

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS E INDUSTRIAS QUIMICAS

Aprovechamiento del Algodón
en la Fabricación de
Seda a la Viscosa



TESIS

QUE PRESENTA EL ALUMNO - PÁSANTE
LUIS SELA M.
PARA SU EXAMEN PROFESIONAL
DE QUÍMICO

MEXICO
Enero 1955

2065



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A MIS AMORADOS PADRES
SR. DON ANGEL SELA
DÑA. PAZ M. DE SELA
CON INFINITA GRATITUD

1917

A MIS QUERIDAS HERMANAS
CARIOSAMENTE

A MI MAESTRO EL SR. QUIMICO
DN. ROBERTO MEDELLIN
RECTOR DE LA UNIVERSIDAD
CON SINCERO AGRADECIMIENTO

A MI MAESTRO EL SR. QUIMICO
RAFAEL ILLASCAS
DIRECTOR DE LA FACULTAD
CON GRATITUD

A MIS MAESTROS Y COMPANEROS

**AL SR. DR. EN QUIMICA
TEOFILO GARCIA SANCHO
Y AL SR. ING. QUIMICO
RAUL COLORADO IRIS
MI GRATITUD POR SU VALIOSA AYUDA**

PROGRAMA

INTRODUCCION E HISTORIA

PRIMERA PARTE

Materias primas

Algodón.

Sosa Cáustica.

Bisulfuro de Carbono.

SEGUNDA PARTE

Obtención de la Viscosa

Purificación del Algodón.

Preparación de la Alkali-Celulosa.

Tratamiento de la Alkali-Celulosa.
por Bisulfuro de Carbono.

Maduración y Filtración.

Usos de la Viscosa.

Agua empleada.

TERCERA PARTE

Fabricación de la Seda Artificial

Hilado.

Coagulación.

Acabado.

CUARTA PARTE

Pruebas en el Laboratorio

CONCLUSIONES

INTRODUCCION E HISTORIA

En el trabajo que a continuación expongo, me he propuesto hacer un estudio sobre la fabricación de Seda a la Viscosa no sólo por la importancia que tiene para mí como punto de Tesis, sino para dar a conocer los enormes beneficios que puede tener para este país la instalación de una fábrica de esta industria. Baste sólo saber que el año de 1931 salieron del país \$3.245,000 por concepto de importación de Seda Artificiales según datos proporcionados por el Departamento de Industrias de la Secretaría de Industria Comercio y Trabajo.

Comprendo que dista mucho de ser un trabajo perfecto debido a los escasos recursos y medios de estudio con que he contado, y más aun, siendo un asunto bastante nuevo como es el presente, no he tenido toda la documentación ni la práctica que yo hubiera deseado, pues desgraciadamente todavía no existe en toda la República Mexicana una sola fábrica de SEDA A LA VISCOSA.

La fabricación de la Seda artificial a la Viscosa es bastante reciente; data desde el año de 1891 cuando Cross, Bevan y Beadle trabajando sobre celulosa descubrieron que la álcali-celulosa reaccionaba con el bisulfuro de carbono para formar un compuesto soluble en agua al cual le dieron el nombre de "Viscosa". La importancia de este descubrimiento se vió hasta más tarde cuando Stern, en el año de 1898, descubrió y patentó el método para producir filamentos a partir de soluciones de Viscosa, empleando dichos filamentos en las lámparas eléctricas. En el año de 1900, C. F. Topham descubrió un método centrifugo para el hilado y torcido de los hilos de viscosa por medio de una caja centrífuga que patentó el mismo año.

La fabricación de Seda a la Viscosa en escala comercial empezó el año de 1905 siendo iniciada por Samuel Courtaulds y Tomás Latham. Desde esta fecha la producción de Seda a la Viscosa ha ido en aumento de día en día. El año de 1909 la fabricación de la Viscosa ocupaba el 16 por ciento de la producción Mundial de Sedas Artificiales; siendo entonces cuando se empezó a desarrollar esta industria en Alemania, Francia, Inglaterra y principalmente en Estados Unidos. Ya para el año de 1930, la fabricación de Viscosa alcanzó el 90 por ciento de la producción Mundial de Sedas Artificiales. Esto se debió en gran parte, a las enormes ventajas de este procedimiento que además de ser el más sencillo, se comprobó que tenía un costo de fabricación mucho menor que las demás clases de Sedas Artificiales como la Nitro-celulosa, Aceto-celulosa, etc.

PRIMERA PARTE

Materias primas

Algodón.

Sosa cáustica.

Sulfuro de carbono.

Algodón.—Actualmente en algunos países de Europa como Francia, Alemania, Italia y Bélgica, así como en otros países, la fabricación de Seda a la Viscosa se hace a partir de celulosa de madera. No sé si esto se deba a las condiciones económicas de cada país o al costo más elevado de otras materias primas, pero el hecho es que para nuestro país, no sólo se puede emplear el algodón como materia prima, sino que el producto obtenido es mejor y el costo de dicha materia prima es menor. La madera indudablemente se puede emplear en la fabricación de la seda a la viscosa pero hoy en día se le dan otros usos como en la fabricación del papel; además tiene el inconveniente de que su explotación cada día es menor debido a que, con razón, se ha estado tratando de evitar por todos los medios posibles, la tala inmoderada de los bosques.

Desde el punto de vista del análisis químico, la madera, cuando más, contiene un 60% de celulosa en tanto que el algodón, por término medio, tiene 85%; por lo que se ve que el algodón es 25% más rico en celulosa que la madera.

Las impurezas de la madera, que en el caso presente se les puede llamar así, o sea la parte que no es celulosa y que está constituida por lignina, resinas, gomas, etc., llega a un 40% en tanto que las impurezas del algodón sólo llegan a un 15%. De donde se deduce que el costo de substancias químicas para la purificación de la madera es mucho mayor que para el algodón.

Por otra parte, el algodón que empleo no es el algodón de primera usado en las fábricas de hilados y tejidos que es de fibra larga, sino es el algodón de fibra corta que por no poderse hilar y por sus pocas aplicaciones, tiene un precio muy reducido, siendo esta otra de las ventajas sobre la madera pues el precio por kilo de estos algodo-

nes es mucho más barato que el de la madera, teniendo en cuenta que en la fabricación de la viscosa no importa la longitud de la fibra del algodón por pequeña que sea, puesto que ésta se tiene que disolver.

Cualquier algodón puede servir para la fabricación de la seda artificial a la viscosa, puesto que todos ellos contienen celulosa que es la materia prima que se va a utilizar, pero desde el punto de vista industrial y económico, no todos tienen las mismas cualidades, pues así como los algodones empleados en las fábricas de hilados y tejidos son los mejores, son también los más caros. Hay otros algodones que su precio llega hasta dos centavos kilo, pero son tantas las impurezas que llevan (tierra, grasa, etc.), que su purificación es bastante costosa, siendo además su por ciento de celulosa muy bajo.

Actualmente existen en el comercio varias clases de algodones a los cuales se les llama de desperdicio, y aun cuando en realidad no son de desperdicio dado que se les emplea en algunas industrias, se les ha dado este nombre con el objeto de distinguirlos del algodón puro de fibra larga. Cada una de estas clases de algodón tiene en el comercio precio distinto que oscila entre 2 y 40 centavos kilo, según sean las cantidades de impurezas que contengan.

Con el objeto de ver cuál de estas clases de algodón es la más costeable industrialmente, he procedido a verificar el análisis de cada uno de ellos atendiendo principalmente al por ciento de celulosa que contienen.

A continuación doy los análisis hechos junto con los nombres comerciales de cada una de estas clases, en el concepto de que cada uno de los por cientos anotados es el resultado de promediar tres análisis distintos, hechos en muestras diferentes de cada una de las clases de algodón.

Hueso de fábrica

Humedad	6.37%
Grasa	7.53 „
Alfa-celulosa	81.87 „
Beta y Gama-celulosa	2.3 „
Cenizas	1.3 „

Borra Aceitosa

Humedad	7.53 „
Grasa	9.35 „
Alfa-celulosa	70.12 „

Beta y Gama-celulosa..	3.41 ,,
Cenizas	8.8 ,,

Borra de 1a.

Humedad..	6.85 ,,
Grasa..	7.49 ,,
Alfa-celulosa..	76.1 ,,
Beta y Gama-celulosa..	2.5 ,,
Cenizas..	4.8 ,,

Borra de 2a.

