

Tipos de encogimiento de los géneros de punto de lana y su medida

por el Dr. **H. J. Henning**
Deutsches Wollforschungsinstitut, Aachen

1. INTRODUCCION

Una de las exigencias más importantes que debe reunir un artículo textil es la de no sufrir cambios dimensionales inadmisibles. Un aumento irreversible en la longitud o anchura debido al uso, lavado, etc., sería tan desventajoso como una disminución irreversible de dichas dimensiones. Los géneros de punto se deforman con relativa facilidad, siendo ésta una de las razones de sus ventajas, pero por otro lado existe el riesgo de que, debido a su deformabilidad, pueden presentarse en el uso cambios dimensionales permanentes de importancia. Cuando se deseen fabricar productos con dimensiones estables y propiedades «fácil cuidado», es de suma importancia para el fabricante medir el posible encogimiento que pueda darse durante el uso del artículo y disponer de métodos de ensayo. El término «encogimiento» se emplea por lo general para referirnos a un aumento de dimensión (valor negativo del encogimiento). A continuación, voy a exponer los tipos más importantes de encogimiento de los géneros de punto y la medida de dichos encogimientos.

2. PARAMETROS GEOMETRICOS DE UN GENERO DE PUNTO

Aunque pudiera suponerse que resulta más difícil describir las dimensiones de un género de punto en razón a deformarse más fácilmente que un tejido plano, la realidad indica que no es así. Un tejido de punto puede caracterizarse por tan sólo unos pocos datos. Los parámetros correspondientes son de importancia por lo que respecta a las propiedades de encogimiento de un género de punto de lana y por ello me gustaría discutir ahora brevemente los referidos parámetros. En primer lugar, debe determinarse el tipo de estructura de un género de punto. Para simplificar la cuestión, discutiremos solamente los parámetros geométricos de un género de punto liso. Fueron estudiados detenidamente por D. L. Munden; los resultados obtenidos para tal tejido de punto liso son igualmente aplicables a cualesquiera otra estructura de punto importante.

Además del tipo de estructura, deben tenerse en cuenta el número c de pasadas por unidad de longitud y el número w de columnas por unidad de longitud. Es muy importante considerar estos dos parámetros siempre juntos, ya que uno por sí solo por ejemplo, el número de pasadas por cm., puede verse fuertemente influenciado por una deformación eventual del género de punto. En consecuencia, es necesario tratar con la suma ($c + w$) o, preferiblemente, con la densidad de malla S , es decir el número de bucles por unidad de área que se calcula así:

$$S = c \cdot w \quad (1)$$

* Conferencia pronunciada en el Salón de Actos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Tarrasa, el día 13 de mayo de 1969.

El número de pasadas y columnas puede determinarse especialmente en el caso de que se disponga un tejido de punto acabado. Para la producción de un género de punto, la longitud l de un solo bucle es este parámetro, lo que resulta de suma importancia para la construcción del tejido de punto. La Figura 1 muestra esquemáticamente un género de punto liso así como un solo bucle, cuya longitud viene indicada por una línea de puntos. La importancia crucial de la

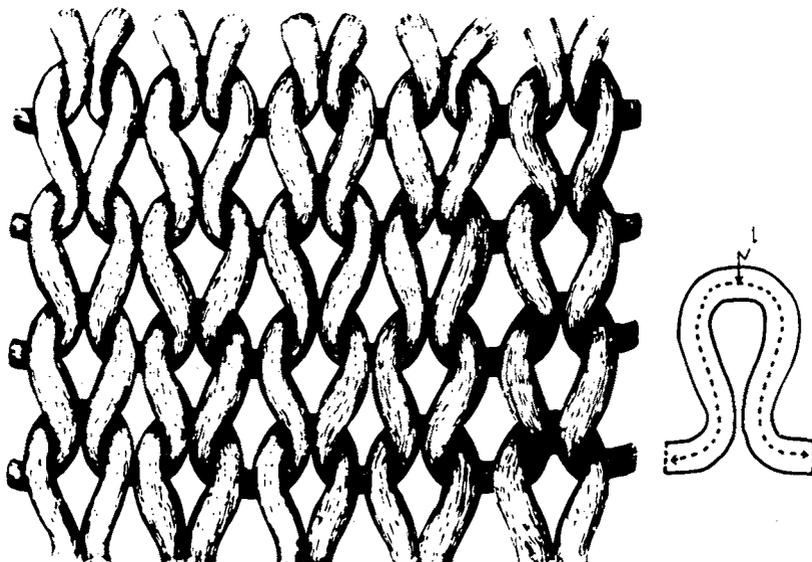


Fig. 1

longitud de malla l reside en el hecho de que este parámetro, al cambiar las dimensiones de un género de punto, permanece constante o casi constante y que además, bajo las mismas condiciones, las dimensiones de un artículo de punto son determinadas por la longitud de malla. Por tanto, las dimensiones de los géneros de punto pueden controlarse mediante la longitud de malla. D. L. Munden ha demostrado que existen relaciones lineales simples y básicas entre la longitud de malla y el número de pasadas o columnas por unidad de longitud, es decir,

$$C = k_c/l; w = k_w/l; S = k_s/l^2; c/w = k_c/k_w \quad (2)$$

k_c , k_w , k_s y k_c/k_w son constantes no dimensionales. El número de pasadas y columnas por unidad de longitud es, por tanto, inversamente proporcional a la longitud de malla, y la densidad de malla es inversamente proporcional al cuadrado de la longitud de malla; la relación del número de pasadas al número de columnas es constante.

Como resultado de esto, D. L. Munden ha hallado los siguientes valores de constantes para un género de punto liso, almacenado sin tensión a temperatura ambiente:

$$k_c = 5.0; k_w = 3.8; k_s = 19.0; k_c/k_w = 1.3$$

Para algunas otras estructuras existen los correspondientes valores empíricos. Aparte de las dimensiones, debe considerarse igualmente el grado de densidad con que debe tejerse un artículo. Para la descripción de la tupidez de los géneros de punto, F. T. Peirce relacionó el área cubierta por el hilo en un bucle con res-

pecto al área total de un bucle. Se conoce esta relación como «factor de cobertura» y puede determinarse utilizando pasadas y columnas por unidad de longitud y finura del hilo o bien mediante la longitud de malla y finura del hilo ($N =$ Sistema indirecto, $T =$ Sistema directo). La finura del hilo se emplea en lugar del diámetro del hilo originalmente aplicado. El factor cobertura viene dado por las siguientes ecuaciones:

$$K = \frac{r + c}{\sqrt{N}}; \quad K = (r + c) \cdot \sqrt{T}$$

$$C = \frac{1}{1 \sqrt{n}}; \quad 1 = \frac{\sqrt{T}}{1}$$
(3)

Debido a las ecuaciones (2), K y C están íntimamente ligados. Sus valores dependen de las unidades utilizadas. La Figura 2 muestra un ejemplo de la relación de C y K , a la vista de algunos resultados de ensayos.

