



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

“CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

PRESENTA

SONIA ALEJANDRA AGUILAR PADILLA



CD.MX.

2017



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.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: **Profesor:** JOAQUIN PALACIOS ALQUISIRA

VOCAL: **Profesor:** CARLOS ANTONIO RIUS ALONSO

SECRETARIO: **Profesor:** BENJAMIN RUIZ LOYOLA

1er. SUPLENTE: **Profesor:** ALEJANDRINA ACOSTA HUERTA

2° SUPLENTE: **Profesor:** MARTHA YOLANDA GONZALEZ QUEZADA

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

LABORATORIO 204: DIVISION DE POSGRADO DEL DEPARTAMENTO DE QUIMICA ORGANICA, FACULTAD DE QUIMICA, UNAM

ASESOR DEL TEMA:

DR CARLOS ANTONIO RIUS ALONSO

SUSTENTANTE:

SONIA ALEJANDRA AGUILAR PADILLA

AGRADECIMIENTOS.

UNAM.

Gracias por brindarme siempre sus puertas abiertas, como la gran casa que es, por los conocimientos adquiridos, y por enseñarme a ser una universitaria para toda la vida, y tener ese gran amor a la U.N.A.M, y ese gran compromiso con mi país.

FACULTAD DE QUIMICA

Gracias por enseñarme a conocer mi camino ante este mundo, a los profesores que siempre dejaron una huella en su enseñanza, conocer a compañeros que marcan nuestras vidas, decisiones que trascienden en nuestras vidas.

DIOS

Gracias por siempre estar conmigo, y saber que después de la tormenta viene la calma. Y ponerme en el lugar adecuado con las personas indicadas, y saber que siempre las cosas pasan por algo.

DR CARLOS RIUS.

Le agradezco y doy gracias por la paciencia, espera y apoyo, que me ha tenido y enseñado, que siempre que después de la tormenta llega la calma, gracias por lo optimista y lo positivo ante la vida, por sus consejos y por creer en mí.

A MI FAMILIA.

Les doy gracias por su espera y comprensión a mis hermanos y mi mamá, mis cuñadas y mi sobrina, a mis niñas que nunca es tarde para una segunda oportunidad, y que el estudio es la mejor herencia para un futuro.

AUSENTES

Gracias en especial a mi papá que esta tesis va dedicada a él, fue una promesa que no tuvo fecha, hasta el día de hoy, donde te encuentres es tu trabajo, amor, y cuidados.

Y por el apoyo de una gran persona que siempre estuvo conmigo, en los momentos más difíciles siempre ha estado conmigo, gracias por apoyarme y echarme porras.

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 2 |
| PROCESO DE TRATAMIENTO DEL CAUCHO | 4 |
| EVOLUCION EN EL DISEÑO DE EQUIPOS PARA PROCESAR ELASTOMEROS. | 5 |
| OBJETIVO | 11 |
| ANTECEDENTES Y DESARROLLO HISTÓRICO DEL PROCESO DE CALANDRADO | 12 |
| EQUIPOS AUXILIARES EN EL PROCESO DE CALANDRADO | 24 |
| PROCESO EXPERIMENTAL | 28 |
| MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE VULCANIZADO | 28 |
| PRODUCTOS OBTENIDOS POR EL PROCESO DE CALANDRADO | 29 |
| DESARROLLO | 38 |
| PLANOS DE LA CALANDRIA | 40 |
| DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO | 42 |
| DESCRIPCION DEL PROCESO DE CALANDRIA | 43 |
| PROPIEDADES FISICOQUIMICAS | 44 |
| RESINAS DE CLORURO DE POLIVINILO | 44 |
| TELAS DE ALGODÓN Y POLIESTER | 45 |
| CONTROL DE CALIDAD DURANTE EL PROCESO DE LAMINACION | 45 |
| CALCULOS Y RESULTADOS DE LA CORONA | 46 |
| RECTIFICACIÓN DE RODILLOS DE CALANDRIAS | 47 |
| CONCLUSIONES | 58 |
| REFERENCIAS | 59 |

INTRODUCCIÓN

El caucho natural, es conocido desde hace miles de años en América. Existen varias plantas y árboles que producen poliisoprenos, como un líquido blanco y lechoso, por la textura y la apariencia también se le conoce como látex. A partir de este líquido viscoso usando procedimientos desarrollados desde la antigüedad se podía coagular en un material elástico y darle aplicaciones prácticas.

El caucho natural se puede obtener de diferentes plantas, una de ellas es la especie *Hevea Basilienses*, de la familia de las *Euforbiáceas*, originaria del Amazonas. Otra es el árbol del hule *Castilla elástica*, originaria de México (de ahí el nombre de hule).

En las plantaciones de estas especies se recoge el látex, a través de un corte diagonal en ángulo hacia abajo de la corteza del árbol, con una extensión de un tercio o la mitad de la circunferencia del árbol, el látex exuda desde el corte y se recoge en recipientes, se tamiza, para quitar impurezas.

Se ha utilizado desde la época prehispánica para la fabricación de pelotas, instrumento principal en el juego de pelota. Este era un deporte religioso y simbólico que practicaban los nativos de México. Los pueblos mesoamericanos procesaban el caucho ya hace 3000 años, muy anterior al proceso de vulcanización, descubierto a mediados de 1800, en Inglaterra.

Los mayas también hacían un tipo de zapato de goma sumergiendo sus pies en la mezcla de látex y añadiendo sustancias para coagular. Aunque los antiguos mesoamericanos no contaban con procesos de vulcanización modernos, desarrollaron métodos orgánicos para tratar el caucho con resultados similares, mezclando el látex crudo con varias *salvias* y jugo de otras enredaderas en particular la *Ipomea alba*, la cual es muy rica en compuestos sulfurados, y mediante el calentamiento de las mezclas se obtenía un material vulcanizado.

Los arqueólogos han recuperado cientos de ejemplares antiguos mesoamericanos entre los que se encuentran objetos de caucho, a ser estudiados científicamente dieron la pauta de que los métodos de procesamiento de caucho tradicionales en esos tiempos ya eran conocidos.

Dentro de las propiedades que se conocían desde la antigüedad están la elasticidad que produce el rebote de las pelotas, conocían su impermeabilidad, por lo que lo untaban sobre sus ropas para protegerse de la lluvia.

Durante mucho tiempo los españoles trataron de imitar los productos resistentes al agua que los nativos ya habían descubierto. En el continente Europeo el caucho fue de sumo interés, para ello en los 2 siglos posteriores al descubrimiento de América, sin embargo por no conocerse el proceso de vulcanización su uso fue muy limitado.

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

En 1731 el gobierno francés mando en una expedición a Sudamérica, al francés Charles Marie de La Condamie, tuvo en sus manos el látex crudo y pudo darse cuenta de la atribuciones que tenía este producto, de ahí se realizó una 2ª expedición en 1735 con la esperanza de encontrar el árbol de látex.

Pocos meses después se enteró que esos árboles crecían en regiones tropicales de América. Y desde entonces la Hevea, la planta productora de caucho, causo gran interés en Europa.

El químico británico Joseph Priestley descubrió que si frotaba el caucho sobre las marcas del lápiz se borran, de ahí se generó el nombre de rubber para la goma borradora de lápiz.

En 1791 El inglés Samuel Peal patentó el método para impermeabilizar los tejidos, tratándolos con caucho disuelto en trementina.^(*)

En 1839 el inventor estadounidense Charles Goodyear basándose en las averiguaciones de los químicos anteriores descubrió que tratando térmicamente el caucho con azufre desaparecían las propiedades no deseables del caucho, y se obtenía un material seco al tacto y con propiedades elásticas (esto ya se había logrado en México 300 años antes).

(*)trementina, o aguarrás es un líquido incoloro Con olor fuerte como desinfectante y disolvente de pintura . Se extrae del árbol del Ocote, siendo como pino de Ocote

PROCESO DE TRATAMIENTO DEL CAUCHO.

El látex extraído se tamiza, se diluye en agua y se trata con ácido para que las partículas en suspensión en el látex se aglutinen, es muy importante el pH al que se acidifica, debe de estar entre 4.8 a 5 ya que representa el punto isoeléctrico en el que se efectúa la coagulación de hule. Se prensa con unos rodillos para darle forma de capas de caucho de un espesor de 0,6 cm, y se seca al aire o con humo de esta forma dejarlo listo para su distribución.

Al proceso de molienda mecánica se le llama masticación, hace al caucho un material suave y viscoso, los masticadores son de dos tipos; un tipo es el molino de caucho el cual, consiste en dos rodillos que giran en velocidades diferentes en un recipiente para que el caucho se pueda amasar hasta que se quede en condiciones suave y flexible.

Después de la década de 1920 aparece un plastificador tipo Thor que consiste en un sistema helicoidal de velocidad variable, que se coloca dentro de un cilindro, la acción de este tornillo es batir el caucho. Aunque se han diseñado diferentes máquinas de masticación, los molinos horizontales siguen siendo usados extensamente en la industria hulera.

