes totales demasiado bajos.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto MAT93-0419 financiado por la CICYT en el ámbito del Programa de Materiales. Los autores agradecen también a MITASA su colaboración en el desarrollo de este proyecto en la preparación de los sustratos objeto de estudio.

7. BIBLIOGRAFIA

1. L'Industrie Textile, Septiembre 1990.
2. Bowen; Textile World, Octubre 1991, p. 52.
3. Textile Month, Enero 1992, p. 23.
4. Parker; Textile Month, p. 33, Enero 1994.
5. Logothetis y Wynn, Quality Through Design, Clarendon Press, Oxford, (1989).

Trabajo presentado en: 1997.05.19.

Aceptado en: 1997.06.11.