$C_e = 1,0$ o $K_m = 3,6$ representa un tejido de punto muy flojo
 $C_e = 1,4$ o $K_m = 5,1$ representa un tejido de punto muy tupido,

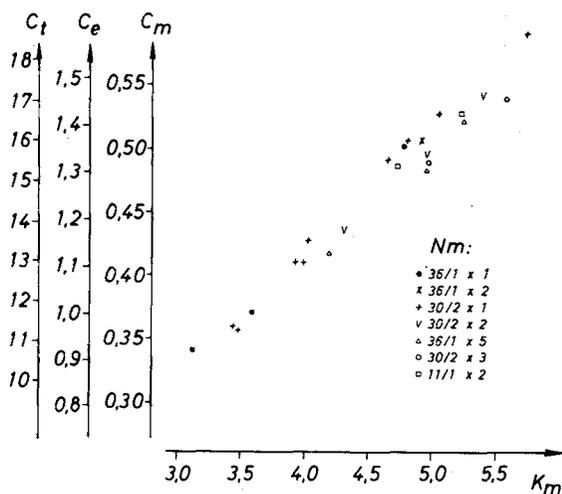


Fig. 2

3. ENCOGIMIENTO POR RELAJACION

3.1. Relajación en seco

Si a un tejido se le ponen señales para su medición, inmediatamente después de producido, se podrá efectuar un ensayo sobre las dimensiones del tejido y si a continuación se le almacena libremente, sin torsión alguna y atmósfera standard, hallaremos que las dimensiones de dicho tejido varían durante su almacenamiento, rápidamente al principio y, seguidamente más despacio hasta alcanzar su estado final. Los cambios dimensionales tienen lugar por deformaciones causadas por tensiones durante la tejeduría y en el telar. Este proceso es el llamado «relajación en seco»; en él, el tejido alcanzará su estado de relajación en seco.

Con objeto de poder medir las dimensiones reproducibles de los géneros de punto, debería comenzarse a partir de un estado inicial definido, el cual generalmente se ha considerado como el de relajación en seco. Al ensayar el comportamiento del encogimiento de un género de punto, lo primero que debe hacerse tras la preparación de probetas y fijación de señales para medir, es dar un ligero secado previo a las muestras —si se estimase necesario— y seguidamente ponerlas sobre una superficie suave donde deberán permanecer sin tensión y en atmósfera standard, a fin de lograr su estado de relajación en seco. Después de este proceso, las distancias de las marcas pueden medirse. El número de pasadas y columnas por unidad de longitud, la longitud de malla así como la finura del hilo pueden determinarse y mediante estos valores; las constantes k_c , k_w , k_s y k_c/k_w pueden del mismo modo calcularse. Los valores numéricos de estas constantes que normalmente se encontrarán para un tejido de punto liso relajado en seco se mencionaron ya anteriormente.

Un simple ensayo, muy informativo, es la determinación de la razón $c/w = k_c/k_w$ del número c de pasadas con respecto al número de w de columnas por unidad de longitud. Si hubiera una desviación significativa entre el valor hallado de esta relación —es aproximadamente $k_c/k_w = 1,3$ para tejidos de punto lisos y $1,6$ para 1×1 para tejidos de punto acanalados— significaría ello que el material ensayado no se encuentra en su estado «natural» sino deformado y durante su uso llevará a cambios dimensionales perjudiciales.

3.2. Relajación en húmedo

Si las distancias de las señales se determinan en una probeta en estado relajado en seco y, seguidamente, dicha probeta es sometida a un tratamiento húmedo con intervención de una ligera acción mecánica, se enjuaga y acondiciona en atmósfera standard, midiéndose finalmente las distancias entre marcas, podrá comprobarse que los cambios dimensionales han sido causados por el tratamiento húmedo. Esto quiere decir que el tratamiento húmedo da lugar a un encogimiento por relajación. Si el tiempo del tratamiento en húmedo se eleva a 1 hora, por lo menos, las dimensiones halladas tras el tratamiento húmedo son independientes del tiempo del tratamiento húmedo. En consecuencia, a través del mencionado tratamiento húmedo se logra un nuevo estado bien definido del tejido de punto. El tejido de punto es llevado a un estado de relajación en húmedo mediante el proceso de relajación en húmedo y mediante el encogimiento por relajación por él producido.

En la mayoría de los casos, las dimensiones de un tejido de punto disminuirán cuando se convierta de su estado relajado en seco a húmedo, lo que significa que el encogimiento por relajación muestra normalmente valores positivos. Esto se aplica especialmente a un tejido de punto recién fabricado que al ser mojado por primera vez, especialmente durante la relajación en húmedo, ocupa siempre un área menor; en la mayoría de los casos, suele presentarse una disminución de la longitud así como de la anchura. Las relaciones entre los números de pasadas y número de columnas por unidad de longitud, así como la densidad y longitud de malla, se aplican del mismo modo al estado relajado en húmedo. Tan sólo difieren los valores numéricos de las constantes del estado húmedo al seco. Las investigaciones realizadas mostraron que la longitud de malla l cambia normalmente sólo un poco durante el proceso de relajación en húmedo, lo que quiere decir que un acortamiento causado por relajación, especialmente un encogimiento positivo, lleva a un aumento de los valores numéricos de las constantes correspondientes a k_c o

k_w o k_s . En el caso de un tejido de punto liso se aplicarán los siguientes valores numéricos al estado de relajación en húmedo:

$$k_c = 5,3; k_w = 4,1; k_s = 21,7; k_c / k_w = 1,3$$

Suponiendo que la longitud de malla permanece constante, los valores del estado de relajación en húmedo y los valores citados relativos al estado de relajación en húmedo y los valores citados relativos al estado de relajación en seco pueden convertirse otra vez en los valores de encogimiento. De esto pueden obtenerse los siguientes valores para el encogimiento por relajación:

dirección de columnas: + 5,5 % encogimiento por relajación
dirección de pasadas: + 7,2 % encogimiento por relajación
encogimiento superficial por relajación: + 12,4 %.