Humedad..	6.27 ,,
Grasa..	7.66 ,,
Alfa-celulosa..	74.32 ,,
Beta y Gama-celulosa..	3.1 ,,
Cenizas..	7.11 ,,

Chapón

Humedad..	7.26 ,,
Grasa..	5.31 ,,
Alfa-celulosa..	81.2 ,,
Beta y Gama-cela.,	2.8 ,,
Cenizas	1.7 ,,

Hueso de 2a.

Humedad	9.54 ,,
Grasa..	3.3 ,,
Alfa-celulosa..	74.9 ,,
Beta y Gama-cela	2.8 ,,
Cenizas..	6.1 ,,

Sotocarda

Humedad..	3.72%
Grasa	6.33 ,,
Alfa-celulosa..	82.12 ,,
Beta y Gama-cela..	3.1 ,,
Cenizas..	3.4 ,,

Borra de Carda de algodón corto

Humedad	5.00%
Grasa..	5.12 ,,
Alfa-celulosa..	86.23 ,,
Beta y Gama-cela..	2.1 ,,
Cenizas..	1.1 ,,

Como lo que más interesa saber es el por ciento de alfa-celulosa que contiene cada clase de algodón, así como su precio, doy a continuación una tabla comparativa basada en los análisis anteriores.

NOMBRE COMERCIAL	% alfa-celul.	Precio de 1 kg. en cts.
Hueso de fábrica.	81.8	25
Borra aceitosa.	70.1	4
Borra de primera.	76.1	11
Borra de segunda.	74.3	10
Chapón.	81.2	28
Hueso de segunda.	74.9	12
Sotocarda.	82.1	20
Borra de carda de alg.	86.2	35

Como se ve por la tabla anterior, los por cientos de alfa celulosa varían poco, de 70.1 que es el más bajo, a 86.2 que es el más alto; en cambio los precios varían bastante de 4 a 35 centavos el kilo, lo que demuestra que será más conveniente emplear algodones de bajo precio que algodones de alto precio.

En mi concepto el algodón que más conviene usar como materia prima, es el conocido en el comercio con el nombre de Borra de la., puesto que su precio es de 11 centavos kilo y su por ciento de celulosa de 76; además este algodón tiene la grande ventaja sobre los demás de conseguirse más fácilmente, pues es el más abundante y no obstante que otros algodones tendrían mayor ventaja sobre éste por su precio, no podrían emplearse como materia prima debido a las pocas cantidades que de ellos hay en el comercio y a su difícil purificación que resultaría muy costosa.

Sosa cáustica

Esta es otra de las principales materias primas usadas en la fabricación de la viscosa, pues para producir una tonelada de seda se necesitan aproximadamente dos toneladas de sosa cáustica.

Para su uso requiere una pureza bastante elevada. Según Wheeler para que una sosa cáustica se pueda emplear en la fabricación de viscosa, debe reunir los requisitos siguientes:

El por ciento de NaOH no debe bajar de 97.

El por ciento de Na^2CO^3 no debe pasar de 1.

El por ciento de NaCl no debe pasar del 1.25.

Bisulfuro de carbono

Su uso como materia prima es bastante importante. Aproximadamente se necesitan 500 kilos de CS_2 para cada tonelada de seda.

Su pureza debe ser también bastante elevada y no debe contener ni azufre, ni ácido sulfhídrico.

SEGUNDA PARTE

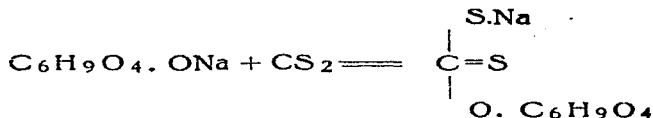
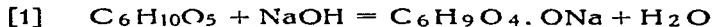
Obtención de la Viscosa

- A.—Purificación del algodón.
- B.—Preparación de la álcali-celulosa.
- C.—Tratamiento de la álcali-celulosa por CS².
- D.—Maduración y filtración.
- E.—Usos de la Viscosa.
- F.—Agua empleada.

Químicamente, la viscosa es una solución de la sal de sodio del ester celulósico del ácido ditiocarbónico o xántico en agua o en solución de sosa cáustica.

El ester es generalmente llamado xantato de celulosa, siendo por lo tanto la viscosa la solución acuosa de la sal de sodio del xantato de celulosa.

El proceso se verifica de la manera siguiente: Se trata primero la celulosa, previamente purificada, por una solución de determinada concentración de sosa cáustica con lo cual se obtiene la alcali-celulosa. Después de determinado tiempo se somete la alcali-celulosa a la acción del sulfuro de carbono con lo que se obtiene el xantato de celulosa que disuelto en agua o en solución de sosa cáustica, forma la viscosa.



Durante la xantación, el color de la solución varía de blanco a amarillo, enseguida pasa a anaranjado y finalmente a un color característico anaranjado-rojizo o anaranjado-café.

(1) La fórmula C⁶H¹⁰O⁵ se usa por conveniencia para designar la celulosa, sin que esto quiera decir que sea su verdadera fórmula que actualmente no se conoce; siendo lo más probable que sea un polímero de ésta.

El color se debe a la presencia de impurezas de azufre que son debidas a la acción del exceso de solución de sosa cáustica sobre el sulfuro de carbono.

A.—Purificación del Algodón

La purificación del algodón está basada en dos operaciones fundamentales que son el descrudado y el blanqueo.

Descrudado.—Por medio de este tratamiento se logra quitarle a la fibra cruda todo aquello que no es celulosa y que está constituido esencialmente por grasas, que forman una especie de coraza alrededor de la fibra cruda; debido a esto se observará que el algodón crudo, en bruto, no se sumerge en el agua.

Industrialmente los licores de descrudado están hechos a base de $\text{Ca}(\text{OH})^2$ o de NaOH , pero a últimas fechas, el empleo de la cal ha sido totalmente suprimido. En el caso presente lo mejor es emplear licores a base de NaOH , pues de este modo la operación es mucho más rápida que con licores de hidróxido de calcio. Siguiendo el proceso de la cal, debe someterse la fibra a otros tratamientos sucesivos con carbonato de sodio, jabón de resina, baños ácidos, etc., lo que hace que el procedimiento sea mucho más tardado pues comúnmente se emplean hasta tres días en la realización de esta operación, en tanto que trabajando con soluciones de 2 a 3% de sosa cáustica, el proceso dura de 6 a 8 horas.

En el empleo del algodón como materia prima en la fabricación de seda a la viscosa, es más conveniente usar soluciones concentradas de sosa cáustica, pues de este modo la operación se efectúa con mucho mayor rapidéz. Prácticamente he observado los mejores resultados empleando soluciones de 5 a 6% de Na OH durante tres o cuatro horas.

Algunos autores dicen que empleando soluciones de esta concentración, la fibra de algodón se altera disolviéndose la celulosa en parte. Esto es cierto, pero hay que tener en cuenta que la celulosa se ha dividido en tres clases de compuestos, a los cuales se les han designado los nombres de alfa-celulosa, beta-celulosa y gama-celulosa, y no obstante que hasta la fecha no se ha podido encontrar sus fórmulas, se ha logrado hacer esta diferenciación atendiendo unicamente a su solubilidad. La alfa-celulosa es insoluble en una solución de 17.5% de NaOH , en cambio la beta y gama celulosas son solubles. Si neutralizamos la solución que contiene beta y gama celulosa, con ácido acético, la beta-celulosa se precipita quedando disuelta única-

mente la gama-celulosa. El cuanteo de cada una de estas celulosas se hace basandose en lo anterior. Como en el caso actual la materia prima que se va a emplear es únicamente la alfa-celulosa, el descrudado de la fibra se puede hacer perfectamente y sin ningún temor, con soluciones de 5 a 6% de NaOH, pues no obstante que parte de la fibra se disuelve, ya se sabe que no es la alfa celulosa que es la que se va a emplear.

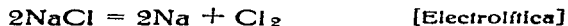
La operación en la industria se verifica casi siempre en recipientes cerrados y a una presión de más o menos una atmósfera. Estos recipientes están forrados alrededor por un tubo en serpentín por el cual circula vapor con objeto de llevar la solución hasta la ebullición.