Los mezcladores pueden parecerse a los masticadores pero los rodillos giran en direcciones opuestas, mientras que los rodillos de los masticadores giran en la misma dirección pero a velocidades diferentes, los cilindros de los mezcladores se utilizan principalmente para la preparación de cemento y disolución de cauchos en solventes, estas preparaciones líquidas del caucho se utilizan para impermeabilizar Telas y fabricación de artículos variados.

Las Calandrias son máquinas que consisten de tres a cinco rodillos del mismo diámetro estos operan a la misma velocidad o a diferente, dependiendo del producto que se quiera, las calandrias se usan para el laminado a diferentes espesores y con estas laminas se pueden fabricar una gran variedad de productos, desde suelas para zapatos hasta llantas para automóviles o camiones. Estas láminas son introducidas posteriormente en prensas calentadas, para dar la forma final y vulcanizar el producto.

Vulcanización: Después de que se completó el proceso de formado, la mayoría de los productos del caucho se vulcanizan bajo presión y temperatura elevada. Muchos de los artículos se vulcanizan en moldes que se ponen bajo compresión de presas hidráulicas, o se someten a presión de vapor durante el calentamiento.

EVOLUCION EN EL DISEÑO DE EQUIPOS PARA PROCESAR ELASTOMEROS.

El lavado de caucho crudo, fue prioridad para eliminar los contaminantes que trae debido a las condiciones como se obtiene, se utilizan para ello contenedores, y salas de lavado llevándose a cabo en lugares acondicionados para tal efecto, donde se debe de quitar toda material extraño, por ejemplo; trozos de corteza, hojas, astillas de madera, arena, fibra, materias terrosas, etc. Todo el material extraño debe ser retirado antes que se utilice en los productos manufacturados

Las máquinas para reblandecer el caucho, (figura 1), consisten en tanques con agua caliente, estas construcciones se desarrollaron inicialmente en Alemania, el caucho se colocaba en una cubeta perforada y se baja en otro deposito con agua caliente, donde se dejaba en un periodo de tiempo lo suficiente para reblandecerlo, mediante un sistema de poleas y cadenas se podían manipular pesadas carga de material.

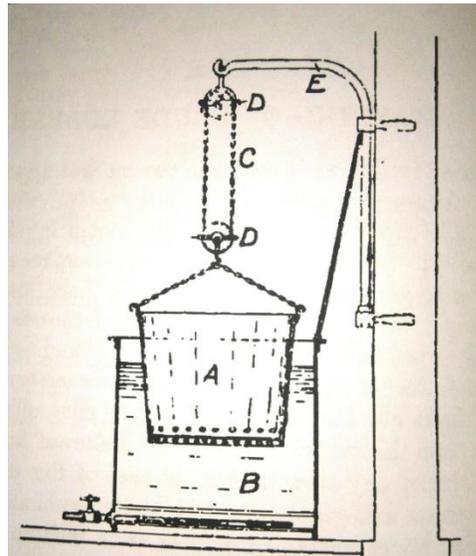


Fig. 1.- ABLANDAMIENTO EN EL TANQUE

Posteriormente pasa a una maquina cortadora, se corta y se desgarran las piezas más grandes a través de un cuchillo circular. En la figura 2 se muestra la maquina encargada de ello, muestra un cuchillo circular que se ajusta a través de una palanca de mano ajustable, a través de la cual se colocan los grumos de cualquier tamaño y se pone sobre la tabla y a través de la palanca es cortada la pieza.

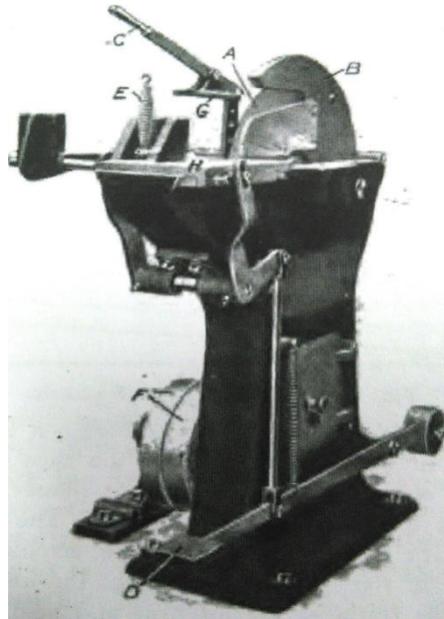


Fig. 2.- MAQUINA DE CUCHILLO PARA CORTAR EL CAUCHO

Y también fueron creadas máquinas para una trituración más fina (fig. 3), que consiste en un tambor que tiene integradas cuchillas, estas realizan cortes de capas delgadas, y se usa un chorro de agua para enfriar las cuchillas, el caucho se coloca sobre el bastidor de la máquina y se mantiene contra la rueda a través de una palanca fija.

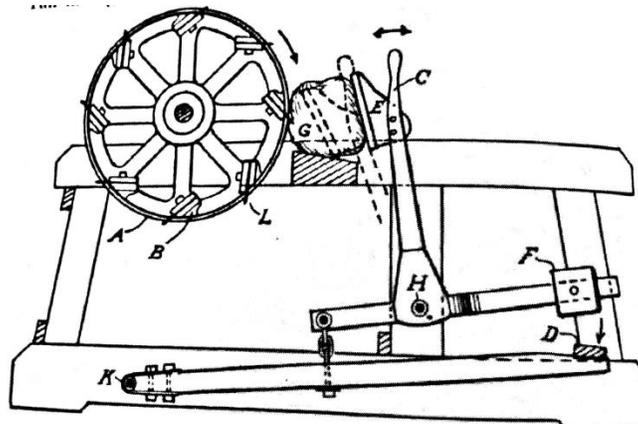


Fig.3.- MAQUINA SHREDDING

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

En la actualidad hay unas cuarenta empresas en el mundo haciendo diferentes tipo de máquinas para hacer esto de una forma más o menos similar. Existen muchos modelos de molinos algunos tienen patrones acanalados u ondulados para lograr una mejor masticación del hule.

Se desarrollaron equipos de 3 rodillos para el lavado de caucho (figura 4), estos pueden manejar cantidades mayores, y tiene la capacidad doble que la máquina de 2 rodillos, en esta máquina los rodillos son la construcción pesada y están provistos de fuertes pernos para resistir el empuje que se produce en la masticación del hule. Su construcción es muy robusta y utiliza motores de gran potencia para poder hacer el trabajo.

Las ranuras o corrugaciones de los tres rodillos son en forma de V, los rodillos vienen en varios tamaños. Su peso aproximadamente es de 7,000 a 12,000 kg. Los rodillos son refrigerados.

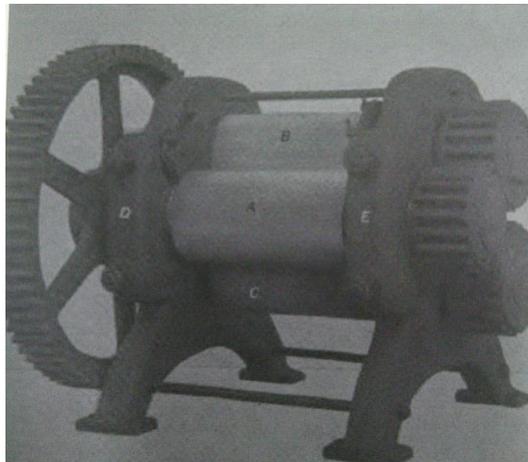


Fig. 4.-MOLINO DE 2 RODILLOS

Posteriormente pasamos a una etapa de secado de caucho. Anteriormente se colocaba el caucho en forma de láminas largas y gruesas colgadas, para que se secan pero el material envejecía, luego vino la sala de secado por tuberías de vapor, mediante ventiladores se produce un movimiento del aire y el exceso de humedad es eliminado con el recambio de aire.

Un sistema más eficiente fue el desarrollo del secador al vacío, implementado en Europa por Passburg, e introducido con éxito en América por J. P. Devine, se ha convertido en un equipo casi imprescindible en las plantas modernas.

La construcción de secadoras especiales de la cual se excluyó la luz solar directa, junto con dispositivos para eliminar el polvo, la suciedad y la regulación de las temperaturas de varios grados de caucho, así como el intento de secar el aire antes de ser admitido en la sala de secado, contribuyo a evitar el deterioro del hule por dichos medios.

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

El hecho es que los dos enemigos de caucho son el calor y el oxígeno y estos elementos son, y siempre estarán presentes, en cualquier sistema de secado por aire caliente. Son agentes que deterioran y su eliminación es esencial para la obtención de un producto de mejor calidad.