Por tanto, tenemos que calcular con estos valores del encogimiento por relajación, en orden de magnitud, si un tejido de punto liso recientemente fabricado se deberá mojar por primera vez.

Tres son las posibles causas del encogimiento por relajación:

- a) el hilo alterará su longitud, debido a la eliminación de esfuerzos por la humectación;
- b) el tejido de punto en conjunto cambia asimismo sus dimensiones, ya que las deformaciones existentes se eliminarán por la humectación;
- c) la estructura del tejido de punto adopta un nuevo estado de equilibrio, por cuanto en el estado húmedo las relaciones de fuerzas y rozamiento son diferentes al del estado seco.

El cambio de longitud del hilo de punto citado en a) supondrá una alteración en la longitud de malla, l. Munden demostró que durante la relajación en húmedo y también durante el encogimiento por fieltado al que nos referiremos más adelante, los acortamientos medidos son de un orden de magnitud del 2 %. Un resultado semejante se obtuvo en unas pruebas inter-laboratorios llevadas a cabo recientemente por un grupo de trabajo del Comité Técnico del International Wool Textile Organisation.

La causa del encogimiento por relajación mencionada en b) sólo tiene importancia si el género tejido tiene altas tensiones anormales durante o después de su tejedura, tales deformaciones permanentes debidas a las altas tensiones pueden eliminarse durante la relajación en húmedo.

Sin embargo, tales tensiones no tienen lugar. Por tanto, la mayor parte del encogimiento por relajación en húmedo tiene lugar en tal forma que la estructura de los bucles —que tras su formación en el telar recibe durante la relajación en seco una primera forma estable— adopta por la humectación un nuevo estado de equilibrio. Volviendo a mirar la Figura 1, comprobarán que el hilo que originalmente era recto, se ha deformado considerablemente durante la tejedura haciendo una curva tridimensional acusada. El hilo tejido debe abandonar esta posición forzada, pero se ve dificultado por la unión de los bucles y fuerzas friccionales. Del equilibrio de estas fuerzas surge el estado relajado en seco. La humectación varía las tensiones del hilo forzado en un bucle así como las fuerzas friccionales entre los bucles. Esto lleva a una nueva forma de equilibrio de la estructura del bucle, que se mantendrá durante el secado posterior y aparecerá como encogimiento por relajación. Como consecuencia de lo dicho, cabe señalar que cuando tenga lugar un importante encogimiento por relajación, el origen de esta deficiencia no debe imputarse al hilo o al hilador sino más bien al tisaje del hilo. No digo esto porque durante algunos años haya trabajado en una hilatura de estambre y desee ponerme del lado de los hiladores, sino porque en realidad las investigaciones efectuadas permiten indicar que el encogimiento del hilo mencionado en a) no es causante de un encogimiento en tan alto grado.

3.3. Medición del encogimiento de la relajación en húmedo

Al igual que sucede con todos los ensayos, la medición del encogimiento exige igualmente el uso de unas probetas adecuadas. Como tales pueden utilizarse artículos confeccionados a seleccionar de entre una partida de por ejemplo, jerseys o calcetines y que se ajusten a unas reglas estadísticas, o bien se cortarán probetas del tamaño adecuado de un género tejido en forma continua o de artículos de mayor tamaño. Esto deberá realizarse en cualquier caso en doble capa, y antes de cortar, los bordes de las probetas deberán fijarse mediante una costura hecha con un hilo inencogible, como hilo de poliéster. La doble capa evita el arrollado de los bordes de las probetas, que complicaría o imposibilitaría la determinación de las dimensiones de la probeta.

El tamaño de la probeta no es importante; sin embargo, la precisión de la medición es sólo baja cuando se utilizan probetas relativamente pequeñas, y por otro lado se hará uso de mucho material para medir probetas relativamente grandes. Por tanto, un tamaño de 25×25 cm. se recomienda como el mejor a utilizar. Las especificaciones 7 y 8 del International Wool Secretariat prescriben que el tamaño de la probeta sea de 30 cm. de ancho por 40 cm. de largo.

Como se muestra en la Figura 3 sobre una de las capas de la probeta se harán 9 señales de medición —3 distancias para cada dirección— en forma de cuadrado. Las señales de medición deberán hacerse a una distancia de 2,5 cm. desde los bordes, o si se tratase de prendas enteras, a un mínimo de 5 cm. de las costuras. Las señales se preparan o bien cosiendo pequeñas cruces en la capa superior de la probeta o utilizando tinta adecuada, en cuyo caso debe igualmente emplearse una plantilla.

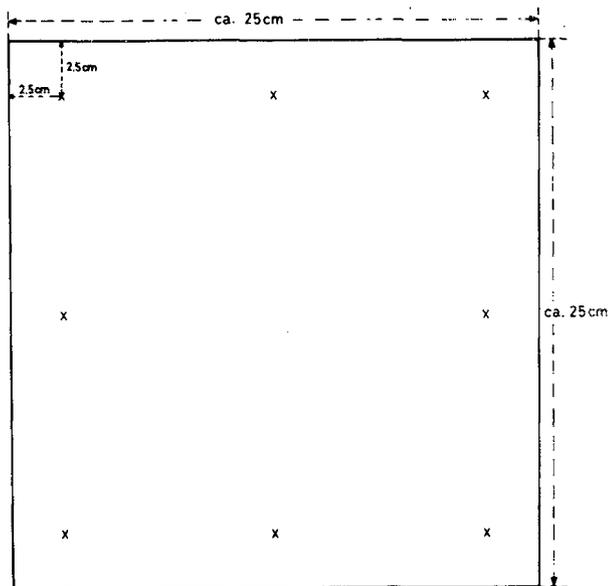


Fig. 3

Quisiera ahora discutir brevemente el caso del hilo que, no habiendo aún sido tejido, debe ensayarse. Si sólo hubiera de ensayarse el encogimiento del hilo, podría realizarse sobre longitudes cortas de hilo. Sobre éstas se fijarán siempre

