

Desarrollos y posibilidades de la tintura y acabado simultáneos de los tejidos, especialmente celulósicos

por el Dr. RUFO CRESPO (*)

RESUMEN

Teniendo en cuenta que la tendencia actual en la tintura y el acabado de los tejidos, especialmente celulósicos, es hacia procesos reactivos, cabe pensar de qué forma podrían lograrse ambos efectos en una sola reacción o al menos, en un solo proceso.

Estudia el autor las diferentes posibilidades y el estado en que se encuentran actualmente los trabajos dirigidos en cada una de las direcciones que conducen a la meta deseada; estas direcciones son, principalmente, utilización de compuestos coloreados bifuncionales, aplicación simultánea de productos de acabado y colorante reactivo (por ejemplo proceso Procion-Resina), empleo de un producto polifuncional capaz de reaccionar con la fibra y con colorante no reactivo y, finalmente, dotar a las fibras de una mayor reactividad.

RÉSUMÉ

Considérant le penchant actuel de la teinture et l'apprêt des tissus, spécialement des celluloseux, vers les procédés réactifs, il faut penser à la façon dont serait-il possible d'avoir les deux effets dans une seule réaction ou, au moins, dans un seul procès.

L'auteur étudie les différentes possibilités et l'état dont se trouvent aujourd'hui les travaux orientés vers chacune des directions qui amènent au but désiré; ces directions étant principalement, l'emploi de composés colorés bifonctionnels, application simultanée de produits d'apprêt et colorant réactif (par exemple, le procès Procion-Resina), emploi d'un produit polyfonctionnel capable de réagir avec la fibre et avec un colorant non-réactif, et enfin, de donner une meilleure réactivité aux fibres.

SUMMARY

Because the present trend in the dyeing and finishing of fabrics, particularly the cellulosic ones, is towards reactive processes, it is convenient to think of a method which enables to reach both effects in only one reaction or, at least, in only one process.

(*) Dr. Ciencias, Dr. Ing., Catedrático de Química Textil de la E. T. S. de Ingenieros Industriales de Tarrasa.

The different possibilities and the present situation of the research leading to the mentioned aims is studied by the author, who reviews the main ways employed: use of bi-functional coloured compounds, simultaneous application of finishing products and reactive dyes (i. e. Resin-Procion process), use of a polyfunctional product able to react with the fibre and a non-reactive dye and, finally, imparting to the fibres a higher reactivity.

I. INTRODUCCION.

Examinando la evolución de los procesos de tintura y acabado de los tejidos, especialmente celulósicos, en los últimos 10 años, aparece claramente que la idea fundamental que ha determinado la transformación de tales procesos, ha sido la utilización cada vez más intensa de la capacidad de reacción de las fibras y de los productos que han de comunicar color o unas determinadas propiedades físicas, y especialmente elásticas, a los tejidos.

Siendo evidente que la tintura y acabado simultáneos de los tejidos de algodón han de ser procesos reactivos, parece lógico hacer una breve referencia a la tintura reactiva y a los procesos de acabado en los que tiene lugar una reacción química con la celulosa.

La tintura y estampación con colorantes reactivos está perfectamente establecida. La dificultad que supone la escasa reactividad de la celulosa, debida fundamentalmente a su estructura física, ha sido vencida dotando a los colorantes de una gran reactividad. El cloro o cloros unidos a un anillo de triazina simétrica, la reactividad de uno de los cloros de un anillo tricoloropirimidínico, el grupo vinilo activado por un grupo sulfona, sulfonamida o carbonilo, han sido los métodos utilizados (y otros se encuentran en fase experimental y otros más, sin duda, se deben estar estudiando) para comunicar a la molécula coloreada una reactividad suficiente para su unión química con la fibra. Bien conocida es la enorme ventaja que en los colorantes reactivos ha supuesto el no tener que crear complejas estructuras para lograr una afinidad colorante-fibra suficiente para la fijación del colorante, al estar la afinidad sustituida, y superada, por la reactividad.

El enlace químico entre colorante y fibra, en lugar de la retención del colorante por sorción, parecía resolver, de una vez para siempre, los problemas de solidez, especialmente solidez al lavado u otros tratamientos en húmedo, debido a que el color de la fibra teñida es una característica de la misma molécula fibrosa. Desgraciadamente esto no es así, ya que la celulosa teñida con un colorante reactivo, se puede hidrolizar, más o menos fácilmente, quedando separados el resto-colorante y el resto-fibra. Sin embargo, hay que decir que la tintura reactiva del algodón proporciona solidez, si no perfectas, por lo menos muy buenas.