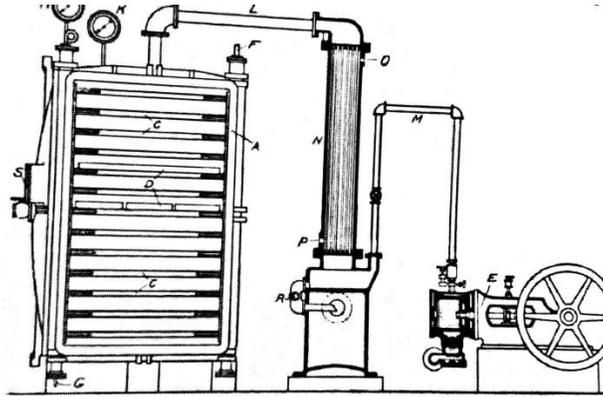


Fig. 5.-SECADORA DE VACIO

En la Fig. 5 se ve el secador, un condensador y una bomba de vacío, con este sistema la humedad del caucho se elimina, al secarse la goma la temperatura aumenta, para evitar el sobrecalentamiento, el suministro de vapor o agua caliente se regula al final del secado, se usan temperaturas más altas al comienzo del proceso de secado para acelerar la evaporación, aunque existe la posibilidad de que el caucho se recaliente en la cámara de vacío, que consiste en una cámara de vacío construida adecuadamente con sus sistemas auxiliares del condensador y la bomba integrados. Para ilustrar el gran ahorro de espacio, una cámara de secado de vacío que tiene una capacidad de aproximadamente dos toneladas de caucho en forma de hoja seca, ocupa un espacio de 2.5m a 4.5m de ancho por 2.7m de largo; y sus auxiliares, el condensador y la bomba, pueden estar convenientemente distribuidos, y trabajar por 10 horas.

Bombas de vacío.

La eficiencia del aparato de secado al vacío depende en gran medida de la bomba utilizada para mantener el vacío. La rápida evaporación a baja temperatura requiere el mantenimiento de un alto vacío. La bomba se muestra en la **Fig. 6** es un buen ejemplo de la bomba del tipo horizontal.

Esta es del doble efecto, impulsada por vapor, el tipo de válvula rotativa en el que la máquina de vapor y la bomba de vacío son directamente conectados y construido con un marco integrado.

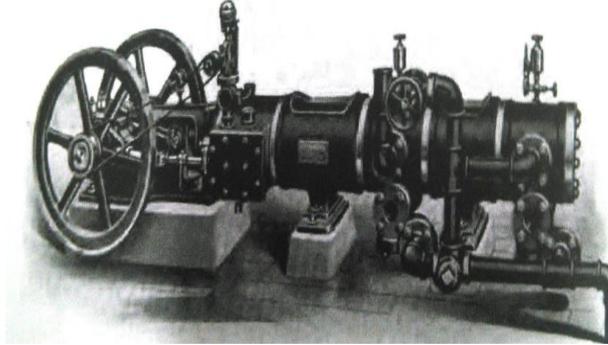


Fig. 6.- BOMBA DE VACIO ACCIONADA POR VAPOR.

Molinos.

Los molinos Fig. 7 consisten en dos rodillos horizontales los cuales giran a diferente velocidad para producir fricción, sirve para preparar el hule para el siguiente paso que es el calandreado. De esta forma se puede acondicionar al hule ablandándolo y pudiéndose incorporar diferentes aditivos para procesarlo posteriormente.

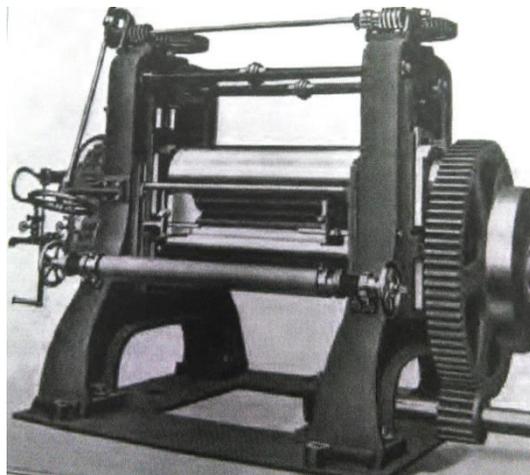


Fig. 7.- MOLINO DE 2 RODILLOS

Calandrias.

Las calandrias, que se utilizan para producir láminas Fig. 8, a partir de las planchas de caucho, constan de uno o varios (a menudo cuatro) cilindros a través de los cuales se fuerzan las planchas de caucho:

La calandria realiza las funciones siguientes: formar, a partir de la mezcla de caucho, una lámina uniforme, de grosor y anchura definidos; aplicar un recubrimiento fino de caucho sobre un tejido (“recubrimiento” o “nivelado”), introducir el caucho en los intersticios del tejido mediante fricción (“friccionamiento”)

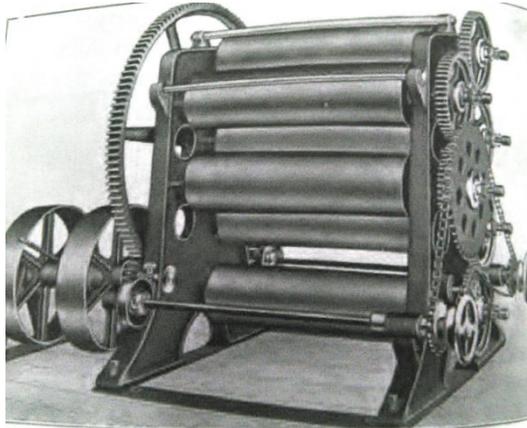


Fig. 8.- CALANDRIA DE 4 RODILLOS.

OBJETIVO.

Es analizar desde el punto de vista histórico como se desarrolló el proceso de Calandrado de polímeros, el cual es uno de los procesos importantes para la formación de películas plásticas y se verá una aplicación práctica de como poder hacer la laminación de una película plástica de PVC (Cloruro de polivinilo), con un material textil como el poliéster, directamente en un equipo de calandrado.

Se analizaran los parámetros involucrados en el proceso y sobre todo las fuerzas ejercidas por el material entre los rodillos, a pesar que son de acero y paredes muy gruesas, las fuerzas presentes son de decenas de tonelada, lo que hace que los rodillos sufran una deflexión.

También se corregirá la deflexión de los rodillos mediante el “coronamiento” de estos, es esencial para el éxito del proceso. Se explicará el caso práctico de la rectificación de rodillos de una calandria para poder hacer la laminación de Cloruro de Polivinilo (PVC), directa sobre tela.

ANTECEDENTES Y DESARROLLO HISTÓRICO DEL PROCESO DE CALANDRADO.

Nos basamos principalmente en la literatura de patentes para poder hacer un análisis histórico de la evolución del proceso de calandrado. Principalmente de las patentes Norteamericanas, ya que estas se encuentran disponibles desde la primer patente otorgada en 1790.

Una de las primeras patentes relacionadas con el procesamiento de polímeros, fue solicitada por Cyrus Algen^[3] el 30 de marzo de 1811, es la patente 1483X, es muy interesante notar que al inicio, las patentes eran escritas a mano, no fue hasta el año de 1836 en el que empezaron a imprimirse y seguir una numeración rigurosa (fig 9). Durante este primer periodo de otorgamiento de patentes, la numeración no era consecutiva. En su patente Alger describe un proceso para la fundición de grandes rodillos de acero colado, que se requerían en la industria del papel, textil y metálica. Este método de función abrió el camino para que esta técnica se pudiera usar en la industria del hule

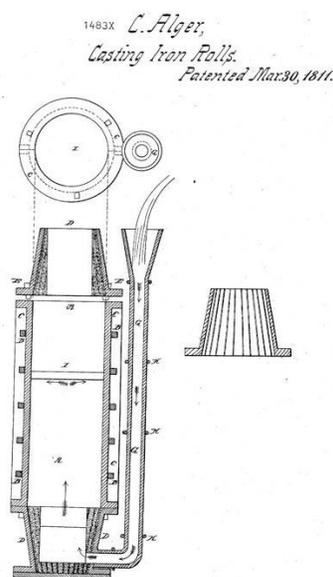


Fig. 9

En agosto de 1836 se solicitó la patente número 16 (con la nueva numeración) por Edwin Chaffee de Roxbury^[4], Massachuset, (fig. 10) consistía en la producción de una gran máquina para “Aplicar hule a telas, cuero y otros artículos”, este monstruo pesaba 30 toneladas y tenía rodillos de una longitud de 1.52 metros de ancho. Esta es la primera patente para una máquina capaz de transformar hule crudo en láminas para diferentes usos.

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

E. M. CHAFFEE.
Making Rubber Fabrics.

Patented Aug. 31, 1836.

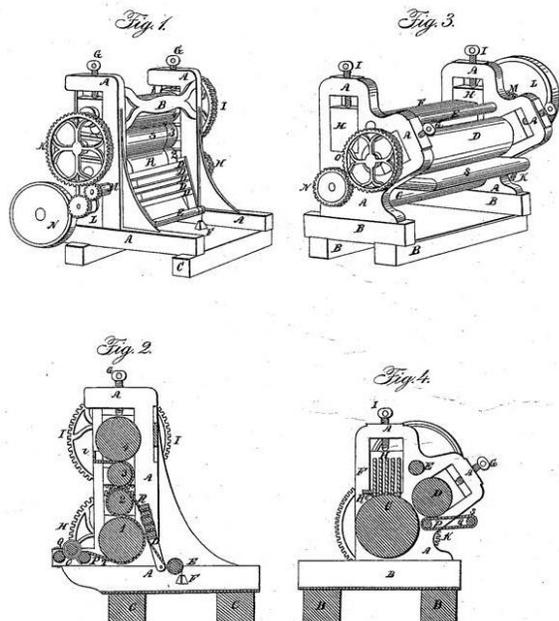


Fig. 10

Para este tiempo, se efectuó el re-descubrimiento del proceso de vulcanización del hule, (después de más de 3,000 años que ya se había realizado en México, pero se había perdido la forma de hacerlo). En 1837 Goodyear desarrolló un proceso usando ácido nítrico para la producción de un hule no pegajoso, se empezó a usar en las bolsas de correo del Gobierno de los Estados Unidos, pero al poco tiempo se dieron cuenta que cuando las temperaturas se elevaban, el material se pegaba y perdía toda sus características. Por lo que fue un total fracaso.