dos señales de medición, midiéndose sus distancias, a atmósfera standard antes y después de la relajación en húmedo, bajo tensiones definidas. El Apéndice I de la Especificación 7B, IWS, prescribe una tensión de $(4 + 0,2.t)$ p para un hilo con una finura de t tex; si además del encogimiento por relajación debiera ensayarse el comportamiento al fieltado, podría éste llevarse a cabo sobre pedazos de hilo; sin embargo, resulta más útil tejer probetas del hilo antes del ensayo y efectuar éste con probetas tejidas. Esto tiene, al propio tiempo, la ventaja de que, el hilo se ensayará en la misma forma en que más tarde se usará en la práctica. Un importante punto debe tenerse en cuenta: El encogimiento de las probetas tejidas, preparadas con cierto hilo, depende del tipo de estructura y, sobre todo, de la tupidez. Por tanto, sólo se obtendrán resultados válidos y comparables del encogimiento si se ensayan probetas con una estructura especificada y con una tupidez de tejedura exactamente especificada. Todas las especificaciones correspondientes prescriben que deberán prepararse probetas del hilo a ensayarse con una estructura lisa y un factor de cubrición definido; con objeto de lograr una especificación clara debe indicarse también que el factor de cubrición se refiere al género tejido con relajación en húmedo. Lo más corriente es que la probeta que se va a tejer tenga una tupidez relativamente baja según un factor de cobertura de $K_m = 4,0$ si se usara el número de pasadas y columnas por cm. y el número geométrico, o $C_m = 0,41$ si se determinan la longitud de malla en cm. y el número métrico o $C_v = 1,11$ si se emplease la longitud de malla y el número de estambre. Para evitar equívocos, desearía indicar explícitamente que el valor del factor de cobertura se prescribe solamente a efectos de ensayos y nunca para la producción de artículos. Si las probetas se hubieran preparado de la manera descrita, el procedimiento posterior de ensayo será el mismo para todas las clases de probetas, independientemente de si proceden de un hilo, de una longitud continua de género tejido o de un artículo acabado. Finalmente y tras un breve presecado a 50°C. , se asimilarán a temperatura standard durante, como mínimo, 24 horas. A continuación, se determinarán las distancias de las señales de medición. Correspondiendo al cuadro de medición mostrada antes, se obtendrán 3 valores de ensayo en la dirección de las pasadas y columnas.

A continuación de la medida de las distancias de las señales de medición en el estado relajado en seco, debe llevarse a cabo la relajación. Para este proceso, las probetas deben someterse a un tratamiento húmedo, tras éste, se efectúa un enjuague y, entonces, deberá quitarse la mayor parte del baño, usando papel de filtro o mediante centrifugado; más tarde las probetas se secan a temperatura ambiente sobre una superficie lisa, que garantizará una libre movilidad de las probetas; finalmente, se seca a 50°C. durante 1 hora y se reacondiciona en atmósfera standard. Las probetas se encuentran ahora en estado relajado en húmedo y, nuevamente, se deberán determinar las distancias de las señales de medición.

Por lo general, es frecuente referir el encogimiento por relajación R al estado inicial y calcularlo según la fórmula:

$$R = \frac{d_b - d_a}{d_b} \cdot 100 \% \quad (4)$$

donde d_b representa la dimensión (longitud o área) antes de la relajación en húmedo y d_a la misma dimensión después de la relajación en húmedo. Si la longitud malla l estuviese ya determinada y si se conociese el número c de pasadas así como el número w de columnas por cm., entonces, podrán determinarse las constantes $k_s = c \cdot w \cdot l^2$ (véase fórmula [1]). Para artículos lisos un valor de aproximadamente 21.7 puede esperarse para k_s en el estado de relajación en húmedo. Si se

obtuviese un valor apreciablemente mayor — $k_s = 25$ aproximadamente— puede suponerse que no ha tenido lugar un tratamiento de relajación sino también fieltado. Para otras clases de estructuras de tejidos se dispone de distintos valores empíricos para k_s , pero en principio puede usarse el calor k_s en estos casos, al objeto de distinguirlos entre el encogimiento por relajación y encogimiento por fieltado.

El tratamiento en húmedo a aplicar para la relajación debe ser definido exactamente. Habrán de tenerse la cuenta: la composición, el valor pH y temperatura del baño de lavado, tiempo de tratamiento y acción mecánica sobre las probetas.

Puesto que la relajación en húmedo depende del tiempo, el tiempo del tratamiento de relajación no deberá ser demasiado corto; no obstante, 1 hora será suficiente. La composición del baño usado para relajación tiene sólo una pequeña influencia sobre el encogimiento por relajación efectuada; sin embargo, y puesto que la relajación es la fase preliminar del tratamiento posterior de lavado, será mejor tomar la misma composición para el baño de relajación que para el baño de lavado. Al llegar aquí deberá considerarse otro punto importante. El baño de relajación no sólo relaja las probetas sino que también altera, posiblemente, su valor pH; al mismo tiempo, hace que las probetas lleguen al valor pH, con el que seguidamente se lavarán para el ensayo de encogimiento por fieltado. En consecuencia, el baño de relajación ha de ser tamponado y es frecuente, por lo general, utilizar una solución de fosfato con un valor pH de 7. Lo que se dijo sobre la composición del baño de relajación, es igualmente válido para la temperatura de relajación, lo que equivale a decir que dicha temperatura deberá ser igual a la última temperatura del lavado y, por tanto, deberá ser de 35 a 45°C. La influencia de la temperatura de relajación es pequeña. Cuando se aumenta la temperatura de relajación en 10°C, el encogimiento superficial por relajación de los géneros lisos aumentará aproximadamente 1,2 % (absoluto), como demostró Baird.