Después de terminada la operación, se saca el algodón y se centrifuga primero con agua caliente y después con agua fría quedando con esto listo para el blanqueo.

Blanqueo.—Está basado en el poder decolorante que tienen los hipocloritos por el cloro activo que contienen.

Hay varias clases de hipocloritos y entre otros están el de Ca, Na, Al, Mg. y Zn., todos ellos son decolorantes enérgicos pero no todos se usan debido a su alto precio, como sucede con los hipocloritos de Al, Mg. y Zn. Los más usados son los de Ca. y Na. El NaOCl tiene varias ventajas sobre el CaOCl²; una de ellas es que el algodón no lleva riesgo de dañarse y queda mejor blanqueado. No obstante estas ventajas se emplea también con bastante frecuencia en las fábricas el CaOCl² debido a que es el más barato.

El CaOCl² comercialmente conocido con el nombre de cloruro de cal se encuentra en el comercio en tambores de fierro en forma de polvo blanco y con un olor característico a HOCl. Industrialmente se le obtiene tratando una lechada de cal por cloro; el cual se obtiene por el método electrolítico. Las reacciones que se verifican son las siguientes:



El blanqueo se efectúa a una temperatura no mayor de 30 grados C., pues a temperatura más alta se ha observado que la eficiencia de blanqueo decrece por transformarse el hipoclorito en otros compuestos. En los baños tibios de blanqueo la descomposición del hipoclorito es más rápida y completa, por lo tanto el tiempo empleado en la operación es menor.

Después de blanqueado el algodón se somete, como en el caso del

descrudado, al lavado por medio de agua caliente y fría en centrifugas apropiadas para el caso.

B.—Preparación de la álcali-celulosa

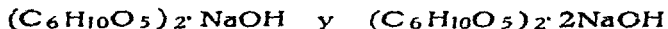
Con el objeto de hacer el algodón más manuable para el empacado, con la solución de NaOH, se acomóda en la forma de pacas. Enseguida se le trata por una solución de 17-18% de NaOH con lo que la fibra se altera, es decir, se merceriza. De este modo, la beta y gama celulosa se disuelven quedando únicamente la alfa-celulosa.

El mercerizado es una operación bastante importante por lo que voy a hacer un pequeño resumen dando a conocer las opiniones de varios autores que difieren entre sí. Según Cross y Bevan la mercerización es un proceso químico acompañado por efectos de absorción, es decir, es un fenómeno físico-químico en el cual la celulosa se combina con la sosa cáustica para formar la álcali-celulosa. Esta teoría la apoyan en el hecho de que el algodón mercerizado es susceptible de sufrir algunos cambios químicos que el algodón ordinario no sufre, pues el primero es más fácilmente soluble en una solución de óxido de cobre amoniacal que el segundo.

Schwalbe opina sobre la mercerización diciendo que es un fenómeno únicamente de absorción y para lo cual se basa en los experimentos hechos por Vieweg sobre el poder de absorción del algodón sumergido en soluciones de distinta concentración. El experimento se hizo de la manera siguiente: se tomaron tres gramos de algodón puro y seco, se sumergieron en 200 c. c. de soluciones de NaOH de distinta concentración, después de dos horas se tituló cada una de las soluciones de NaOH con ácido sulfúrico con el objeto de ver la cantidad de NaOH fijada por el algodón. Los resultados fueron los siguientes:

Grs. NaOH en 100.00cc de H ₂ O:	0.4	2.0	6.0	8.0	12	16	20	24	33	35	40
Grs. de NaOH fijada por 100 grs. de algodón:	0.4	0.9	2.7	4.4	8.4	12	13	15.	20	21	22

Como conclusión de lo anterior y en vista de que la absorción en una solución de 16% de sosa y de 35% también de sosa es más o menos constante, se adoptaron las siguientes fórmulas para la álcali-celulosa.



El mercerizado se efectúa casi siempre a la temperatura ambiente (15-20 grados C.), pues se ha llegado a comprobar que los resultados

son los mismos a esta temperatura que a temperaturas más altas. La duración del proceso es de dos a cuatro horas. Después de transcurrido este tiempo se somete toda la pasta al prensado con objeto de eliminar el exceso de NaOH. Prácticamente se hace del modo siguiente: una parte de celulosa se trata por 5 partes de solución de NaOH de 17.5% durante dos horas y en ausencia de aire; enseguida se prensa la celulosa hasta que su peso no sea mayor de 3 o 3.5 veces de su peso original.

En la industria estas dos operaciones se efectúan en un sólo aparato llamado tanque compresor y empapador.

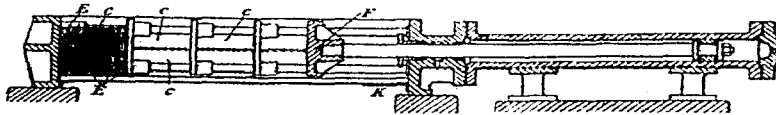


Fig. 1.—Tanque Compresor y Empapador.

Las pacas de algodón se colocan en el espacio (c) y están separadas entre sí por platillos de hierro perforados y móviles (E). Al final del empapado se comprimen las pacas junto con los platillos y la solución sobrante sale por (K). La capacidad de estos aparatos varía entre 100 y 200 kilos de celulosa.

La solución sobrante de NaOH se utiliza para un nuevo empapado enriqueciéndola previo análisis, con nueva solución de NaOH. Generalmente se adiciona de un 40-45% de solución de sosa cáustica.

Debe controlarse por medio del análisis la cantidad de beta y gama-celulosa presentes en la solución, que no debe pasar de 1.5 a 2% pues su presencia en exceso es perjudicial para la fabricación de seda artificial.

Una vez prensada la pulpa, se lleva a máquinas desintegradoras (1) con el objeto de hacerla uniforme y de amasarla. Los aparatos que se usan se llaman desintegradores y están formados por un cilindro de hierro en el interior del cual están dos brazos helicoidales que giran con una velocidad de 60 r. p. m. La capacidad de estos aparatos

(1) Aparato construido por Baker-Perkins de Inglaterra.

es de 800 litros y la duración del proceso es de dos a tres horas, a temperatura ambiente.

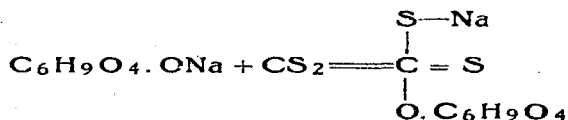
La álcali-celulosa ya desintegrada se coloca en recipientes cilíndricos hechos de fierro o acero teniendo una capacidad de 20 kilos cada uno. Las tapas de estos recipientes están perfectamente bien ajustadas con objeto de impedir que el aire del exterior penetre. De este modo se abandona la álcali-celulosa durante un tiempo que oscila entre 48 y 72 horas y a una temperatura de 20-25 grados C.

Durante este período de tiempo, la álcali-celulosa sufre algunas modificaciones que hasta la fecha no han podido ser bien definidas. Lo único que ha sido posible comprobar es que la celulosa sufre ciertas oxidaciones a expensas del aire. Basándose en este hecho, muchos investigadores han encontrado que agregando ciertos óxidos e hidróxidos, la velocidad de oxidación de la álcali-celulosa es mayor y el tiempo empleado en la maduración es menor. Courtaulds patentó un método en el cual la álcali-celulosa desintegrada es madurada y oxidada por una corriente de aire a 40 grados C., durante 4 horas.

C—Tratamiento de la álcali-celulosa por CS²

En esta operación la álcali-celulosa se pone en contacto con el sulfuro de carbono para formar una masa gelatinosa que es el xantato de celulosa.

Teóricamente la cantidad de CS² que se debe agregar a la álcali-celulosa se deduce de la fórmula:



o sea una molécula de celulosa para una de CS². En la práctica se han observado mejores resultados poniendo 1.5 moléculas de celulosa para una molécula de sulfuro de carbono.