Un par de años después N. Hayward^[5] encontró un proceso de vulcanización y lo registro en la patente número 1,090 del 21 de febrero de 1839, debido a su precaria situación económica vendió los derechos, a Goodyear, consistía en la preparación de una solución de azufre que se añadía al hule y por calentamiento se lograba un producto con las características que se había estado buscando hace muchos años.

Cinco años después Charles Goodyear^[6], el 15 de junio de 1844, registra la patente 3,633 donde se usa una mezcla de azufre con blanco de plomo (carbonato de plomo) para el proceso de vulcanización y a partir de esta fecha se inició el proceso a gran escala del hule con las propiedades adecuadas para ser convertido en una variedad de productos terminales.

Un año después, nuevamente Charles Goodyear^[7], registra la patente 4099 del julio 5, 1845. Consiste en la fabricación de tela a prueba de agua, es un tejido que se compone de tela de medio punto, (tela tejida) semejante a los artículos de calcetería, se aplica goma y es cementada a la totalidad de la superficie, se aplica una o más hojas de capas de caucho interpuestas y conectadas para adherirse. Por esta razón se puede estirar en

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

todas direcciones, y es aplicable en la fabricación de artículos a prueba de agua, propiedades de resistencia a la penetración de aire, agua, estas propiedades son dadas por el caucho elástico.

Pocos años después en Inglaterra en 1849, empieza la producción de hule laminado en gran volumen con la construcción de "Iron Duke" que fue una calandria masiva mandada a fabricar en los USA por "Kingston Mill", el nombre de "Duque de Acero" se le dio en honor al Duque de Wellington, Esta calandria estuvo en producción por más de 120 años hasta que en 1972 la compañía "AVON", que la había adquirido, la saco de producción y fue instalada en el Museo Industrial de Bristol (UK), donde se encuentra en la actualidad. (Fig. 11).

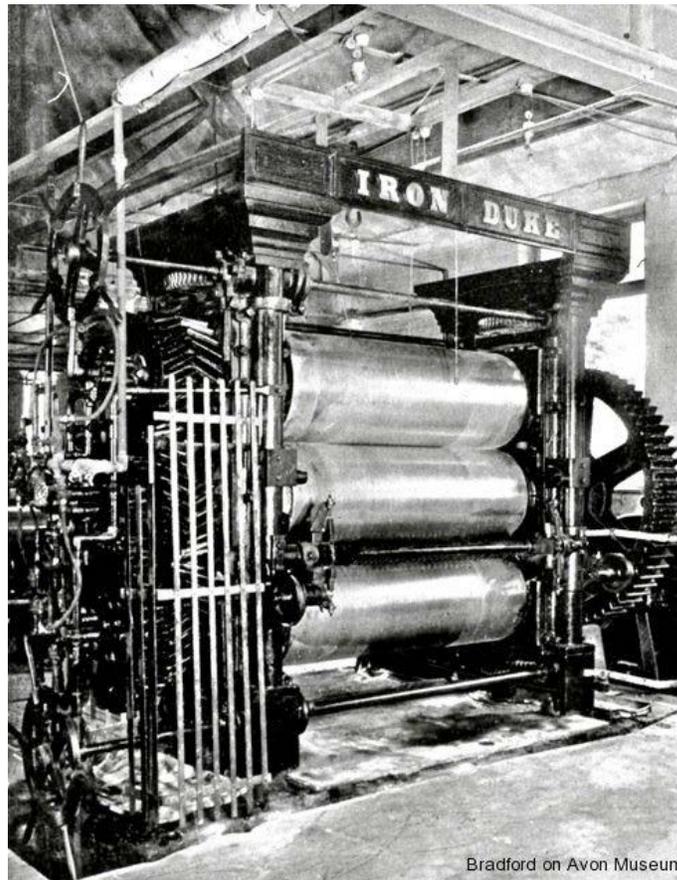


Fig. 11

Durante los años 1850-1860 varias calandrias se desarrollaron para poder tener un control más estricto en el espesor del hule, se hicieron cambios en la forma en que estaban establecidos los rodillos, su diámetro y forma de controlarlos. Un ejemplo de esto es la patente número 25,249 del 30 de agosto de 1859 registrada por Horace H. Day^[8] como "Telas elásticas" La calandria tenía 6 rodillos cuatro de estos estaban en un arreglo

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

horizontal, uno encima del otro y los otros dos se encontraban en la parte inferior del último rodillo, Los cuatro rodillos eran huecos por los que se podían calentar mediante vapor y se obtenía un producto laminado que posteriormente se terminaba de vulcanizar en un cuarto caliente durante varias horas. Fig.12.

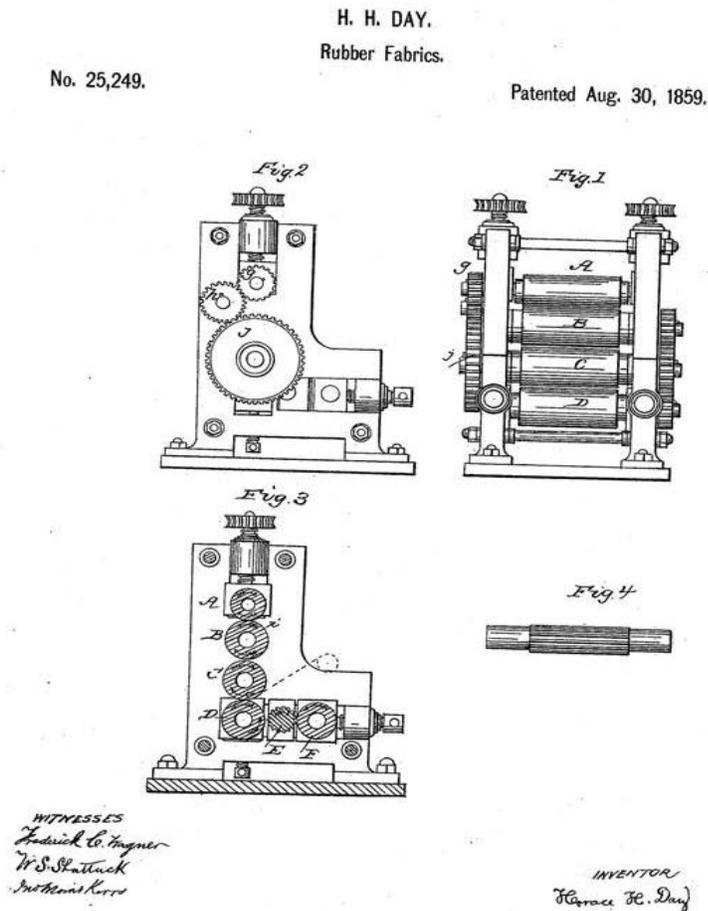


Fig. 12

Uno de los problemas que se presentaba en el proceso de calandrado de la tela, es cuando se tiene que unir dos lienzos de tela para hacer un rollo continuo la costura tiene un espesor mayor, si no hay tolerancia en los rollos metálicos esta costuras son pulverizadas haciendo que el proceso se tenga que parar y volver a iniciarlo, para evitar esto John Macand^[9], residente de EddyStone de Estados Unidos del condado de Delaware. Solicitó la Patente N. 907829 del 29 de diciembre de 1908.

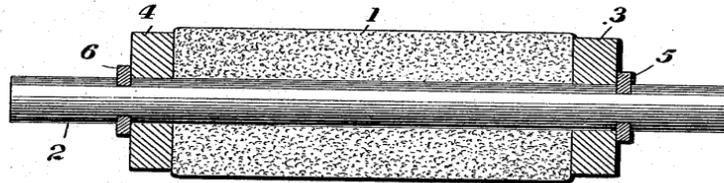
CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

J. MACADAM.
CALENDER ROLL.

APPLICATION FILED SEPT. 3, 1907.

907,829.

Patented Dec. 29, 1908.



Witnesses
J. G. Stimpel
J. J. McCarthy

Inventor
John Macadam
By *Factor, Freeman, Watson & Co.*
Attorneys

THE MORRIS PETERS CO., WASHINGTON, D. C.

Fig. 13

Consiste en las mejoras en los rodillos de calandria, su objetivo fue producir un rodillo con tal características que no se formen hendiduras por las costuras en la tela, cuando pasa por los rollo de metal, hasta tal punto que dañe el acabado obtenido y haciendo un rollo que soporte los efectos de calor pero que a su vez sea elástico durante el proceso de calandrado, (fig., 13).

La innovación consiste en recubrir el rodillo con una capa de fibra de piña que proporciona cierta elasticidad.