No queda clara la cuestión de hasta qué punto las probetas para relajación, además del tratamiento en húmedo, recibirán algún tratamiento mecánico. Aparte del encogimiento por relajación mencionado anteriormente, los géneros poseen aún, un encogimiento más o menos diferido (encogimiento de consolidación), que sólo se presentará si se aplicase un tratamiento mecánico. Por tanto, si las probetas se moviesen durante la relajación y quedaran por ello sometidas a la acción de fuerzas externas, es decir, a la relajación dinámica, puede esperarse hallar mayores valores de encogimiento que si la relajación fuese llevada a cabo sin acción mecánica. Con objeto de aportar algo al problema de la influencia de la acción mecánica sobre los valores de encogimiento por relajación, un grupo de trabajo del Comité Técnico del I.W.T.O. efectuó unas pruebas interlaboratorio. Algunos géneros de punto fueron relajados, al objeto de poderlos comparar entre sí, del siguiente modo:

- a) tanto como se pudo sin acción mecánica alguna (relajación estática),
- b) con suave agitación a mano, como fue sugerido por el Instituto de Investigación Textil de la Lana, de Sudáfrica,
- c) con tratamiento mecánico adicional durante 1 ó 5 minutos en un aparato Cubex,
- d) con agitación mecánica adicional de 1 ó 5 minutos en una lavadora de bombo giratorio, bajo condiciones normalizadas.

Los resultados obtenidos mostraron una buena concordancia entre los distintos laboratorios, los valores medios de los laboratorios colaboradores se mues-

tran en la Fig. 4 y están marcados por puntos. Muestran sorprendentemente una influencia relativamente pequeña de la acción mecánica adicional durante la relajación, por ello, una agitación mecánica de 5 minutos debe considerarse como demasiado prolongada —especialmente en el caso de la lavadora de bombo giratorio— ya que tal período provoca algún encogimiento por fieltro. Estas pruebas se repetirán ahora con material difícil de relajarse. Si se obtuviese un resultado similar, podría inferirse una norma. Quizá resultara útil normalizar una agitación suave a mano como tratamiento de relajación, ya que en este caso no se necesitaría una máquina especial para la relajación.

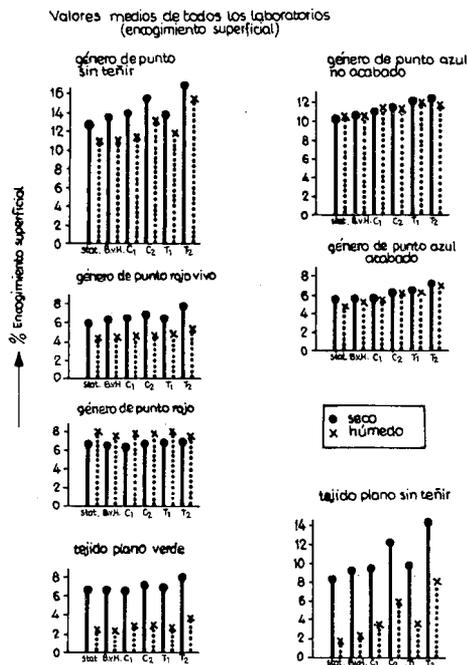


Fig. 4

La Fig. 4 ofrece otro resultado interesante. En las pruebas antes mencionadas, las dimensiones de las probetas relajadas se han medido no solamente después del acondicionado a atmósfera normal, sino que las distancias de las señales de medición fueron igualmente determinadas sobre las probetas en estado húmedo. Aquí, las probetas serán colocadas sobre una bandeja lisa, que contenga tanto líquido de relajación de modo que alcance 0,5 cm de altura por encima de la probeta. Las distancias de las señales de medición se determinarán entonces con una regla sobre la probeta sumergida, que ha de permanecer plana y sin tensión. Comparado con el método de medición en atmósfera normal, el procedimiento de medida en estado húmedo es mucho más rápido, ya que en este último se acorta el tiempo de secado y acondicionamiento a una temperatura normal.

Los valores del encogimiento por relajación obtenidos a partir de las distancias de las señales de medición de las probetas relajadas en seco y en húmedo en estado húmedo son marcados mediante cruces en la Fig. 4. En los tejidos planos se podrán apreciar grandes diferencias entre los valores en seco y húmedo del encogimiento por relajación, mientras que en los géneros de punto dichos valores se corresponden relativamente bien. Por tanto, y al menos para controles de ru-

tina, puede admitirse el medir las distancias de las señales de medición sobre las probetas húmedas para simplificar y acelerar la determinación del encogimiento por relajación.

4. ENCOGIMIENTO POR FIELTRADO

4.1. Generalidades

La propiedad de sufrir un encogimiento por relajación no se presenta sólo en los géneros de punto de lana, ya que, sin perjuicio de la fibra con que esté hecho, cualquier tejido de punto encogerá, supuesto que haya sido sometido a un tratamiento de relajación. Esto es fácilmente comprensible si se consideran las causas del origen del encogimiento por relajación, que no son solamente válidas para la lana.

Muy distinto puede ser el encogimiento que un artículo de lana puede lograr, además del encogimiento por relajación si fuera lavado después de la relajación. Un artículo que no sea de lana, tras la relajación, mostrará como mucho durante el lavado un encogimiento por relajación diferido (encogimiento de consolidación), que eventualmente puede presentarse de modo ligero durante el lavado de un tejido de lana. Pero éste continuará encogiéndose durante el lavado por fieltrado, propiedad que sólo poseen los artículos de lana o de otras fibras animales. Por tanto, en un tejido de punto de lana que consiste total o parcialmente de lana, el encogimiento por fieltrado deberá ensayarse aparte del encogimiento por relajación.

La propiedad de fieltrado de la lana, con todas sus ventajas e inconvenientes, es tan bien conocida que no es necesario que entremos ahora en detalles. Tampoco será éste el momento más oportuno para referirnos a las distintas teorías del fieltrado, ya que igualmente son del dominio de los técnicos. En este sentido, bastará que hagamos solamente mención al hecho de que la lana se fieltrará siempre, con tal de que se encuentre en un medio acuoso y que, además se halle sometida a la acción de fuerzas mecánicas que cambien permanentemente su magnitud y dirección. Los requisitos para que tenga lugar el fieltrado se obtienen cuando el artículo de lana se lava. De aquí, la necesidad de producir géneros de punto de lana con un tratamiento inencogible para determinados usos. Es ésta una exigencia que ha surgido durante los últimos años y, que aumenta incesantemente debido a la aparición en el mercado de los artículos «easy-care». Del mismo modo, ha aumentado la importancia prestada al ensayo del comportamiento del fieltrado de los artículos de lana así como la normalización de los correspondientes métodos de ensayos.

No es aquí el momento de discutir todos estos puntos y nos limitaremos simplemente a hablar del ensayo del encogimiento por fieltrado.