El aparato (1) que se usa se llama xantador, es un cilindro horizontal de sección generalmente exagonal y que tiene una capacidad aproximadamente doble del desintegrador. La agitación se verifica haciendo girar el cilindro sobre su eje horizontal una o dos veces por minuto. El cilindro está rodeado de una doble envoltura de más o menos 2 cms. de espesor por entre la cual circula agua para enfriamiento. La álcali-celulosa se introduce por una tapa que está colocada en la

(2) Aparato construido por Düsseldorf-Rattinger Maschinen. cmfwypcmfwyp

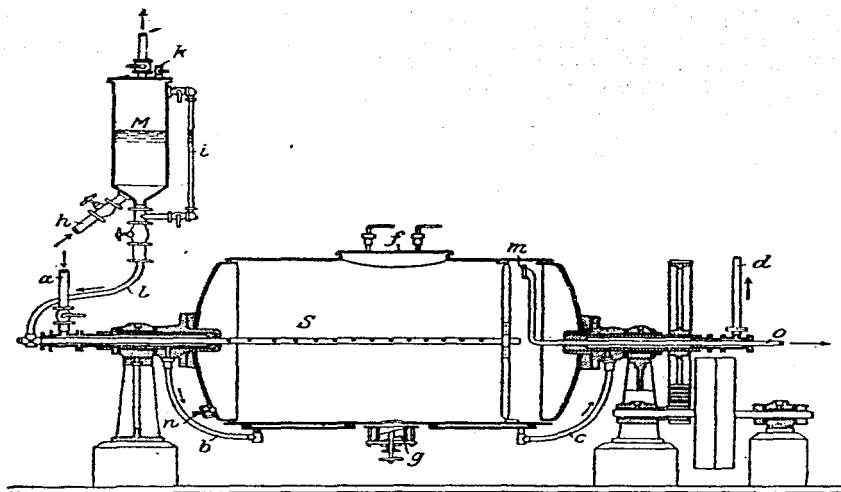


Fig. 2.—Mezclador de Sulfuro de Carbono.

mitad del cilindro; dicha tapa está perfectamente ajustada con empacadura de hule. El sulfuro de carbono se introduce por un tubo con perforaciones que está colocado alrededor del eje sobre el cual gira el cilindro y viene de un recipiente de unos 40 litros de capacidad colocado a un lado del xantador. El xantador no debe estar completamente lleno de álcali-celulosa, debe tener cuando menos un 30% de su volumen de espacio libre, lugar que van a ocupar más tarde los vapores de sulfuro de carbono.

La acción del sulfuro de carbono sobre la álcali-celulosa produce una reacción exotérmica y tiene una duración de dos a cuatro horas, según la temperatura que no debe exceder de 30 grados C. Durante el proceso, la álcali-celulosa que tiene un tinte ligeramente crema, ya cambiando gradualmente su color a amarillo, rojo anaranjado y café. Cuando la operación ha terminado es muy conveniente recuperar los vapores de sulfuro de carbono. Para esto hay varios procedimientos; uno de ellos consiste en extraer por medio de una bomba los vapores que están en el interior del xantador sometiéndolos, después a fuertes presiones con objeto de licuarlos. Otros métodos consisten en desplazar el sulfuro de carbono con gases inertes como bióxido de carbono y nitrógeno.

Siendo el sulfuro de carbono sumamente inflamable a la vez que venenoso, se hace indispensable tomar muchas precauciones en el cuarto destinado a la xantación. Es evidente que por muchas precauciones que se tengan, siempre habrá algún escape de vapores de sulfuro de carbono por lo que los obreros que trabajen en este almacén deberán estar provistos de mascarillas, además de que en dicho almacén deberá haber ventiladores especiales con objeto de expulsar al exterior el aire viciado. Los vapores de sulfuro de carbono mezclados con el aire producen una mezcla muy explosiva por lo que debe tenerse mucho cuidado con la instalación eléctrica pues cualquier chispa, ya sea que provenga de los motores, o de los switches, o bien un corto circuito cualquiera, produciría una explosión.

El xantato de celulosa así obtenido, se lleva a otro recipiente donde se mezcla por medio de fuertes brazos de hierro que están girando lentamente; en este mismo aparato se va agregando poco a poco una solución de sosa cáustica de 3% hasta que la viscosa así formada contenga de un 7 a 8% de celulosa y 6 a 7% de álcali calculado como hidróxido de sodio. El mezclado dura de cuatro a seis horas a una temperatura de 15-20 grados C., que se regula por medio de circulación de agua entre la doble envoltura que tiene el mezclador. Cuando

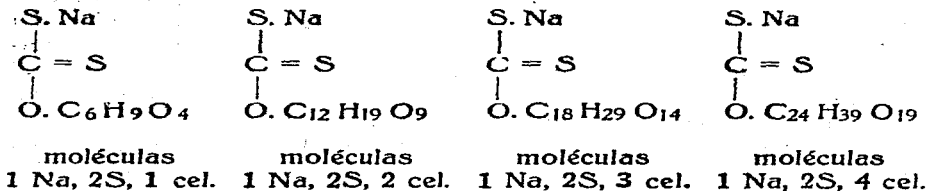
la viscosa está, bien homogénea, se suspende el mezclado y se lleva a grandes tanques almacenadores donde se va a verificar el madurado.

D.—Maduración y filtración

El madurado está considerado como la operación más importante en la fabricación de seda artificial a la viscosa, no tan sólo por la serie de transformaciones y reacciones que se verifican en el seno de la viscosa a medida que pasa el tiempo, sino porque del buen control químico de todas estas reacciones que se forman, depende la calidad y finura del producto final.

La viscosa recientemente preparada no está en condiciones para poderse hilar debido a su baja viscosidad y por esta causa se deja en reposo o maduración durante un tiempo que oscila entre 4 y 6 días, para que por sí sola y por los cambios que sufre en la molécula el xantato de celulosa, llegue a adquirir una viscosidad determinada para poderse hilar.

El proceso se explica de la manera siguiente: Debido al exceso de sosa cáustica presente, los residuos de ditiocarbonatos gradualmente van aumentando dando lugar a la formación de productos tales como sulfuros y tiocarbonatos que hacen que la solución de viscosa no sea estable. En la molécula de Xantato de celulosa, la celulosa sufre una polimerización gradual a medida que pasa el tiempo.



La velocidad del madurado varía directamente con la temperatura. Cuando aumenta la relación entre la cantidad de celulosa y el azufre combinado, el grado de solubilidad del xantato de celulosa disminuye progresivamente hasta llegar a solidificarse.

Antes que se solidifique el xantato de celulosa, es cuando está apto para hilarse. En la práctica, este grado de madurez se determina por varios procedimientos entre los cuales están los métodos físicos y los métodos químicos. (Véase 4a. parte).

Durante la maduración se somete la viscosa al filtrado con el objeto de dejarla libre de cualquier partícula sólida que pudiere contener. El filtrado se efectúa en el mismo local y a la misma temperatura que el madurado, es decir, a 15 grados C., por lo que se hace indispensable que el local esté siempre a la misma temperatura, ya sea en invierno o bien en verano, por lo que generalmente se usan aparatos especiales reguladores de dicha temperatura.

Los filtros prensas (1) utilizados para este objeto, están formados por varias placas cuadradas colocadas una junto de la otra.

Estas placas están forradas por telas a base de algodón y que están hechas de un tejido muy fino y cerrado. En el centro, las placas tienen una abertura cilíndrica por donde entra la viscosa que va a ser filtrada, a una presión de más o menos tres atmósferas. Las placas tienen un rayado especial de modo que la viscosa una vez filtrada, va a dar a una salida común que tienen todas las placas. El número de placas que se usa es generalmente de diez. Para que la viscosa quede exenta de partículas sólidas insolubles, es necesario que cuando menos se le pase tres veces, por los filtros prensas. En las fábricas, esta operación se efectúa con la ayuda de dos grandes tanques cilíndricos haciendo pasar la viscosa de un tanque a los filtros prensa y luego al otro tanque por medio de aire comprimido a una presión de siete u ocho atmósferas.

Cuando la viscosa se va a emplear en la fabricación de la seda artificial, se hace indispensable quitarle todas las burbujas de aire que contiene, pues de otro modo al ser hilada la seda el hilo se rompería; pudiera suceder que el hilo no se rompiese al hilarse quedando entonces la burbuja de aire en el interior del hilo cosa que lo debilitaría mucho. Con objeto de eliminar estas burbujas de aire que provienen del batido de la viscosa, se conectan los tanques de reposo a una bomba de vacío. También se puede eliminar este aire por medio del reposo pues de este modo las burbujas de aire van subiendo a la superficie. Este procedimiento no se emplea por lo tardado que es.