Considerando brevemente la evolución de los procesos de acabado textil, especialmente de los tejidos de algodón, se observa una similitud con la de los procesos de tintura. El primer método industrial para comunicar resistencia al arrugado a los tejidos celulósicos (algodón y especialmente rayón), desarrollado por Foulds, Marsh y Wood en la Tootal Broadhurst Lee Comp., consistía en rellenar los espacios que la molécula fibrosa dejaba vacíos, del producto de condensación urea-formol o melamina-formol, de modo que las propiedades de la fibra no tratada y tratada podían compararse, en cuanto a su comportamiento físico, según Marsh 1), a una manguera vacía y llena de agua, flácida y deformable en el primer caso, resistente a la deformación en el segundo. Este proceso para comunicar inarrugabilidad es comparable a la tintura con los azoicos insolubles, ya que, en ambos casos, el producto que comunica la propiedad deseada, se forma en el interior de la fibra por una reacción química (policondensación y copulación, respectivamente), en la que la fibra

no interviene y la resina o el pigmento son retenidos de forma puramente mecánica.

Los procesos de acabado basados en una reacción química con la celulosa, son hoy numerosos y sería pretensión inútil resumirlos y aún enumerarlos. Baste decir aquí que tienen especial interés los llevados a cabo con compuestos bi- o polifuncionales (de los cuales el más sencillo es el formaldehído, $\text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{[HOCH}_2\text{OH]}$), ya que con ellos se logra reticular la celulosa, creando así una estructura tridimensional y comunicándole, a expensas de una pérdida considerable de resistencia, una mejor recuperación del arrugado en húmedo o en seco.

Puesto que una reacción química colorea la fibra y una reacción química determina en ella una mejor recuperación del arrugado, cabe pensar de qué formas podrían lograrse ambos efectos en una sola reacción, o al menos en un solo proceso. Aparecen así las siguientes posibilidades:

1. — Reacción de la fibra con una molécula coloreada y bifuncional, capaz de comunicar color y reticular la celulosa.

2. — Aplicación a la fibra de un producto de acabado y de un colorante reactivo, el cual se fije sobre la fibra, sobre la resina o sobre ambas.

3. — Aplicación a la fibra de un producto polifuncional, de reactividad elevada, capaz de reaccionar con la celulosa y con un colorante no reactivo, determinando tanto la reticulación de la celulosa como la fijación indirecta (por enlaces covalentes) del colorante a la fibra.

4. — Mayor reactividad química de la fibra, para que pueda fijar químicamente el colorante y el producto de acabado, por ahora logrado únicamente en alguna fibra sintética, pero que se incluye aquí por su interés.

II. TINTURA Y RETICULACION DE LA CELULOSA CON COLORANTES REACTIVOS BIFUNCIONALES.

Entre los colorantes reactivos, los diclorotriazínicos y también algunos colorantes con el grupo vinilsulfona, contienen dos grupos reactivos y son capaces, por tanto, de crear enlaces transversales en la celulosa, dando una reticulación análoga a la que se produce en el acabado de los tejidos de algodón y rayón con la aplicación de resinas y productos reactivos de acabado. La reacción de los colorantes diclorotriazínicos con la celulosa, ha sido bastante estudiada ultimamente (2). Esta reacción es ciertamente compleja, ya que compitiendo los OH celulósicos (primarios y secundarios) y los OH del agua para la reacción con los Cl del anillo triazínico del colorante (también de diferente reactividad) son posibles diversas reacciones, interesándonos solamente el caso en que la reacción tenga lugar con dos OH celulósicos, probablemente ambos primarios, y casi seguramente, por razones estéreas, de diferentes cadenas celulósicas, es decir, siendo el colorante un puente o unión transversal entre las moléculas fibrosas. La prueba directa de esta reticulación, sería la identificación entre los productos de hidrólisis de la celulosa teñida, de dos unidades de glucosa o de celobiosa unidas a una molécula de colorante; pero nos basta aquí alguna prueba indirecta. Se ha visto que haciendo la reacción en condiciones favorables para que reaccionen los dos cloros, basta una molécula de colorante por cada 5.000 unidades de anhidroglucosa para hacer insoluble el algodón en la disolución cuproamoniacal, mientras que se necesita una molécula de colorante por 600 unidades de anhidroglucosa para hacer insoluble la viscosa. Si parece evidente que tales enlaces transversales se crean en la tintura, ¿cuál puede ser su efecto en las propiedades físicas del tejido?