4.2. Medición del encogimiento por fieltrado

En principio, el ensayo del encogimiento por fieltrado se realiza de tal manera que las probetas relajadas en húmedo sean sometidas a la acción fieltrante mediante un tratamiento de lavado y de que las distancias de las señales de medición sean determinadas después de la relajación en húmedo y del tratamiento de lavado. Si d_n es el valor de una dimensión (longitud o área) tras relajación en húmedo y d_{nt} su valor tras el tratamiento de lavado, el encogimiento por fieltrado podrá entonces calcularse mediante:

$$FS = \frac{d_u - d_{af}}{d_a} \cdot 100 \% \quad (5)$$

Las distancias de las señales de medición pueden determinarse de forma análoga a como lo fueron en el caso del encogimiento por relajación, bien tras el acondicionado de las probetas en atmósfera standard normal o en las probetas en húmedo. Investigaciones comparativas mostraron que ambos métodos dan valores de ensayo próximo entre sí. La Fig. 5 muestra algunos de estos resultados

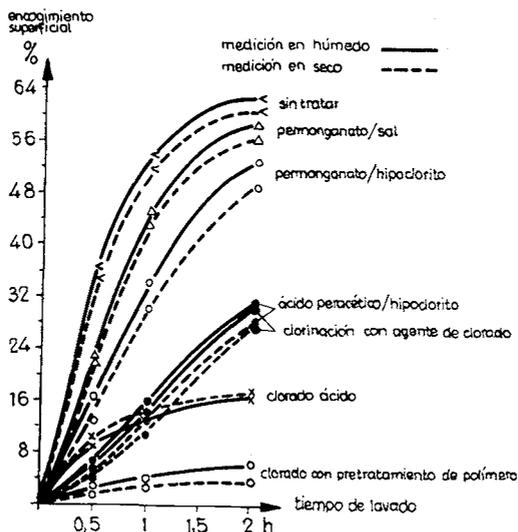


Fig 5

para un artículo de punto sin tratar y para algunos géneros de punto a los que se les haya dado algún tratamiento inencogible. El encogimiento superficial está tomado en función del tiempo de lavado. Las curvas continuas muestran la medida de las probetas húmedas, en tanto que las curvas de trazos muestran la medida de las secas. Las dos curvas que se corresponden se desplazan siempre muy próximas, lo que significa que no tiene importancia para los valores de encogimiento por fieltado de los géneros de punto si se determinan sobre probetas secas o húmedas. La duración del tiempo para ensayar el encogimiento por fieltado será considerablemente menor si las distancias de las señales de medición se determinaran con las probetas húmedas. Por esta razón, es lamentable que algunas normas para ensayar el encogimiento por fieltado prescriban que las probetas lavadas deban secarse y acondicionarse a atmósfera normal para su medida.

La conveniencia de medir las probetas húmedas surge espccialmente si el encogimiento por fieltado se hubiese de medir para distintas duraciones de lavado. En nuestra opinión, el encogimiento por fieltado no deberá determinarse para un solo tiempo de lavado, sino que más bien debiera hallarse la curva que ligue la dependencia del encogimiento por fieltado con el tiempo de lavado. Otros tejidos de punto y los tejidos especiales con acabado inencogible acabados según distintos procesos pueden mostrar curvas de encogimiento muy diferentes. En la Fig. 6 se presentan, esquemáticamente, tres de dichas curvas. La curva *a* representa un material sin tratar, la curva *b* representa un tratamiento antifieltrante, cuyo efecto disminuirá considerablemente tras un período de inducción. La curva *c* representa, por último, un tejido de punto bien acabado que, al principio, tenía

un definido encogimiento de consolidación; esto puede leerse en la parte extrapolada posterior de la curva c. En estas circunstancias, puede recomendarse seriamente determinar el encogimiento por fieltado para distintos tiempos de lavado y dibujar la curva del encogimiento y al hacerlo así deberán medirse las distancias de las señales de medición en las probetas húmedas por razones de simplicidad y ahorro de tiempo.

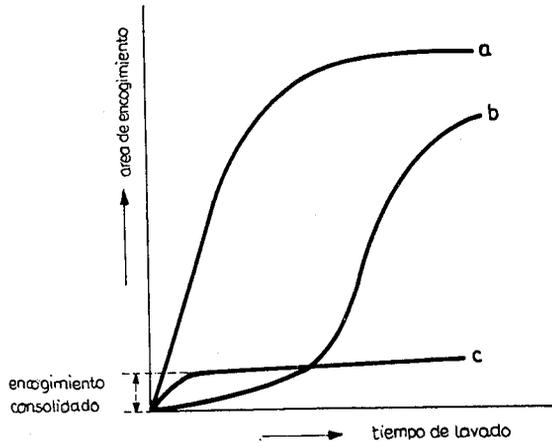


Fig. 6

En relación con la preparación de probetas de hilo, se ha señalado lo importante que resulta la influencia de la tupidez sobre el encogimiento por fieltado. La Fig. 7 presenta los resultados de Baird. Con un hilo Nm 27/2 se hicieron unas

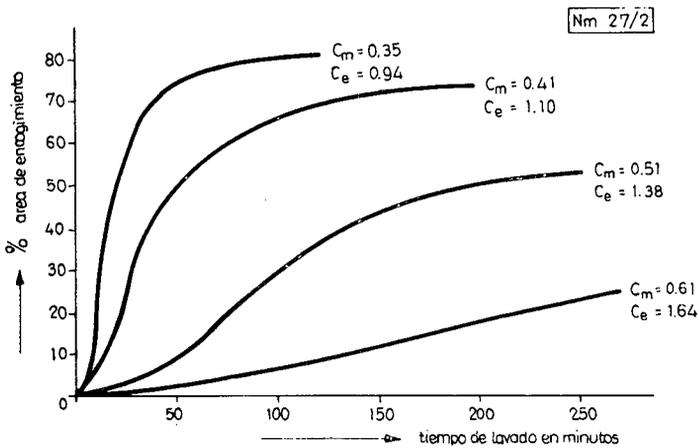


Fig. 7

probetas con distintos factores de cobertura, determinándose de las mismas las curvas del encogimiento por fieltado mediante lavado en una lavadora con agitador. Muestran la gran influencia de la tupidez, de forma muy clara. Después de 100 minutos de tiempo de lavado, el artículo de punto tejido con un factor de cobertura $C_m = 0,61$, muestra un encogimiento por fieltado del 6 %, aproximadamente. Otros factores de los que el encogimiento por fieltado depende en gran extremo son la temperatura del tratamiento de lavado, el tipo de baño y la inten-

sidad de la acción mecánica sobre las probetas causada por el tratamiento de lavado. La foto muestra los valores del encogimiento por fieltro hallados lavando en una lavadora de bombo giratoria, durante 120 minutos, fabricada por Valk y El-Rayyes, de acuerdo con las Instrucciones de la Norma DIN 54321. Se compararon tres líquidos de lavado distintos: agua destilada, una solución de 0,5 g/l de detergente iónico y una solución de 0,5 g/l de detergente no-iónico. El recorrido de temperatura estudiado va de 20 a 90°C. Fueron ensayados géneros de punto no tratados y tratados inecogibles por tres procedimientos distintos; todas las probetas se hicieron a partir de un mismo hilo.