Un problema que se presentó los rodillos masivos de las calandrias fue el poder soportarlos de una forma rígida, pero a su vez que se pudiera calibrar la

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

separación entre ellos. En 1922 C.A. Myers^[10] patentó una aplicación muy versátil para este propósito. (Patente 1,406,062)

C. A. MYERS.
CALENDER CONSTRUCTION.
APPLICATION FILED JAN. 9, 1921.
1,406,062. Patented Feb. 7, 1922.
3 SHEETS—SHEET 1.

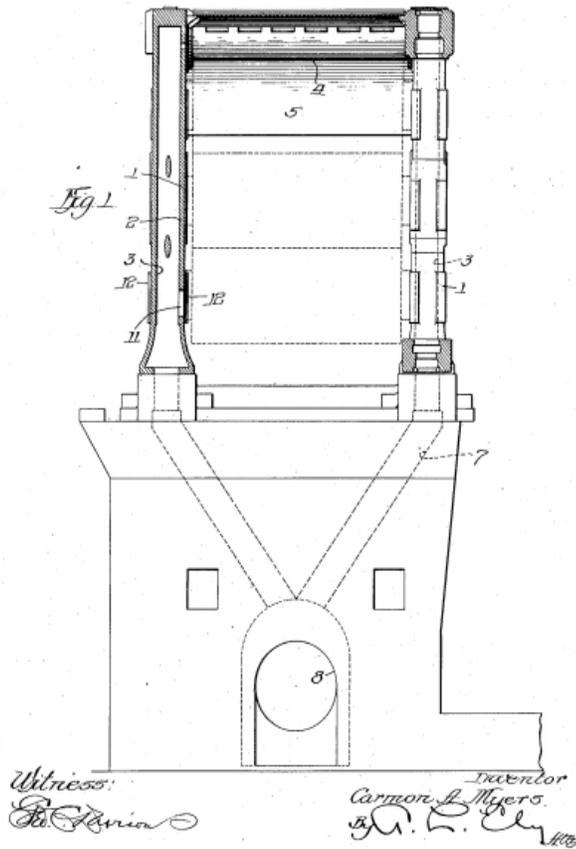


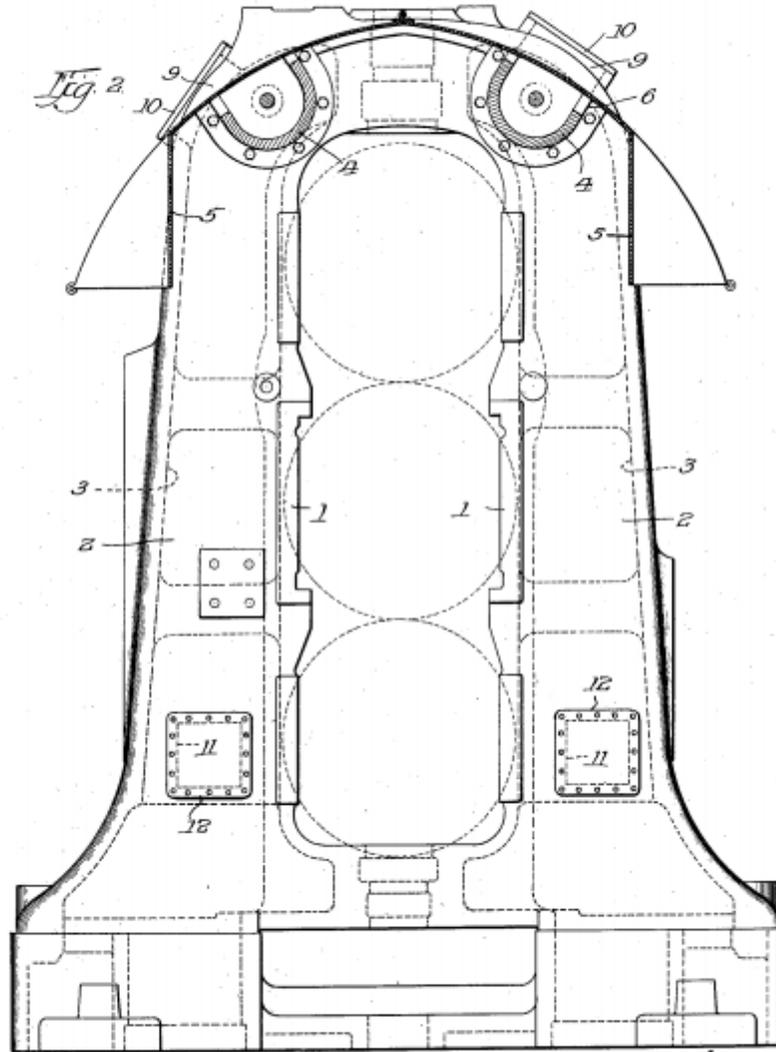
Fig. 14

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

C. A. MYERS.
CALENDER CONSTRUCTION.
APPLICATION FILED JAN. 3, 1921.

1,406,062.

Patented Feb. 7, 1922.
3 SHEETS—SHEET 2.



Witness:
E. J. Myers

Inventor
Carmen A. Myers.
C. A. Myers

Fig. 15

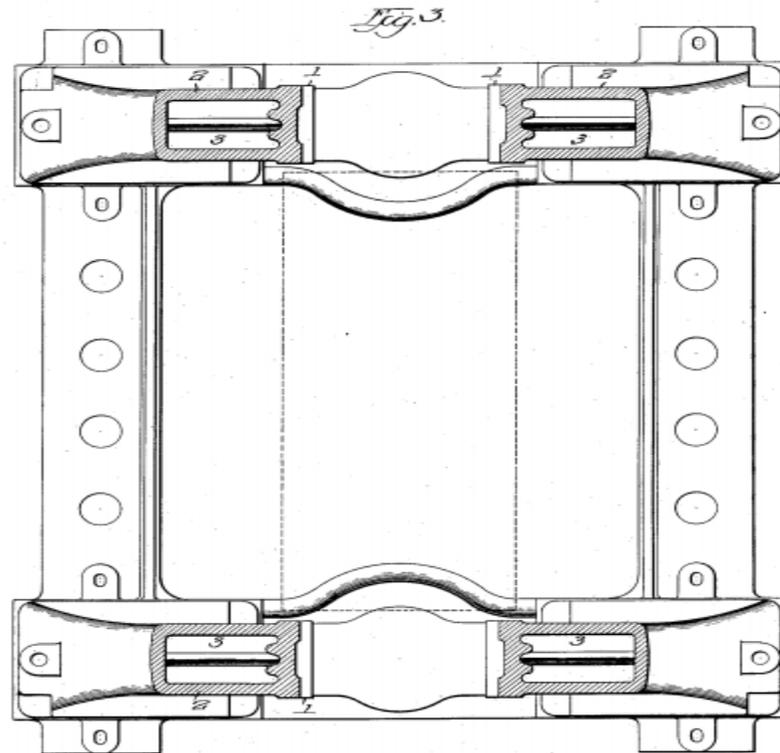
CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

C. A. MYERS.
CALENDER CONSTRUCTION.
APPLICATION FILED JAN. 3, 1921.

1,406,062.

Patented Feb. 7, 1922.

3 SHEETS—SHEET 3.



Witness:
[Signature]

Inventor:
Carmen A. Myers.
[Signature]

Fig. 16

Para lograr un enfriamiento en los soportes se logró introducir sistemas de ventilación que se pueden ver en las figuras 14 a 16. Estando las patas huecas para forzar la ventilación.

En 1924 D.R. Bowen^[11] obtiene la patente 1,492,591 la cual mejora los soportes para los rodillos de las calandrias, fabricando un marco rígido y colocando protecciones para los engranes que mueven a los rodillos, con el fin de evitar accidentes a las personas que están trabajando las máquinas. Es de notar que la rigidez de los marcos es tal que le permite montar el motor para mover los rodillos en la parte superior del marco, transmitiendo el movimiento mediante un piñón. Fig. 17.

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

May 6, 1924.