En las reacción de la celulosa con bis-clorometiléteres de glicoles, que se ha comprobado que es prácticamente total, G. Tesoro (3) ha podido calcular el núme-

mero de enlaces transversales creados en el tratamiento y, por tanto, el valor medio del número de restos de glucosa entre dos uniones transversales, si bien hay que tener en cuenta que creándose estós enlaces sólo en las regiones amorfas, se concentran en el 20 % de la fibra en el caso del algodón y aproximadamente en el 40 % de la fibra para la viscosa. Para lograr una adecuada recuperación del arrugado, se necesita un puente cada 2,4 unidades de anhidroglucosa en la parte amorfa, es decir, cada 12 unidades en el total de la fibra para el algodón, o cada 6 en la viscosa. Pero una tintura al 1 % con un colorante reactivo bifuncional, vendría a crear unicamente un puente por cada 150 unidades de anhidroglucosa, así que es prácticamente imposible lograr, por este método, una modificación de las propiedades del algodón, que sea significativa desde el punto de vista práctico.

III. FIJACION DE COLORANTES REACTIVOS, JUNTAMENTE CON EL PRODUCTO DE ACABADO.

Es natural que en los estudios cuya finalidad es la realización práctica de la tintura y acabado simultáneos, se haya hecho uso preferente de los colorantes reactivos, camino éste que ha llevado al único método bien establecido, el denominado Proceso Procion-Resina.

1. — *Proceso Procion-Resina.*

Este proceso de tintura y acabado de tejidos de algodón en una sola operación, tiene su origen en los trabajos realizados en la División de Colorantes de I. C. I., sobre el empleo de diclorotriazinas incoloras, como catalizadores en el acabado con resinas.

El trabajo más interesante sobre este proceso, es el de Rattee (4), siendo también comentado por Stamm en un trabajo más amplio (5) y pueden también consultarse los de Fornelli (6) y Marsh (7), entre otros; por otra parte, los detalles técnicos han sido publicados por I. C. I. en las hojas de información técnica T I 546 (The combined Dyeing and Finishing of Cotton Piece Goods by the Procion-Resin Process) y T I 603 (The Procion-Resin Process for Cotton Fabrics: Factors Governing Textile Properties). Se basa en la interacción de los colorantes Procion con las resinas de acabado, en las condiciones en que éstas se aplican, de modo que el proceso comprende impregnación, secado, tratamiento térmico (3-8 minutos a 140-150°C., según el tipo de resina), lavado y secado. Desde el punto de vista económico, su interés reside en eliminar completamente los gastos de tintura, así como en el hecho de alcanzarse un elevado rendimiento del colorante, ya que su fijación es, en todos los casos, superior al 90 % y en algunos prácticamente cuantitativa. Parece evidente, aunque aún no esté completamente establecido como procede la reacción, que el colorante reacciona preferentemente con la resina, y poco o nada de colorante se fija directamente sobre la fibra, así que la solidez de la tintura depende de la solidez del acabado. Esto hace necesario la utilización de resinas que den un acabado durable, por lo que no es recomendable usar la de urea-formaldehído, pudiéndose emplear derivados cíclicos de la urea, que reaccionan con la celulosa. Como los catalizadores normales usados para la aplicación de las resinas tienen varios inconvenientes en este método, se ha desarrollado un catalizador especial, el Procion-Resin Catalyst A. Conviene también la adición de algún producto que disminuya la migración del colorante reactivo, en presencia del precondensado de la resina.

2. — Fijación de colorante reactivo y resina, con catalizador alcalino.

Gagliardi (8) fue el primero en estudiar comparativamente la condensación de la urea y el formaldehído con catalizador ácido (ClNH_4 , $\text{PO}_4\text{H}(\text{NH}_4)_2$) y alcalino (CO_3Na_2 , CO_3HNa), encontrando que el carbonato sódico comunica igual recuperación del arrugado y mejores propiedades de fijado que el $\text{PO}_4\text{H}(\text{NH}_4)_2$, mientras que el ClNH_4 y $\text{PO}_4\text{H}(\text{NH}_4)_2$ dan mejor rendimiento de resina sobre el tejido; considera, además, que los catalizadores alcalinos producen resinificación, pero no reticulación, es decir, que hay condensación de la resina, pero no reacción con la celulosa.