En principio, la influencia de la temperatura durante el tratamiento de lavado sobre los valores del encogimiento por fieltro deberá considerarse como aparece en la Fig. 8. Si se hubiese utilizado agua destilada o una solución del detergente iónico ensayado como medio de lavado, el encogimiento por fieltro muestra su máximo en la zona de 40 a 60°C. El detergente no iónico ensayado, cuya capacidad espumante disminuyó al aumentar la temperatura, mostró un aumento constante del encogimiento por fieltro cuando subió la temperatura. Por tanto, podemos darnos cuenta de que existe una dependencia distinta del encogimiento por fieltro sobre la temperatura del baño de lavado, lo que significa que la temperatura para ensayar el encogimiento por fieltro debe definirse de modo exacto. Aparte de esto, la máquina con la que se realice el tratamiento de acabado deberá estar provista del equipo adecuado para mantener la temperatura constante. En relación con el ensayo del comportamiento del fieltro, parece aconsejable utilizar una temperatura de 40°C; ya que un valor mayor podrá llevar en parte, a valores más altos del encogimiento por fieltro y a un ensayo más severo; sin embargo, esto no correspondería a la práctica, ya que los artículos de punto de lana no se lavan normalmente a una temperatura mayor de 40°C. Si se considera en la Fig. 8 la dependencia del encogimiento por fieltro, en la lava-

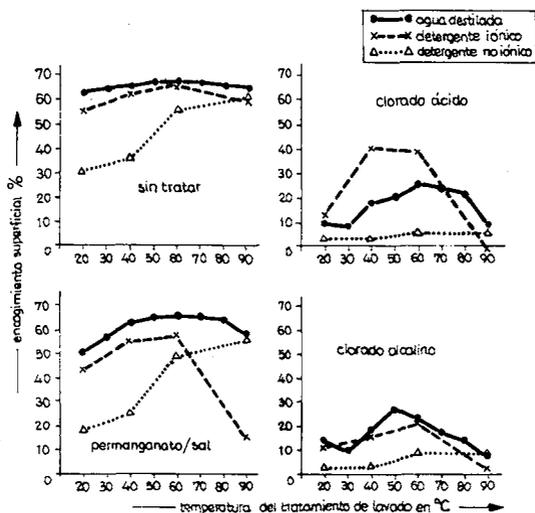


Fig. 8

dora de tambor giratorio, sobre el tipo de baño para una temperatura de 40°C nos daremos cuenta de que, salvo en un solo caso, el mayor encogimiento se obtendrá con agua destilada. Este resultado puede parecer sorprendente al principio; sin embargo, se ha confirmado ya en alguna ocasión y puede explicarse por el hecho de que la adición de detergente lleva, normalmente, a la formación de

espuma. La capa de espuma frenará la caída de la colada en el tambor de la lavadora, por lo que la intensidad de la acción mecánica sobre las probetas tejidas se verá reducida y, de este modo, el encogimiento por fieltado. En la práctica es éste un resultado muy importante. De aquí, se infiere que para que tenga lugar el encogimiento por fieltado deberá tenerse en cuenta no sólo el tratamiento de lavado, sino también, por lo menos hasta el mismo extremo, los procesos de enjuague.

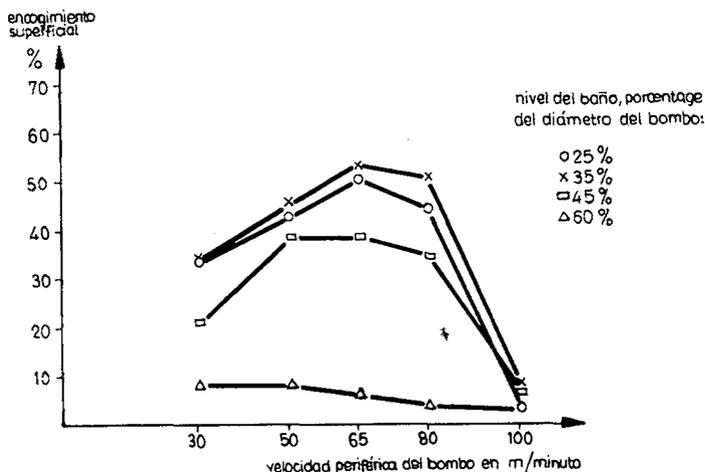


Fig. 9

Si en vez de una lavadora de bomo giratorio, se utiliza una máquina agitadora o impulsora, la adición de un detergente puede aumentar el encogimiento por fieltado, como probaron Feldtman y Mcphee. De aquí, que el tipo y concentración del detergente sean importantes.

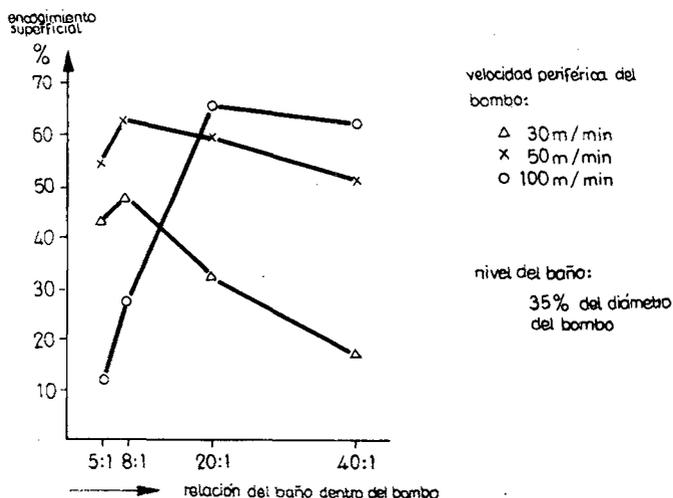


Fig. 10

De las investigaciones mencionadas, se deduce que en la práctica del ensayo del encogimiento por fieltado sería mejor utilizar agua destilada a modo de baño de lavado. Si se añadiese un detergente, demasiados factores se superpondrían y complicarían la evaluación del resultado de los ensayos. Sólo en el caso de que

en un país se utilizaran máquinas agitadoras o impulsoras, deberán efectuarse ensayos comparativos con agua destilada e igualmente con adición de detergente. Debe todavía señalarse que en ningún caso, el líquido de lavado puede alterar el valor pH de 7, al cual las probetas han sido sometidas durante la relajación, como se indicó anteriormente. El encogimiento por fieltro depende del valor pH del líquido y, por lo tanto, deberá efectuarse a pH 7.