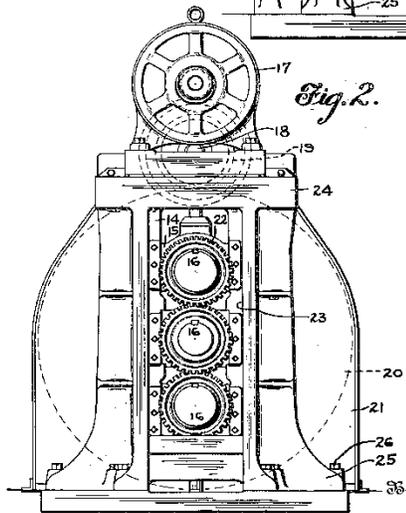
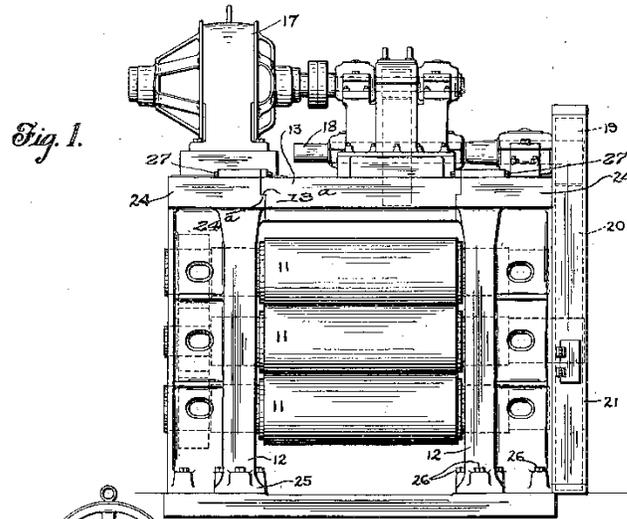
1,492,591

D. R. BOWEN

CALENDER OR THE LIKE

Filed Oct. 25, 1920

2 Sheets-Sheet 1



Inventor
David R. Bowen
Henry E. Rockwell
Attorney

Fig. 17

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

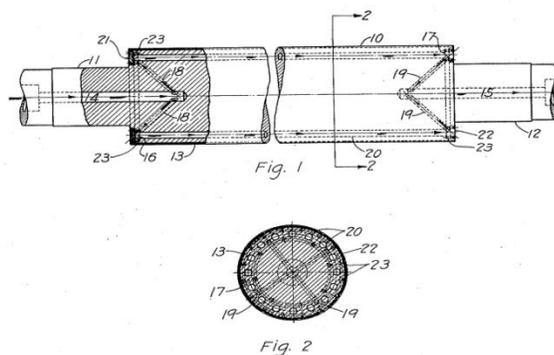
Nov. 11, 1930.

J. P. FEENEY

1,781,378

CALENDER ROLL

Filed April 23, 1928



INVENTOR
Joseph P. Feeney
BY *Stanley C. Willard*
ATTORNEY

Fig. 18

Un problema que surgió con los rodillos calentados de las calandrias, es que al estar huecos y tener una pared muy gruesa para soportar las grandes presiones, el calentamiento y enfriamiento de los mismos es muy lento, por lo que no se puede tener un control muy exacto de la temperatura. Esto es esencial para poder lograr un producto de buena calidad, ya que la diferencia de temperatura a lo largo del rodillo de unos grados, produce la formación de tensiones en el material y posteriormente se traducen en ondulación de las láminas fabricadas. Para solucionar esto J.P. Fenney^[12] en 1930 con la patente 1,781,378 hace una mejora donde establece cerca de la superficie del rodillo una serie de canales para que pueda circular el líquido térmico o vapor y de esta forma tener un control más exacto de la temperatura de su superficie. (Fig. 18).

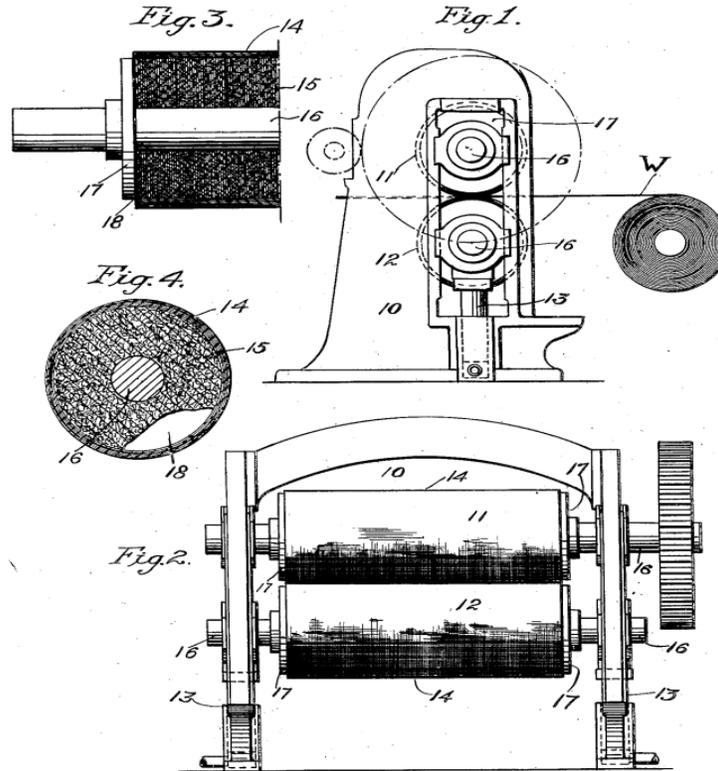
Para darle una textura a los materiales laminados se han usado diferentes procesos, uno de ellos se reporta en la patente 1,929,355 de 1933 solicitada por H.H. Hanson^[13] en la cual se tiene un par de rodillos y uno de ellos está cubierto con un material que tiene una dureza shore A entre 45 a 70 para producir un efecto de amortiguamiento, y tiene grabado el patrón que se quiere transferir, en este caso se quería simular la textura del lino. Se hace pasar la lámina elástica entre los dos rodillos y se transfiere el patrón deseado. (Fig. 19)

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

Oct. 3, 1933.

H. H. HANSON ET AL.
 ROTARY LINEN FINISH CALENDER
 Filed Aug. 20, 1930

1,929,355



Inventors:-
 Hugo H. Hanson
 George Craven
 by their Attorneys
 Howson & Howson

Fig. 19

La diferencia entre las calandrias para materiales plásticos y hule y las usadas para fabricación de papel se muestra en la patente 3,180,251 de G. T Tidbury^[14] en 1965, en esta se ve la presencia de 7 rodillos uno encima del otro, contra 3 o 4 rodillos que se usan en las de plástico. Debido a que el papel no tiene la elasticidad y las propiedades de termo-formado de los hules o plásticos los cuales al someterlos a una fuerza de compresión se deforman y toman la forma del objeto que los comprime. En el caso del papel este tiene una compresión limitada y se tiene que pasar por mas rodillos para ir eliminando el agua de la pasta con la que se forma, de esta forma se va reduciendo su espesor poco a poco y se va secando el material, al mismo tiempo que se orientan al azar las fibras para lograr una mejor resistencia del material. Para lograr diferentes acabados en el papel se usan diferentes superficies en los rodillos y son movidos por sistemas hidráulicos para lograr las altas presiones que se requieren (Fig. 20)

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

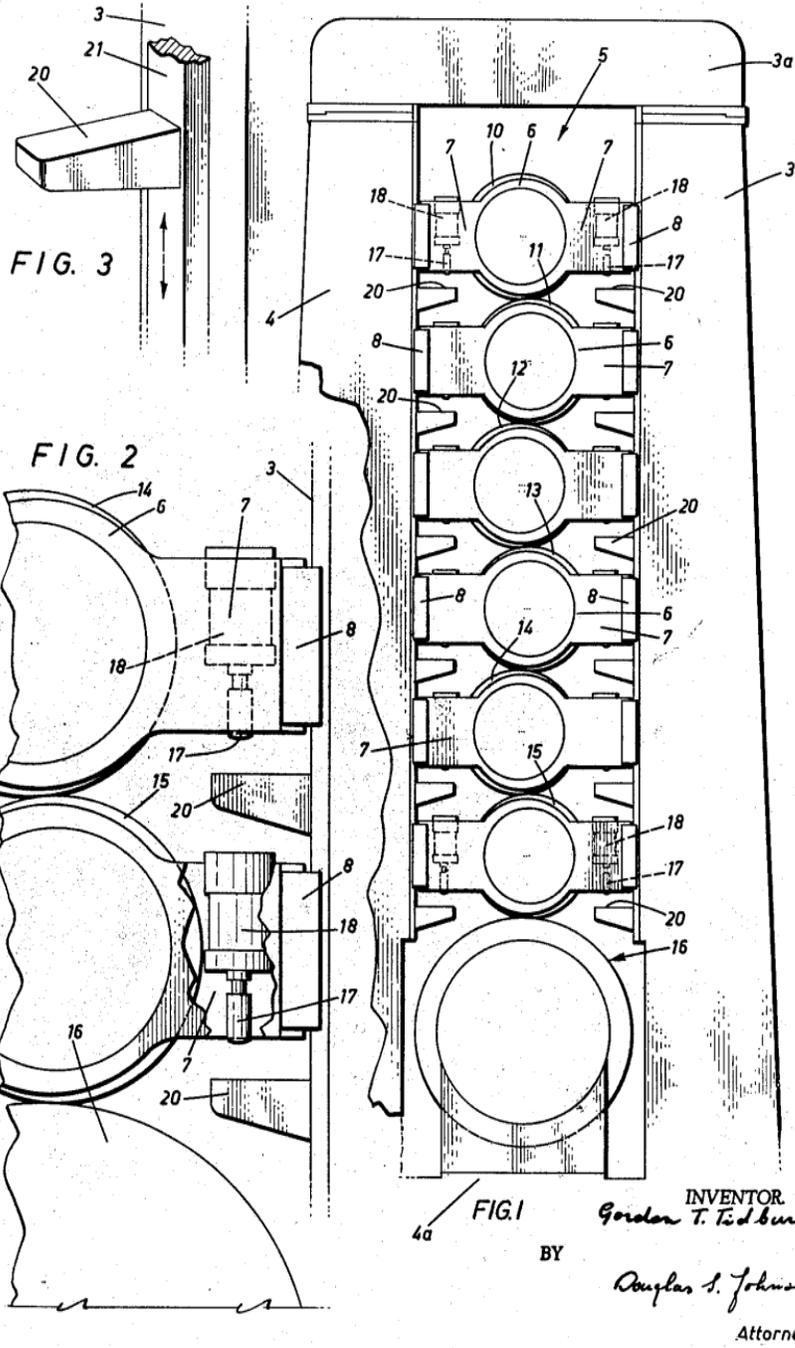
April 27, 1965

G. T. TIDBURY

3,180,251

CALENDERS

Filed May 24, 1963



INVENTOR
Gordon T. Tidbury
BY
Douglas S. Johnson
Attorney

Fig. 20

EQUIPOS AUXILIARES EN EL PROCESO DE CALANDRADO.