La influencia del pH (entre 3,5 y 9,5) en la reacción de la dimetilolurea y de la dimetiloletilenurea con el algodón, ha sido estudiada por P. C. Mehta y R. D. Mehta (9, 10), encontrando que el pH ejerce poca influencia en la recuperación del arrugado, si bien es algo menor con catalizador alcalino (ángulo de recuperación del arrugado, urdimbre más trama, 235° frente a 250°) y menor también la solidez al lavado.

Arceneaux y Frick (11) estudian la reacción dimetilolurea-celulosa con $(\text{NO}_3)_2\text{Zn}$ y Co_3Na_2 , encontrando pocas diferencias en las propiedades del tejido tratado, pero consideran (al contrario que Gagliardi y Mehta y Mehta) que la dimetilolurea pue-terificar la celulosa en condiciones alcalinas, determinando así su reticulación.

Pero aquí nos interesa principalmente la aplicación simultánea de un colorante reactivo y del producto de condensación urea-formaldehído con catalizador alcalino (CO_3Na_2), que ha sido realizada por la Sección de Philadelphia de la AATCC (12) y cuyo estudio comparativo con el resultado que se obtiene en el mismo proceso con catalizador ácido, lo resume Nuessle en una interesante Carta al Editor (13). Tanto la tintura como el efecto inarrugable, empleando catalizador alcalino, son sorprendentemente sólidos al lavado, y si se elimina la resina tratando con ClH , sólo se pierde parte del colorante, así que el resto (aproximadamente la mitad) ha reaccionado con la celulosa. En este sistema colorante-resina-celulosa ocurre que, con catalizador ácido, la urea formaldehído reacciona en parte con la celulosa y en parte se polimeriza dentro de la fibra. Los colorantes reactivos usuales no se combinan con la celulosa en medio ácido, pero reaccionan con la resina polimerizada dentro de la fibra. Con catalizador alcalino, la urea-formaldehído se polimeriza dentro de la fibra, pero se duda de que haya reacción con la celulosa. Los colorantes reactivos usuales, se combinan en parte con la celulosa, en parte con la resina.

3. — Fijación sobre fibra de colorante reactivo y diepóxidos.

La reacción de la celulosa del algodón con los diepóxidos, es decir, aquellos compuestos que contienen en su molécula dos anillos de oxirano ($\text{CH}_2-\text{CH}-$), siendo

frecuente que el grupo epoxi forme parte del grupo glicídilo ($\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2\text{O}-$),

ha sido estudiada con gran interés, ya que estos compuestos reticulantes de la celulosa presentan la ventaja de no contener nitrógeno, así que no hay retención de cloro por parte de la resina aplicada al tejido.

Benerito, Webre y McKelvey (14) han estudiado la reacción sobre el algodón de algunos diepóxidos, con fluoroborato de Zn como catalizador, presentando pruebas de que la celulosa es reticulada.

Como los epóxidos son productos de gran reactividad, se supuso que reaccio-

y derivados fosforados de la etilenimina. El colorante reacciona con el agente de reticulación y éste con los OH celulósicos, para dar un enlace de éter estable.

5. — Colorantes reactivos y alcohol polivinílico.

Un estudio sobre nuevas posibilidades de acabado textil, combinado los procesos de tintura y apresto, mediante la utilización de colorantes reactivos bifuncionales (Procion) y polivinilalcohol como producto de acabado, ha sido publicado por U. Einsele (17). El colorante puede reaccionar tanto con el polivinilalcohol como con la celulosa, y siendo bifuncional, puede quedar anclado entre la fibra y el polivinilalcohol depositado sobre ella, pudiendo también reaccionar únicamente con cualquiera de los dos productos hidroxilados.