Hasta un gran extremo, el encogimiento por fieltro depende del aparato de ensayo utilizado y de las condiciones del ensayo aplicadas. Se han adoptado dos tipos de aparatos de ensayo para llevar a cabo el tratamiento de lavado de las probetas, tales como la lavadora de bombo giratorio y el aparato Cubex. En el

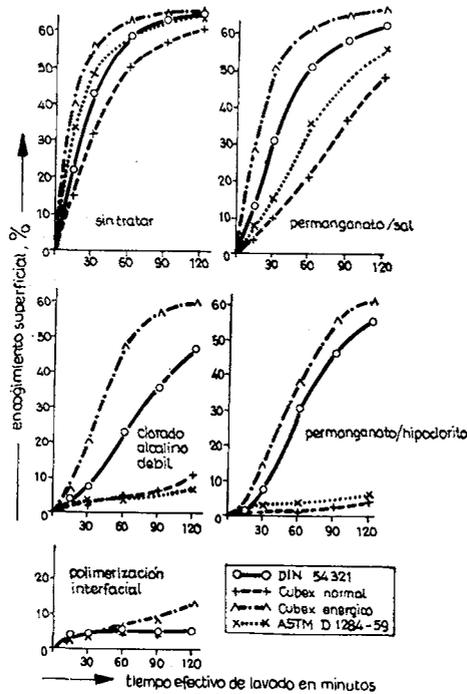


Fig. 11

primer caso, no es necesario adoptar cierto tipo de máquina de alguna marca concreta. Para obtener resultados comparables será suficiente, con tal de que la máquina lavadora de bombo giratorio con dimensiones y velocidad periférica corresponda a valores normalizados, tal y como se prescriben en la Norma alemana DIN 54321 o en la Norma americana ASTM D 1284-59. El ensayar con una lavadora de bombo giratorio tiene una gran ventaja porque corresponde mucho a las condiciones prácticas. Esto tiene poca validez en el caso del segundo tipo de aparato de ensayo. Es éste un aparato Cubex, donde un cubo gira alrededor de una diagonal esférica. Lo mismo da que los ensayos se realicen en un tipo u otro de aparato, ya que en ambos casos el resultado de los ensayos de encogimiento puede variar no poco por la alteración de las condiciones de ensayo, que influenciarán la intensidad de la acción mecánica sobre las probetas. Estas condiciones son en ambos casos, la velocidad periférica, la relación de baño dentro del bombo o dentro del cubo y el nivel del baño. La Fig. 9 muestra la influencia del nivel de baño y de la velocidad periférica de un bombo para un

tiempo de lavado de 120 minutos. Con una velocidad periférica muy alta, el encogimiento será pequeño, ya que las probetas quedarán entonces prensadas contra la pared del bombo debido a la fuerza centrífuga. Esto es un resultado muy valioso para la práctica, ya que indica que los géneros de punto de lana pueden centrifugarse sin temor a que tenga lugar el enfieltrado. La Fig. 10. demuestra hasta qué punto el encogimiento por fieltado puede verse influenciado por la relación de baño; se refiere otra vez a un tiempo de lavado de 120 minutos.

Resumiendo lo anterior, puede indicarse que los valores del encogimiento por fieltado obtenidos en el ensayo de fieltado dependen íntimamente de las condiciones de ensayo. Por otro lado, si se ensayase material con acabado inencogible, el proceso de acabado aplicado es de gran importancia. En la Fig. 11, se comparan entre sí varios procedimientos de ensayo de enfieltado normalizados. A la vista de esta figura, podrá notarse cómo en un material sin tratar, las curvas del encogimiento de los diferentes métodos se deslizan muy próximas unas a otras, en tanto que el ensayo normal con Cubex y en el de Cubex más riguroso o el ensayo correspondiente a la Norma DIN 54321 conducen a unas curvas fuertemente divergentes para material dosado en medio débilmente alcalino.

5. FINAL

Debido a la gran dependencia de los resultados del ensayo sobre las numerosas condiciones, debe considerarse cuidadosamente qué condiciones han de elegirse para ensayar el comportamiento del fieltado. De aquí, que deban tenerse presente las condiciones de la práctica. En especial se tendrán en cuenta el tipo de los géneros de punto, la intensidad esperada del tratamiento de lavado, el tipo de lavadora generalmente utilizado en cada país, el tiempo de lavado y el grado descado de inencogibilidad. Las condiciones para ensayar el encogimiento por relajación deberán, en cualquier caso, ajustarse a las condiciones de ensayo del encogimiento por fieltado. El encogimiento por relajación y el encogimiento por fieltado deberán determinarse siempre por separado. No deberán combinarse, sino evaluarse separadamente. Se originan por causas muy distintas y son muy diferentes en sus consecuencias prácticas. Un elevado encogimiento por relajación puede, por lo general, eliminarse, pero si hubiese también tenido lugar un elevado encogimiento por fieltado no podrá eliminarse tal deficiencia.

Por último, deberá indicarse que también se presentan alteraciones dimensionales en un género de punto si cambia la humedad relativa del aire circundante en el local donde se halle aquél almacenado. Este tipo de encogimiento es el conocido como expansión higroscópica sobre la que ha investigado Baird. Aquí no hemos podido entrar en detalles sobre este tema. De la misma forma, las variaciones relativamente altas mostradas por los resultados de los ensayos de encogimiento no podían discutirse en esta conferencia por falta de tiempo.