Simultáneamente al desarrollo de las calandrias se fueron mejorando los equipos auxiliares para poder alimentar y procesar los materiales plásticos. Uno de los equipos más importantes es el molino, consiste en una máquina en la cual por la rotación diferencial de 2 o 3 rodillos que van a diferente velocidad se genera un proceso de fricción y masticación del material polimérico, logrando de esta forma que los diferentes componentes puedan dispersarse completamente.

Este proceso no es sencillo debido a la alta viscosidad de los materiales, lo que hace que se requiera una gran fuerza mecánica para lograr el disgregamiento del material y la incorporación íntima de los aditivos u otros materiales poliméricos.

Ya en 1894 G. Watkinson^[15] obtuvo la patente 525,638 donde describe un molino de 3 rodillos donde dos cilindros huecos se ponen en contacto y se hacen girar en sentido contrario para que la mezcla sea amasada, posteriormente el caucho se coloca por encima de los 2 rodillos y se deja suavizar y por la presión y movimiento este se va mezclando y amasando y está a su vez va cayendo hacia el tercer rodillo y este hace que sea devuelto a los dos rodillos horizontales y con esto el proceso de mezcla ahorra tiempo y trabajo y hacer el proceso de mezcla más rápido mediante la ampliación de la capacidad amasado. Fig. 21

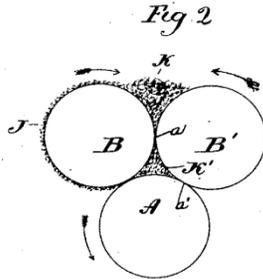
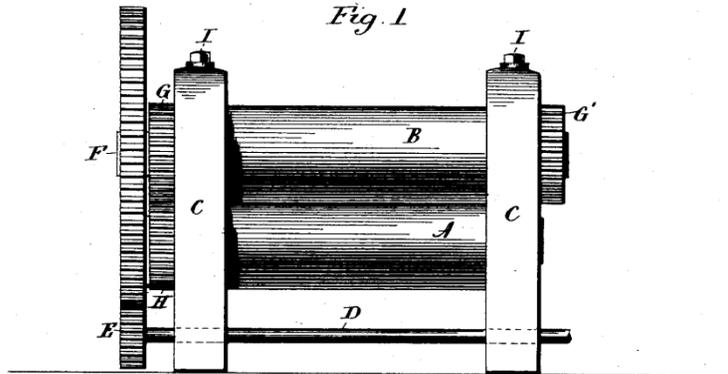
CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

(No Model.)

G. WATKINSON.
MILL FOR MIXING CAOUTCHOUC.

No. 525,638.

Patented Sept. 4, 1894.



Witnesses.
J. H. Shannon
Lillian D. Kelsey.

George Watkinson,
Inventor.
By atty.
Earle Seymour

THE NORRIS PETERS CO., PHOTO-LITHO., WASHINGTON, D. C.

Fig. 21

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

Un producto muy popular son las telas recubiertas con material opaco elástico para usarse en las ventanas, de tal forma que puede regularse la cantidad de luz que entra por ellas, para esto B. Birnbaum^[16] en 1879 obtuvo la patente 221,277 donde describe el proceso en el cual se tienen dos bobinas una con la tela recubierta y la segunda donde ya pasó por la calandria y recibió el formado del patrón.

Adicionalmente usando rodillos con patrones se pueden obtener dibujos en el material plástico (Fig. 22). En este caso el rodillo grabador es el que se encuentra en la parte inferior. De esta forma cambiando el rodillo grabador se pueden obtener muchas variedades de patrones. La tela recubierta, es obtenida previamente por el proceso de calandrado.

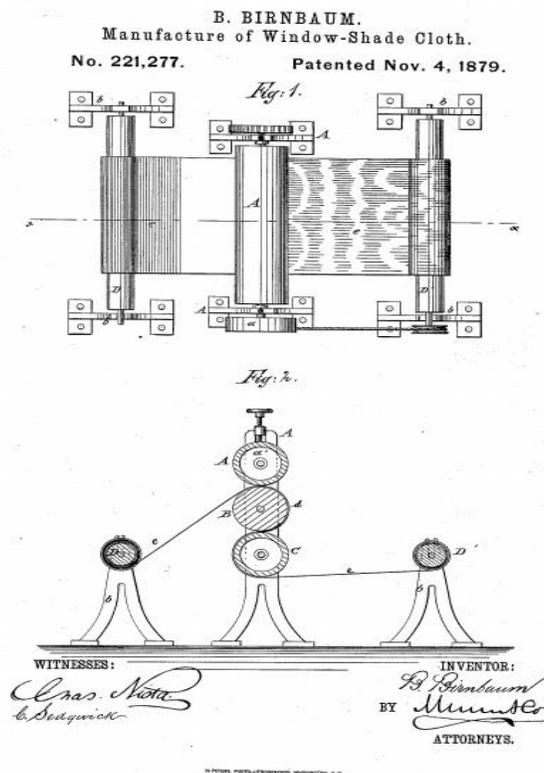


Fig. 22

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

Uno de los problemas que se presentan en el calandrado cuando hay variación en el espesor del soporte que se va a calandrar debido a la rigidez de los soporte de los rodillos este tipo de material no se puede procesar fácilmente porque la fuerte presión hace que el material se destruya. H. A. Owen^[17] diseño en 1903 un dispositivo para evitar este problema y lo registró en la patente 781,122. consiste en un soporte con un resorte de compresión, en el rodillo superior, con el cual se puede regular la presión que puede ejercer y si hay un cambio en el espesor del soporte puede absorber esta variante. (Fig. 23)

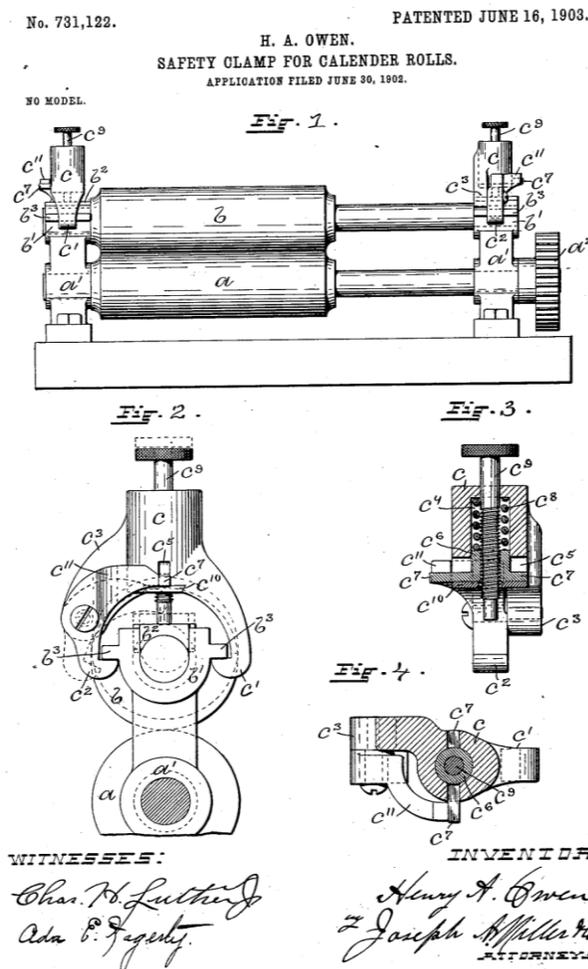


Fig. 23

PROCESO EXPERIMENTAL.

MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE VULCANIZADO

El poder mejorar el proceso de vulcanización fue muy importante para el desarrollo de nuevos productos, Henry G. Tyer and John Helm^[18] de Nueva Brunswick, Nueva Jersey. Registro la Patente 6,066. Enero 30, 1849.

Consiste en una formulación mejorada para la vulcanización del hule, usando zinc y azufre. El hule por la acción del calor y molienda se ablanda y se van añadiendo poco a poco, mientras continua la masticación, se le añade carbonato de zinc y azufre. Se amasa el conjunto y si se desea dar color negro se añade negro de humo y si se requiere otro color se añade en el molino. Se forman láminas que se vulcanizan a una temperatura de 150°C en un horno mediante calentamiento por vapor. Si se requiere mayor elasticidad se reduce la cantidad de carbonato de Zinc.

Patente, John Pridham^[19] de nueva Brunswick, en el condado de Middlesex, del estado de Nueva Jersey. Patente 7,196, del 19 de marzo 1950.