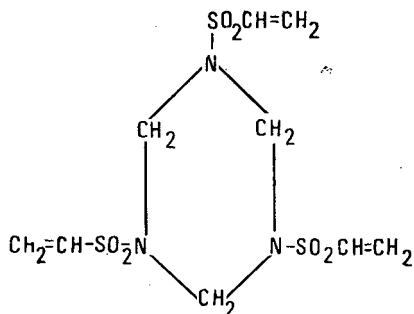
IV. FIJACION DE COLORANTES NO REACTIVOS MEDIANTE PRODUCTOS DE ACABADO DE GRAN REACTIVIDAD.

1. — Acabado y fijación de colorante no reactivo con vinilsulfonas.

El grupo reactivo vinilsulfona, $-\text{SO}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$, hace su aparición con los colorantes Remazol de Hoechst, que lo contienen en forma potencial ($-\text{SO}_2-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{H}$), siendo así el colorante estable en solución acuosa neutra o moderadamente ácida. Estos colorantes reaccionan con la celulosa, en presencia de un álcali débil, para dar $\text{Col}-\text{SO}_2-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-\text{Cel}$, siendo evidente que un producto con dos o más grupos reactivos puede reticular la celulosa.

Para lograr los efectos de acabado, es mejor, por diversas razones, emplear vinilsulfonas más sencillas, y así Tesoro y colaboradores (18) han empleado la divilsulfona $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{SO}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$, derivados de este producto libres del inconveniente que presenta por ser lacrimógeno y vesicante, como bis (β -hidroxiethylsulfona) (19), y más recientemente sulfonas asimétricas (20), lo que permite hacer el tratamiento en dos fases, la segunda sobre la prenda confeccionada.

La reactividad de las vinilsulfonas polifuncionales permite, además de la reticulación de la celulosa, la fijación química a la fibra de colorantes no reactivos (con tal que contengan H activos, es decir, grupos $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, etc.), así como de agentes de blanqueo fluorescente (21), siendo capaz cada molécula del compuesto con dos o más grupos vinilsulfona de unir el colorante a la fibra (Celulosa-polivinilsulfona-colorante) y de reticular la celulosa (Celulosa-polivinilsulfona-celulosa). Como polivinilsulfonas se pueden emplear la bis(vinilsulfonil)-bencidina



o la tri(vinilsulfonil)-trimetilentriamina, que se puede obtener reaccionando la vinilsulfonamida, $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{SO}_2 - \text{NH}_2$ con formaldehído, en medio ácido, así que en ambos casos el grupo reactivo es, realmente, vinilsulfonamida.

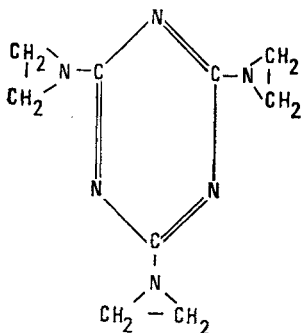
Por impregnación del tejido en una solución acuosa que contiene colorante (no reactivo), CO_3Na_2 como catalizador y una solución de la polivinilsulfona en dimetilformamida, se obtiene, ya a baja temperatura, pero mejor vaporizando a 100° o con calor seco a 150° , una fijación muy completa del colorante, perdiéndose muy poco en el lavado y jabonado a ebullición después de teñir.

Si la reactividad de las vinilsulfonas permite tanto la reticulación de la celulosa como la fijación química a la fibra de un colorante no reactivo (y por tanto la tinte del algodón con un *no directo*), es evidente que tales compuestos ofrecen grandes posibilidades en los procesos de tinte y acabado simultáneo.

No debe pasar sin comentario otro hecho que señala Somers en su trabajo, la posibilidad de fijar covalentemente a la fibra (por medio del producto polireactivo) no un colorante, sino el primer componente (por ejemplo ácido sulfanílico) o el segundo componente (por ejemplo ácido H) de un azoico soluble, efectuando luego la diazoación sobre fibra y copulación en el primer caso o la copulación con un diazo en el segundo, de modo que el colorante así edificado sobre la fibra, queda unido químicamente a ella.

2. — Fijación de colorantes no reactivos con derivados de la etilenimina.

Dorset (22) indica que un compuesto polifuncional, capaz de reaccionar con un buen número de colorantes que contienen átomos de H activo y posiblemente también con la celulosa, es la trietilenmelamina, fácil de obtener por reacción de la



etilenimina con el cloruro de cianurilo, de modo que si el tejido se impregna con una disolución de colorante y trietilenmelamina y se calienta después, se forma un producto complejo fibra-trietilenmelamina-colorante. Como era de esperar, la tinte resulta sólida al lavado y, siempre que se empleen colorantes adecuados, sólida a la luz, de modo que se obtiene el mismo resultado que empleando colorantes reactivos. Para que la fijación tenga lugar, se requiere la presencia de un fijador de ácido, no siendo necesario un álcali fuerte, sino simplemente CO_3HNa , PO_4HNa_2 ó trietanolamina.