E.—Usos de la Viscosa

La viscosa preparada del modo como lo cité antes, está en condiciones de poderse emplear para la fabricación de seda artificial. Esto no quiere decir que sea su única aplicación y si bien es cierto que es donde más se le usa, también es usada en muchas otras industrias

(1) Filtros prensas construídos por Maschinenfabrik und Eisengiesserei Wegelin, Alemania.

entre las cuales se cuentan las siguientes: fabricación de Cellophane, vidrio artificial, crin artificial, capuchones para lámparas de alcohol o gasolina, tapones impermeables para botellas que contengan medicinas y demás productos farmacéuticos. Se usa también para mezclarla con el papel con el objeto de darle mayor resistencia y brillo.

Debe tenerse en cuenta que según el producto que se va a obtener, el tiempo que debe dejarse la viscosa en maduración varía. En el caso presente, únicamente trato la maduración de la viscosa para la fabricación de la seda artificial puesto que es el tema que desarrollo.

F.—Agua empleada

Condiciones que debe llenar el agua para su empleo en la fabricación de seda a la viscosa

Para la instalación de una fábrica de seda a la viscosa, es requisito indispensable fijarse en la calidad de agua que se va a emplear, pues de no ser un agua pura o fácilmente purificable por métodos químicos, es preferible construir la fábrica en otro lugar apropiado donde se pueda contar con agua buena.

Hoy en día existen muchos procedimientos para la purificación de las aguas, pero son muy contados los casos en los cuales dichos procedimientos sean costeables industrialmente por lo que se requiere, ante todo, un análisis químico del agua que se va a emplear para poder deducir del número de impurezas que contenga, si es o no costoso para su empleo.

De las aguas usadas en la industria es indudable que la mejor sería la destilada, pero casi siempre se dispone de ella en cantidades muy cortas por lo que únicamente se le puede emplear en las operaciones principales. En cambio el agua de condensación si no es tan pura como la destilada, tiene la ventaja de que se puede disponer de ella en cantidades más o menos grandes, pues generalmente se le encuentra en las fábricas. En caso de que sólo se pueda disponer de ella en cantidades cortas, debe procurarse su empleo en las operaciones principales, como por ejemplo, en la obtención de las soluciones de viscosa.

De las aguas naturales la mejor es el agua de lluvia, pues está exenta de sales de calcio; no obstante, contiene otras impurezas aunque en corta escala, pues al caer, en su paso por la atmósfera, arrastra consigo substancias tales como N, O, CO² y a veces pequeñas can-

tidades de NH_3 y O_3 así como algunas materias insolubles que provienen del polvo que existe en la atmósfera. Esta agua se puede emplear sin temor ninguno previa filtración, con filtros especiales de arena.

Las aguas naturales que provienen de ríos, lagunas, lagos, etc., contienen siempre en solución sales minerales debido a que en su curso, disuelven substancias propias del terreno que recorren.

Hay aguas que contienen en solución sales de calcio en la forma de sulfato; éstas son las aguas llamadas permanentemente duras. Se caracterizan porque no se les puede emplear en el cocimiento de legumbres. A medida que aumenta su por ciento de calcio, disuelven menos el jabón, propiedad en la cual está basada la determinación de la dureza de un agua por medio del "grado hidrotimétrico". Esta clase de aguas no se deben emplear en la purificación de los algodones, puesto que en el tratamiento que se sigue se emplea sosa cáustica que forma con la grasa que tiene el algodón, un jabón soluble y las sales de calcio presentes en el agua descompondrían el jabón sódico formado.

Estas aguas se pueden corregir químicamente adicionándoles carbonato de sodio el cual, con el sulfato de calcio que contiene el agua, forma carbonato de calcio insoluble que se puede separar por filtración.

Las aguas que provienen de pozos y manantiales, o sean las aguas subterráneas, contienen en solución bicarbonato de calcio. Esto es debido a que al atravesar capas internas de la corteza terrestre están sujetas a presiones muy fuertes en virtud de las cuales retienen CO_2 y cuando llegan a pasar por terrenos calcáreos, disuelven grandes cantidades de carbonato de calcio el cual queda bajo la forma de bicarbonato. Estas aguas son las llamadas temporalmente duras.

Su empleo exige una previa purificación química, pues por ningún motivo se deben emplear al estado natural por los grandes perjuicios que ocasionaría en el hilado de la seda. Estas aguas precipitan por ebullición carbonato de calcio que contienen, y muchas veces aun por simple reposo se entubian; por lo que no se emplean para preparar las soluciones de viscosa, puesto que el precipitado que se forma no obstante que sean partículas muy finas, se va a depositar en los tubitos por donde la seda es hilada, debido a que el diámetro de estos tubitos es sumamente pequeño (0.1-0.02 mm.), y ocasionaría que constantemente se obturara la salida del hilo provocando interrupciones y pérdidas de tiempo en el hilado.

La dureza temporal de estas aguas se puede corregir por tratamientos distintos. El más usual consiste en hervirlas y después de haber estado un buen tiempo en reposo, decantarlas para quitarles el precipitado de carbonato de calcio.

Otro tratamiento consiste en tratarlas por cal para formar carbonato de calcio en presencia de CO^2 . El carbonato de calcio se elimina por filtración. También se logra precipitar el CaCO^3 eliminando al agua, el CO^2 por medio de una agitación con corriente de aire.

Las aguas minerales son aquellas que contienen en solución una cantidad mayor de sales que las aguas comunes, pudiendo tener una o varias de estas substancias. Según la sal que contengan en mayor cantidad, se les divide en:

Aguas Sulfuradas.

Aguas Bromuradas.

Aguas Yoduradas.

Aguas Cloruradas.

Aguas Ácidas.

Aguas Alcalinas.

Aguas Selenitosas.

Aguas Carbonatadas.

Aguas Salitrosas, etc., etc.

Estas aguas se aprovechan muy pocas veces en la industria por ser defectuosas para su empleo y porque su purificación es algunas veces, bastante cara y complicada.

TERCERA PARTE

Fabricación de la seda artificial

A.—Hilado.

B.—Coagulación.

C.—Acabado.

A).—**Hilado.** Una vez que la viscosa tiene el punto de maduración necesario y sin contener ya burbujas de aire, así como partículas sólidas en suspensión, se procede a hilarla.

En la manufactura de la viscosa, o más bien dicho, en la manufactura de la seda artificial, se usan varios tipos de sistemas así como de maquinaria para el hilado.

Los dos procedimientos más importantes que se usan para este objeto son:

Hilado por medio de bobinas.

Hilado por medio de cajas centrífugas.

Comparando cada uno de estos procedimientos que se usan para el hilado, he llegado a la conclusión de que el mejor y el que ofrece mayores ventajas a la industria es el hilado por medio de las cajas centrífugas.

En el procedimiento por medio de bobinas el hilo una vez coagulado, es enrollado en bobinas que giran a una velocidad igual a la de salida del hilo del hilador, cosa bastante difícil de obtener en la práctica. Además, es necesario utilizar otra máquina con objeto de torcer el hilo. En cambio, por el procedimiento de las cajas centrífugas el hilo al salir del hilador es enrollado y torcido a la vez.

Atendiendo a lo antes dicho y teniendo en consideración lo defectuoso que resulta el procedimiento del hilado por medio de bobinas, únicamente voy a describir el proceso del hilado usando cajas centrífugas.

Para mayor comprensión doy el diagrama de la fig. 4.

La viscosa entra por el tubo de vidrio A, que viene del filtro de bujía y sale por el hilador J. El hilo formado pasa a través de la so-

lución coagulante y es transportado por medio de la polea giratoria P hacia el embudo F. Enseguida pasa el hilo hacia la caja centrífuga B, donde debido a la fuerza centrífuga ocasionada por la alta velocidad de rotación con que dichas centrífugas giran, es enrollado y a la vez torcido sobre las paredes laterales de la caja.

Considerando que la velocidad periférica de la polea sea de 20 metros por minuto, y que la velocidad de la centrífuga sea de 6,000 r. p. m., entonces el torcido producido por el hilo será:

$$\frac{6000}{20} = 300 \text{ vueltas por metro.}$$

En la práctica se regula la velocidad de salida del hilo y la velocidad de rotación de las centrífugas con objeto de obtener hilo con un número de vueltas que generalmente oscila entre 75 y 125 por metro.