Nada se dice en este trabajo de Dorset sobre la posible reticulación de la celulosa, empleando una mayor cantidad del producto reactivo trifuncional (en las operaciones que describe, en las que únicamente se busca la fijación de colorante, se

emplea igual cantidad de trietilenmelamina que de colorante a fijar) pero es lógico que pueda producirse, teniendo en cuenta la elevada reactividad de la etilenimina y la aplicación de algunos de sus derivados en los procesos de acabado del algodón.

3. — Reticulación y fijación de colorante no reactivo con formaldehído.

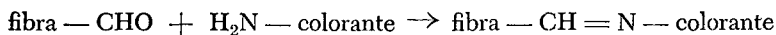
El formaldehído es no solamente el más sencillo de los agentes reticulantes de la celulosa, como ya se ha dicho, sino también el primer producto empleado en la modificación de las propiedades físicas de las fibras. Sabido es que el formaldehído puede proporcionar a las fibras una recuperación del arrugado, preferentemente en húmedo o en seco, según el grado de hinchamiento de la celulosa, proceso que ha sido estudiado, entre otros, por Reeves y colaboradores (23).

La reticulación de la celulosa por el formaldehído, se puede hacer actuando el reactivo en forma gaseosa, y en presencia de ClH; en un trabajo reciente Gonzales y Guthrie (24), señalan la influencia que en los resultados obtenidos tiene un tratamiento previo del tejido de algodón con una serie de compuestos capaces de reaccionar con el formaldehído (ácidos y derivados, compuestos hidroxilados como alcoholes, glicoles y difenoles, amidas, poliacrilamida y finalmente algún colorante) obteniéndose, en general, una mayor recuperación del arrugado en húmedo y menor en seco, que las que se alcanzan sin este tratamiento previo.

Nos interesa aquí destacar la posibilidad de fijar químicamente a la celulosa, por este tratamiento con formaldehído, colorantes tales como Anaranjado II o Rojo de Alizarina S (los cuales contienen grupos —OH además del grupo solubilizante —SO₃Na), aumentando además la recuperación del arrugado en húmedo de 249° (con formaldehído solo) a 281°. También se han podido fijar por este método algunos colorantes básicos, como Rojo Acridina 3 B (con grupo —NH₂ y grupo solubilizante de hidrocloreuro de amina), mejorando igualmente la recuperación del arrugado en húmedo, pero descendiendo bastante la recuperación en seco.

V. FIBRAS REACTIVAS, CAPACES DE FIJAR QUÍMICAMENTE EL COLORANTE Y EL PRODUCTO DE ACABADO.

Las fibras sintéticas, ofrecen la posibilidad de obtenerlas casi con las propiedades deseadas. Ciertamente, hay muchos ejemplos de ello en cuanto a las propiedades físicas, y algunos de modificación de las propiedades químicas, especialmente tintóreas, bien por copolimerización, o por adición al polímero, antes de hilar, de productos adecuados, pero sólo en el campo de las fibras acrílicas se ha llegado a crear una verdadera fibra "reactiva". Moncrieff (25) da cuenta de los trabajos realizados en el Instituto Químico de la Academia Nacional de Ciencias de Estonia, que han llevado a la obtención, por ahora sólo en escala experimental, de una fibra acrílica con grupos aldehído (descrita primeramente por Kol'k, Rogovin y Konkin, en 1963), por consiguiente de una gran reactividad, que puede combinarse químicamente con colorantes que tengan grupos amino (y ciertamente entre los dos grupos de colorantes más importantes, azoicos y antraquinónicos, hay más colorantes con grupos amino que sin ellos) según el siguiente esquema:



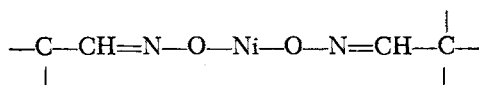
Esta fibra acrílica reactiva, se obtiene por copolimerización del acrilonitrilo (CH₂ = CH) y de la metilacroleína (CH₂ = C — CH₃), con un peso molecular del



orden de 35.000 y conteniendo unos 7 restos de acrilonitrilo por cada uno de metilacroleína, que proporciona los grupos reactivos.