Las partes esenciales de que consta una máquina hiladora son las siguientes:

Bomba.
Filtro.
Hilador.
Polea.
Embudo.
Caja centrífuga.

Bomba.—Este aparato es uno de los más indispensables en toda máquina hiladora; porque de su buen trabajo depende la uniformidad del hilo producido.

Los tipos más usados de bombas son: la bomba de pistón y la bomba de engranes. Esta última es la más aceptada en la industria por las ventajas siguientes:

- 1.—Es de construcción muy sencilla.
- 2.—Se puede limpiar fácilmente.
- 3.—Su tamaño y su peso que es aproximadamente de 3 kilos la hacen muy manuable y barata.
- 4.—Debido a su construcción se elimina por completo la entrada de cualquier burbuja de aire.

Estas bombas de engranes tienen algunas desventajas sobre las de pistón, se desajustan al cabo de poco tiempo de trabajo por lo que hay que componerlas muy seguido.

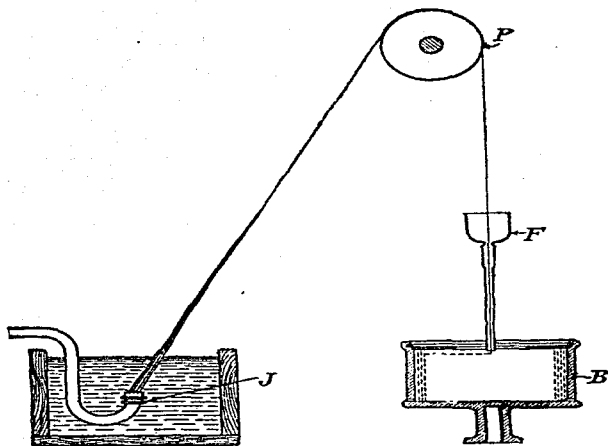


Fig. 4. Diagrama del Hilado.

La bomba de engranes está formada, como su nombre lo indica, por dos engranes cicloidales que al girar llevan en el espacio formado, por dos dientes del engrane, una determinada cantidad de viscosa; bombeándola de este modo al otro lado de la caja que cubre los engranes y por donde está el tubo de salida de la viscosa.

Estas bombas (1) trabajan a 10-12 r. p. m., dando un gasto de viscosa de 0.65 cc. por cada revolución. Todas sus piezas están perfectamente ajustadas y probadas a una presión de cuatro atmósferas.

Filtro.—A pesar de que la viscosa ha sido filtrada varias veces en los filtros prensa, todavía se le da una última filtrada antes de ser hilada. Para este fin se emplean filtros de bujía.

Los más usados son los implantados por Tophan. Constan de una envoltura de ebonita, vulcanita o asbesto-bakelita. En el interior está el cuerpo del filtro junto con la tela que va a servir para filtrar. Las telas que se usan son batista, calicó o nansú, siendo su tejido muy fino. La viscosa entra por la parte de abajo, se filtra en el interior y sale en la parte de arriba por un tubo doblado en forma de cuello de ganso y que termina con el hilador.

Hilador.—Estos son unos pequeños cilindros que están cerrados por un extremo; teniendo por el otro extremo una ceja con objeto de conectarlos con el tubo de salida del filtro-bujía. El extremo cerrado del cilindro está perforado por agujeros muy pequeños a través de los cuales va a ser hilada la viscosa. El tamaño de los cilindros hiladores es de 12 mm. de diámetro y 8 mm. de largo. El número y diámetro de agujeritos depende del grueso de hilo que se quiera obtener variando su número desde 1 hasta 200 o más. Su diámetro varía también, desde 0.1 mm. hasta 0.002 mm.

En la práctica el número de agujeritos que más se emplea varía entre 12 y 40, y la tendencia es a producir con un número determinado de filamentos, el menor Denier (2) posible, de donde se deduce que mientras menor sea el diámetro de las perforaciones mejor será la calidad del hilo producido.

En las fábricas alemanas se ha estado produciendo actualmente seda con un Denier de 100 con un número de filamentos de 30 a 40.

Debido a que los hiladores están constantemente sumergidos en el baño coagulante formado por ácidos, es indispensable que el material de que estén contruídos sea ácido resistente.

(1) Construídos por Arend & Weicher, Berlín.

(2) Un Denier según el sistema de unidades italiano y que es el mundialmente aceptado, es el peso en miligramos de nueve metros de hilo.

En un principio se les construyó de vidrio, pero no dieron el resultado deseado, pues a pesar de que eran baratos, eran muy frágiles y con cualquier golpe se rompían, además de que el hilo resultante salía muy grueso por no poder hacer los agujeritos de diámetro pequeño. Actualmente se les construye de metales nobles y principalmente de ligas de ellos. Las ligas más usadas son: Platino-Iridio (90% de Pt.), Oro-Platino (70% de Au). Algunas veces se usan también el paladio y el Rutenio.

Los hiladores de bakelita no los aconsejo ni hago mención de ellos, por el grave inconveniente que tienen de no poderse limpiar por ignición.

Polea.—Se emplean con el objeto de llevar el hilo, ya coagulado al pasar por la solución coagulante, y que proviene del hilador, hacia el embudo que comunica con la caja centrífuga. Se les construye de ebonita o de vidrio con el objeto de que no sean atacados por la solución coagulante que lleva el hilo.

Embudo.—Su objeto es guiar el hilo de modo que caiga verticalmente a la caja centrífuga. Tienen una cola bastante larga y se hacen casi siempre de vidrio.

Caja centrífuga.—El hilo penetra a ella en ángula recto con ayuda del embudo.

Son cajas construídas casi siempre de aluminio y forradas en el interior con ebonita. Giran a altas velocidades casi siempre entre 5,000 y 6,000 r. p. m., por lo que es muy necesario acondicionarlas muy bien para que estén perfectamente bien niveladas. En la parte inferior de estas cajas centrífugas, está colocado un pequeño motor que es el que mueve la caja. Estas cajas están construídas de tal modo que permiten sacar fácilmente la seda enrollada pues no son cilíndricas sino que tienen una forma cónica. Su diámetro es de 16-18 cms., y su altura 7-9 cms.

Estas cajas contienen casi siempre dos envolturas; una interior que está perforada por pequeños agujeros en número hasta de 40 y de 1 mm., de diámetro. Estas perforaciones están hechas con el objeto de que cualquier cantidad de ácido, que todavía pudiere llevar el hilo, sea arrojada, en virtud de la fuerza centrífuga, hacia las paredes de la envoltura exterior de la caja.

Estas cajas tienen una capacidad para enrollar y torcer medio kilo de seda.

Cuando una caja centrífuga va a empezar a enrollar hilo, debe tenerse la precaución de que su tapa esté perfectamente bien ajustada.

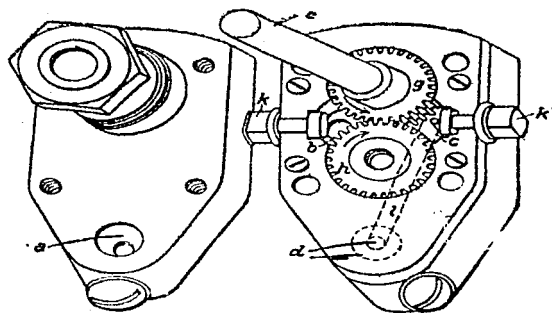


Fig. 5. Bomba de Empaques.

Como precaución, todos los operarios que trabajan en estas máquinas deberán estar provistos de anteojos por cualquier gota de ácido que pudiere saltar.

Las máquinas usadas en la industria tienen de cada lado 20 ó 30 cajas centrífugas, enrollando cada una de estas cajas en un segundo, de 70 a 110 centímetros de seda.

B.—Coagulación

Este tema ha sido muy cuidadosamente estudiado y no obstante de que actualmente existe un número muy grande de patentes distintas para soluciones coagulantes, no se puede decir que el asunto esté ya bien estudiado o que alguna de esas patentes sea la que dé mejores resultados, pues son tantos los factores que intervienen en la coagulación que es muy difícil poderlos comprobar prácticamente.

El objeto que se persigue con esta operación es regenerar la celulosa previa neutralización del álcali que contiene la solución que se ha de hilar. Por consecuencia todos, o casi todos los baños coagulantes están hechos a base de ácidos. El ácido más usado en la práctica es el sulfúrico, empleándose en proporciones de 8 a 11% en volumen.

A los baños coagulantes se les adiciona también de otras sales tales como sulfato de sodio, sulfato de zinc, sulfato de amonio y algunas veces substancias tales como almidón, azúcar y glucosa. El objeto de agregar estos hidratos de carbono al baño coagulante es prevenir a las sales, que forman parte de la composición del baño, de la cristalización que iría a dificultar más adelante en el proceso del devanado.

El ácido sulfúrico se almacena en tanques forrados de plomo de donde se lleva por medio de tuberías a la solución coagulante con el objeto de que ésta permanezca siempre con la misma concentración de ácido, reponiendo de este modo el gastado en la coagulación.

Por el contrario, la proporción de sulfato de sodio aumenta. Esto es debido a la reacción que tiene lugar entre el ácido sulfúrico y la sosa cáustica. El sulfuro de sodio es actualmente recuperado de las soluciones coagulantes según el método de concentración propuesto por Ruhlandwerk, de Berlín. Cuando el licor coagulante llega a tener muchas impurezas, se cambia por licor nuevo.

Con el fin de que el hilo producido sea coagulado uniformemente, es necesario que todos los hiladores estén sumergidos en la misma solución coagulante, por lo que en cada máquina hiladora, que tiene 30 hiladores de cada lado, está colocado un canal largo que tiene la solu-

ción coagulante; de modo que todos los hiladores estén dentro de la misma solución. Se ha calculado que se necesitan 5 litros de la solución coagulante para cada hilador, por lo tanto el canal del baño coagulante deberá tener una capacidad proporcional al número de hiladores.

A continuación doy la composición de algunos baños coagulantes:

Según Bronnert, en experiencias hechas para hilos gruesos:

Sulfato de Sodio..	40 kilos
Acido Sulfúrico..	4 "
Agua..	60 litros

Del mismo autor para hilos delgados:

Sulfato de amonio por litro.. . .	145 grs.	370	600
Acido sulfúrico por litro.. . . .	50 "	50	50
Denier de la seda..	6.6	1.7	1.2

Según patente de Verhave:

Sulfato de magnesio crist.. . . .	30 kilos
Sulfato de sodio..	16 "
Acido sulfúrico..	9 "
Agua..	45 litros

Según patente de Mondon:

Acido sulfúrico..	5 kilos
Acido clorhídrico..	2 "
Sulfato de sodio..	28 "
Agua..	65 litros

En los baños coagulantes hay que tener en cuenta muchos factores que influyen en la dureza y calidad del hilo formado.

Entre otros voy a citar los siguientes que son los principales:

- a). Punto de maduración.
- b).—Longitud del hilo mojado por la solución coagulante.
- c).—Temperatura del baño coagulante.
- d).—Velocidad que lleva el hilo al pasar por la solución coagulante.

Suponiendo una misma concentración de ácido en la solución coagulante, se observa que si el punto de maduración de la viscosa se ha pasado un poco, el hilo resultante será más duro y menos flexible.

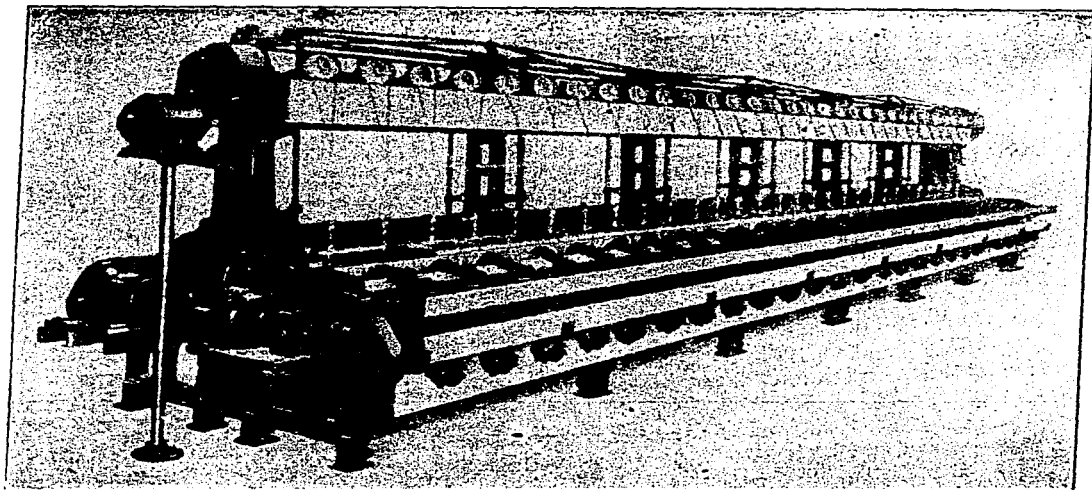


Fig. 6. Máquina Hiladora

Si la longitud del hilo que moja el baño coagulante es muy pequeña y la velocidad con que pasa por esta solución muy grande, observaremos entonces que el hilo no se coagula totalmente y por lo tanto se debilita.

Siendo la temperatura del baño 30°C., la longitud del hilo mojado 20 cms., y la velocidad de salida del hilo 50 metros por minuto, he observado los mejores resultados con las siguientes soluciones:

- | | |
|--|--------|
| 1).—Acido Sulfúrico... .. | 8% |
| Sulfato de amonio... .. | 17.5% |
| Glucosa... .. | 7.5,, |
| Solución de Na ² SO ⁴ | 67.0,, |
| 2).—Acido sulfúrico | 9 ,, |
| Glucosa... .. | 9,, |
| Sulfato de sodio... .. | 12,, |
| Sulfato de zinc... .. | 1,, |
| Agua... .. | 69,, |
| 3).—Acido sulfúrico | 10,, |
| Glucosa... .. | 30,, |
| Solución de Na ² SO ⁴ al 10% . . . | 60,, |

C.—Acabado

Cuando las cajas centrífugas están llenas de seda, se vacían las bobinas así formadas en tablas largas que almacenan hasta 10 bobinas cada una y se colocan dentro de cámaras especiales llamadas cámaras húmedas. El fin que se persigue es no dejar que las bobinas pierdan su humedad, pues si esto llegare a suceder, entonces el ácido, que todavía contienen las bobinas [y que proviene del baño coagulante, se iría concentrando poco a poco alterando y deteriorando a la seda. Estas cámaras húmedas están llenas de vapor.

Devanado.—Las bobinas que provienen de las cámaras húmedas son llevadas a las máquinas devanadoras con el objeto de convertirlas en madejas. Estas máquinas son muy parecidas a las que se usan en las fábricas de hilados y tejidos de algodón. Cada máquina tiene de 20 a 30 marcos devanadores de forma exagonal.

Las formas de estos marcos que van a estar en contacto con la seda están hechos con material resistente a los ácidos debido a que el hilo de seda aún lleva trazas de ácido de la solución coagulante.

Los marcos devanadores giran a una velocidad de 300 r. p. m. y tienen un mecanismo de tal modo adaptado que si el hilo se llegara a romper en uno de ellos por cualquiera circunstancia, el devanador automáticamente se para. El hilo es enrollado en una forma transversal y no paralela con objeto de que la madeja resultante tenga una longitud uniforme. Debe tenerse cuidado de no romper el hilo, pues como está húmedo se ablanda un poco. Los marcos se pueden cambiar con objeto de ajustar la longitud de la circunferencia pudiendo obtener de este modo madejas más cortas o más largas según se desee. Este mismo mecanismo permite quitar las madejas del marco sin que sufran ningún deterioro. Los marcos devanadores tienen una longitud de circunferencia aproximadamente de un metro y enrollan una cantidad de hilo, según sea el Denier, entre 1,500 y 3,000 metros.

Lavado.—Después que la madeja ha sido devanada, se procede a lavarla. Para esto se la coloca en rodillos que están hechos de vidrio o de ebonita. Estos rodillos se utilizan para que el hilo no se enrede. Colocada la madeja en esta forma se la lleva a tinajas que contienen agua que va a servir para eliminar el resto de ácido que contienen dichas madejas, a la vez que lavarlas.

Esta operación se hizo en un principio a mano, pero presentó muchas dificultades pues era muy dilatado y los operarios tenían necesidad de usar guantes para precaverse del ataque del ácido sulfúrico. Actualmente se usa una máquina inventada y patentada por Clayton; donde no sólo se verifica el lavado sino también el desazufrado y blanqueado.