Sobre esta fibra reactiva se han estudiado reacciones para su coloración y para reticulación, pero aún no para ambos procesos simultáneamente. La tintura se ha conseguido por dos métodos distintos: a/ Reacción de la fibra con el grupo amino de un compuesto intermedio, tal como el ácido H, y copulación del intermediario unido covalentemente a la fibra, con un diazo, o un bis-diazo, para dar el azoico o disazoico, construyéndose así la molécula coloreada sobre la fibra y químicamente unida a ella. b/ Reacción con el grupo —NH_2 de un colorante ya formado, reaccionando mejor con moléculas pequeñas e interviniendo sólo parte de los grupos aldehído, suficientemente para colorear la fibra.

Es posible, además, la reacción con compuestos no coloreados, modificando las propiedades de la fibra, especialmente cuando se trata de compuestos bifuncionales, que convierten el polímero lineal que forma la fibra, en bi- o tri-dimensional. Así ocurre con la hexametilendiamina, teniendo la fibra tratada una mejor estabilidad térmica, es decir, perdiendo menos resistencia a temperatura elevada que las fibras de poliacrilonitrilo convencionales, y haciéndose insoluble en dimetilformamida. Otra posibilidad de reticulación, la ofrece la reacción de la fibra con la hidroxilamina, para dar oximas, que pueden reaccionar con sal de níquel, para crear un enlace transversal de la forma



La presencia de un metal en la fibra, le comunica algunas propiedades interesantes, una de ellas menor combustibilidad.

BIBLIOGRAFIA.

1. J. T. Marsh, *Self Smoothing Fabrics*, Chapman and Hall Ltd., Londres, 1962, p. 45.
2. T. L. Dawson, A. S. Fern y C. Preston, *J. Soc. Dyers Col.*, 76, 210 (1960).
3. G. Tesoro, *Tex. Research J.*, 30, 192 (1960).
4. I. D. Rattee, *J. Soc. Dyers Col.*, 79, 69 (1962); *Dyer*, 125, 660 (1961).
5. Stamm, *J. Soc. Dyers Col.*, 80, 421 (1964).
6. D. Fonelli, *Tintoria*, 57, 454 (1960).
7. J. T. Marsh, *Textile Manufreer.*, 91, núm. 1083, 111 (1965).
8. D. D. Gagliardi, *Am. Dyestuff Rptr.*, 40, 771 (1951).
9. P. C. Mehta y R. D. Mehta, *Text. Research J.*, 30, 524 (1960).
10. P. C. Mehta y R. D. Mehta, *Text. Research J.*, 30, 532 (1960).
11. R. L. Arceneaux y J. G. Frick, *Text. Research J.*, 31, 1075, (1961).
12. Sección de Filadelfia de la AATCC., *Am. Dyestuff Rptr.*, 49, 810 (1960).
13. A. C. Nuessle, *J. Soc. Dyers Col.*, 81, 21 (1965).
14. Benerito y otros, *Text. Research J.*, 31, 757 (1961).
15. R. M. Perkins, L. H. Chance y G. L. Drake, Jr., *Text. Industries*, 128, número 12, 109 (1964).
16. R. M. Perkins, G. L. Drake y L. H. Chance, *Am. Dyestuff Rptr.*, 52, 31 (1963).

17. U. Einsele, *Melliand Textilber.*, 43, 498 (1962).
18. G. Tesoro y otros, *Text. Research J.*, 31, 283 (1961).
19. G. Tesoro y otros, *Text. Research J.*, 32, 189 (1962).
20. G. Tesoro y otros, *Text. Research J.*, 33, 93 (1963).
21. J. A. Somers, *Textile Recorder*, 82, núm. 978, 65 (1964).
22. B. C. M. Dorset, *Text. Manufrer.*, 91, 23 (1965).
23. W. A. Reeves y otros, *Text. Research J.*, 30, 179 (1960); *Ibid.*, 31, 366 (1961).
24. Gonzales y Guthrie, *Am. Dyestuff Rptr.*, 54, núm. 19, 74 y 105 (1965).
25. R. W. Moncrieff, *Dyer*, 134, 787 (1965).