Estas máquinas hacen la operación del lavado en diez minutos.

Es muy importante que el agua no contenga sales de calcio pues precipitaría el sulfato de calcio dañando la seda; tampoco debe contener sales de fierro pues comunicaría a la seda un tinte amarillo o café.

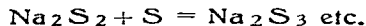
Estirado y Secado.—Una vez que se ha eliminado todo el ácido por medio de lavados, se llevan las bobinas a estiradores formados por tubos paralelos de aluminio de tal modo colocados que se puede aumentar la tensión en la madeja separándolos y ajustándolos por medio de tornillos. Colocadas las madejas de este modo y estando a una tensión determinada, se les introduce en una cámara de calentamiento que tiene el mismo aparato.

En estas cámaras o túneles que están a 40-60° C., las madejas

van de un extremo al otro de dicho túnel con un movimiento lento debido a un mecanismo adecuado. De este modo, las madejas durante su recorrido reciben aire caliente, que proviene de unos ventiladores y que ha sido calentado por medio de tubos por los cuales circula vapor. Cuando la madeja llega al otro extremo del túnel, debe estar completamente seca.

El fin que se persigue al estirar y secar a la vez, es que los hilos de seda no se contraigan al perder su humedad. También por medio de este proceso se le da lustre a la seda.

Desazufrado.—El método para quitar el azufre al hilo consiste en tratarlo por una solución de sulfuro de sodio de 0.75-1% a una temperatura de 40-50° C., durante 20 minutos. De este modo el azufre que contiene el hilo, reacciona con el sulfuro de sodio para formar polisulfuros.



De este modo se forman compuestos en el azufre de peso molecular elevado. Cada 10-15 días hay que agregar nueva cantidad de sulfuro de sodio, pues la solución se va debilitando debido a que los polisulfuros a medida que aumenta su peso molecular disuelven menos el azufre.

Hay otros métodos usados para el desazufrado. Uno de ellos es el que usa la Dupont Rayon Co. de E. U., y que consiste en tratar el hilo por soluciones diluidas de sosa cáustica a la cual se ha adicionado de 0.025 a 0.1% de cianuro de sodio.

Con el desazufrado la seda pierde el color amarillo café debido a la presencia del azufre.

Después del desazufrado, las madejas son lavadas con agua fría a presión, después con una solución muy diluida de HCl (0.5%), y finalmente con agua otra vez.

Blanqueado.—Como con el desazufrado los hilos no quedan completamente blancos, hay que tratarlos con una solución de hipoclorito de sodio que contenga alrededor de 0.05 a 0.1% de cloro activo con el objeto de oxidar la materia colorante. Hay que tener mucho cuidado en esta operación, porque cuando se usan estas soluciones de hipoclorito en exceso, la celulosa se transforma en oxi-celulosa que es mucho más débil, alterando así la composición de la seda y por consiguiente debilitándola.

Enjabonado.—Esta operación se hace con el objeto de suavizar

el hilo a la vez que lavarlo. Los jabones más usados son el de Marsella (jabón de aceite de olivo) y el Monopole (jabón sulfonado de linaza). El enjabonado se verifica a 50-60° C. durante dos horas.

Secado.—Después de que han sido enjabonadas las madejas, se les exprime hasta eliminarles la mayor cantidad posible de agua y enseguida se llevan a túneles semejantes a los ya descritos al hablar del estirado, donde se les acaba de secar, no totalmente sino hasta que contengan una cantidad de humedad aceptada por el Comercio como máxima. (Entre 10 y 12%).

Escogido.—La seda artificial ya terminada, es cuidadosamente escogida y clasificada según sea su lustre, color y defectos que pudiera tener, en seda de 1a. clase, seda de 2a. clase y seda de 3a. clase. Finalmente, ya escogida en esta forma, se colocan las madejas en paquetes de 3, 7 y 10 kilos. La seda acondicionada de este modo es mandada a las fábricas de hilados donde se le emplea para hacer tejidos muy variados.

CUARTA PARTE

Pruebas en el Laboratorio

Algodón

Humedad.—La determiné a 102-105°C. por el método usual.

Cenizas.—Por métodos usuales.

Grasa.—Por el método de Soxhlet.

Alfa-celulosa.—5 gramos de algodón previamente secado y extraído con éter, los traté con 50 cc. de solución de hidróxido de sodio de 17.5% a 18°C., durante 45 minutos. Agregué 50 cc. de agua y filtré en un embudo de Buchner. El residuo de celulosa lo lavé con 200 cc. de solución de hidróxido de sodio al 8%, enseguida lo acidulé con 50 cc. de ácido acético al 10%, lo lavé bien con agua caliente, lo sequé a 105°C., y lo pesé; el peso obtenido es la alfa-celulosa.

Beta y gama-celulosa.—El filtrado alcalino de la operación anterior lo llevé a 500 cc. agregando agua. Tomé 50 cc. de este filtrado y lo traté con 100 cc. de solución de dicromato de potasio (80 grs: litro), y 100 cc. de ácido sulfúrico de 70%. Se hierve la solución 5 minutos, se enfría y titula con una solución standard de sulfato ferroso amónico, usando ferricianuro de potasio como indicador externo. De la cantidad de dicromato de potasio usado, se calcula la cantidad de beta y gama celulosas presentes por la siguiente ecuación:

$$4K_2Cr_2O_7 + C_6H_{10}O_5 + 16H_2SO_4 = 4K_2SO_4 + 4Cr_2(SO_4)_3 + 21H_2O + 6CO_2$$

de donde se deduce que un gramo de $H^2Cr^{2O}7$ equivale a 0.1375 de celulosa.

Alcali-celulosa

Alcalinidad.—Usé el método de Winkler.

Viscosa

Alcalinidad.—Pesé tres gramos de viscosa en un frasco y los traté con 30 cc. de agua destilada. Agregué 10 cc. de H^2SO^4 normal. Agité

bien dejando después el frasco durante 15 minutos al baño maría. Después de haberse enfriado, titulé el exceso de ácido con solución de NaOH normal, usando anaranjado de metilo como indicador.

Azufre.—25 gramos de viscosa se diluyen en 250 cc. de agua destilada. Se toman 25 cc. de esta solución y se oxidan durante tres o cuatro horas con una solución concentrada de hipoclorito de sodio. La solución se acidifica con HCl y cuando se ha eliminado el Cl, el azufre oxidado se determina como sulfato de bario.

Grado de maduración de la viscosa.—Para esta determinación, usé métodos físicos y métodos químicos.

Métodos físicos.—Estos métodos están basados en la determinación de la viscosidad por medio de viscosímetros. Los más usados son el viscosímetro de Engler en el cual se da la viscosidad en grados Engler, y el viscosímetro de Gibson y Jacobs. En este viscosímetro la viscosidad se determina midiendo el tiempo que tarda en caer una esfera de níquel entre dos marcas hechas en un tubo de vidrio que contiene la viscosa.

Métodos químicos.—Están basados en la coagulación de la viscosa por soluciones salinas de concentración conocida. El primer método que empleé es el de Hottenroth en el cual se aprecia el grado de maduración de la viscosa por la cantidad de cc. de una solución al 10% de cloruro de amonio que hay que agregar a 20 grs. de viscosa diluida en 30 cc. de agua, para obtener una coagulación total.

El grado de maduración que obtuve para la viscosa en condiciones de ser hilada fué de 10 cc. después de 5 días de haber estado en maduración.

El segundo método que usé fué el del "Punto de sal".

El "Punto de sal" significa la concentración de una solución de sal común suficiente para coagular una gota de viscosa. Para una viscosa ya madura, es decir, lista para ser hilada, obtuve un punto de sal de 3 grados o sea que necesité una solución de 3% de NaCl para coagular una gota de viscosa dejada caer en el interior de dicha solución.

CONCLUSIONES

Por el estudio anterior se ve, que no sólo se puede emplear el algodón para la fabricación de Seda a la Viscosa, sino que es la mejor de todas las materias primas con que se puede contar, por su riqueza en celulosa.

De todos los algodones conocidos actualmente en el comercio, el que presenta mayores ventajas para su uso como materia prima es el algodón de fibra corta conocido en el comercio con el nombre de BORRA DE PRIMERA.