Desarrolló una nueva y útil composición de caucho resistente al calor, añadiendo negro de humo, produciendo como una tela negra, y tienen las ventajas que distinguen el caucho vulcanizado del caucho natural cuando se expone un largo tiempo a la atmósfera no se hace duro o quebradizo. En este caso se logra una mejor vulcanización añadiendo polvo de estaño con azufre

Patente I. Jonathan T. Trotter^[20] del condado y del estado de Nueva York. Patente N. 7816, del 3 de diciembre de 1850.

Mejóro el proceso para curar, preparar o vulcanizar el caucho de la india, una solución de sal caustica, potasa o cualquier otra álcali caustico, hervor de flores de azufre^(*) hasta que el licor este completamente saturado, se pasa una corriente de gas de ácido sulfuroso, para obtener un hiposulfito de potasio o sodio Se deja reposar y enfriar, cuando el licor está claro se decanta en otro recipiente que contiene una cantidad adecuada de solución saturada del nitrato u otra sal análoga al zinc, sobre estas 2 soluciones se produce una descomposición y el zinc se precipita en forma de polvo blanco, que se denomina hiposulfito de zinc. En este estado se lava y se filtra y se pone al secado, después se muele y se mezcla con el caucho de la india (en los molinos ordinarios) se somete al calor de 260 a 280°F de 3 a 5 horas y se encuentra curado completamente y perfectamente vulcanizado. Compuesto nuevo y útil para curar el caucho de la india, no tiene mancha peculiar a los productos curados con azufre, ni peculiaridades objetables.

(*)flores de azufre es un polvo muy fino, que puede obtenerse por precipitación líquido sublimación de su vapor sobre una placa metálica fría.

PRODUCTOS OBTENIDOS POR EL PROCESO DE CALANDRADO

Para lograr telas más impermeables y de uso rudo como material para construir botas George Watkinson^[21] de la ciudad de Nueva Haven del estado de Connecticut. Registro la Patente N. **360 635** de la fecha del 5 de abril 1887.

(No Model.)

G. WATKINSON.

METHOD OF MAKING RUBBER BOOTS OR SHOES.

No. 360,635.

Patented Apr. 5, 1887.

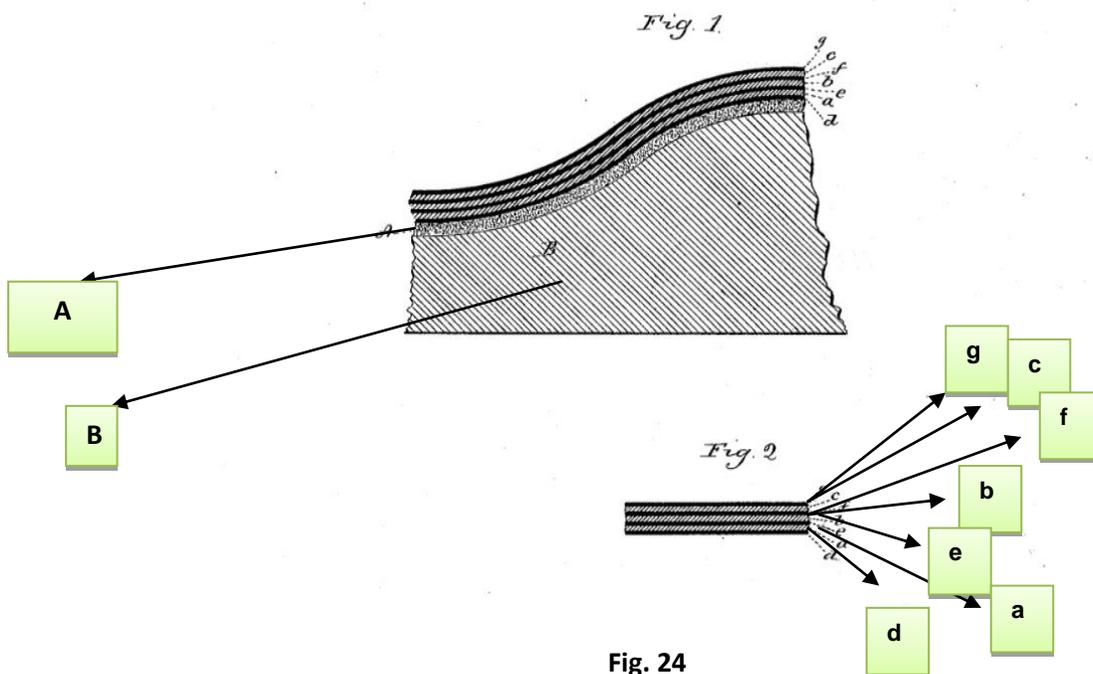


Fig. 24

La figura 24 muestra la porción de la parte superior de la bota. Y también se muestra una sección en la parte exterior. Esta invención se refiere a una mejora en la fabricación de botas de goma con especial referencia, a la parte superior revestimiento de la bota de fieltro o de tela de carácter similar, su superficie exterior con una capa de goma elástica. Se ve en figura 1 se muestra el material que está en el exterior de la bota, consta de tres espesores de la tela **a,b,c**. En el lado exterior del espesor **A** es un recubrimiento de goma elástica. Entre los espesores **A** y **B** es una capa de goma elástica **E**. Entre los espesores **B** y **C** es una capa de goma elástica **F** y en la capa **C** tiene un revestimiento caucho **G**. El caucho está en el estado plástico la pieza en bruto se corta del caucho combinado y la tela de la forma requerida para la porción exterior de la bota.

Uno de los usos importantes de los materiales calandrados es la formación de cintas para aislar cables eléctricos en junio 30 de 1848 Morris M. Danovitch^[22] obtuvo la patente 249,689 para la obtención de una cinta aislante.

En esta invención las fibras del material de soporte están unidas al elastómero en una densa masa coherente de celulosa regenerada, distribuida entre las fibras por regeneración.

Un ejemplo de celulosa regenerada se conoce con el nombre de "viskon", una red de tal material puede impregnarse con cualquier composición adhesiva, aislante eléctrica para obtener una penetración completa de la base fibrosa del adhesivo, asegurando una fuerza de adherencia adecuada entre el adhesivo y la base.

La cinta es flexible se puede rasgar fácilmente, transversalmente o longitudinalmente y posee resistencia adecuada a la que se somete durante el proceso de aislado de cables eléctricos.

I, John F. Greene de Warkick^[23] en el estado de Rhode Island. Patente N. **35854**, del 8 de julio de 1862. Inventó una tela nueva y mejorada a prueba de agua, a la que le llamo "pañó de piel", combinándola con una superficie de caucho de la india, ya sea en láminas o adherida a cualquier tela textil o fieltro.

Antes de este invento se habían hecho muchos intentos de utilizar fibras de la misma longitud en la fabricación de telas de caucho, pero habían tenido muchas las dificultades para adherirse, por eso fueron abandonadas. En esta patente se logra el proceso, para que la tela quede suave, lisa y uniformemente mapeada.

Después de combinar la fibra con la superficie de la tela de caucho, la superficie floacada puede ser sometida a un cepillado adicional en la máquina de cepillado común, y puede ser cortada como otras telas. La fibra también da al artículo un acabado con valor adicional como una tela a prueba de agua.

Patente L. Wheeler Cable^[24] de Boston en el condado de Suffolk y el estado de Massachusetts. Patente N. 166256, 3 agosto de 1875. Es una mejora en la fabricación de telas revestidas de caucho y se refiere al acabado de la superficie de caucho de tejidos recubiertos, la preparación de dicha superficie consiste en revestir la superficie de caucho con jabón, como jabón de castilla, este jabón es disuelto en agua, este jabón es con base aceite vegetal, y se aplica vertiéndolo sobre la superficie de caucho. Al verter la solución de jabón sobre el caucho, a medida que pasa sobre la máquina de calandrado y ser arrollados sobre el rodillo enrollador, siendo guiados a través de la máquina de calandrado que evitar que el jabón fluya entre los rodillos de calandrado.

Cuando el jabón es aplicado a la superficie del caucho asegura la vulcanización de los productos con aspecto brillante y una mejor textura casi igual a los productos terminados

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

de lustre ordinario. Esta preparaci3n con jab3n est3 destinada a que los productos se curen por calor seco. Fig. 26

W. E. CORWIN.
Imitation Quilted Fabric.

No. 166,262.

Patented Aug. 3, 1875.

Fig. 1.

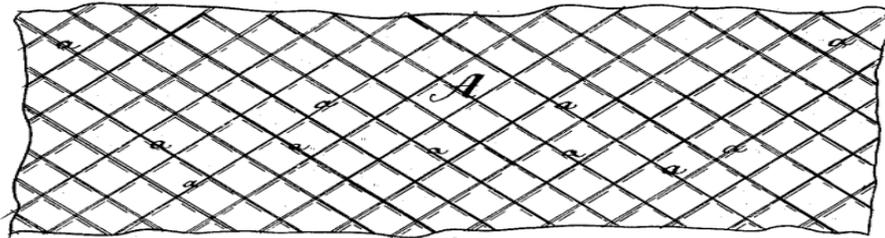


Fig. II.

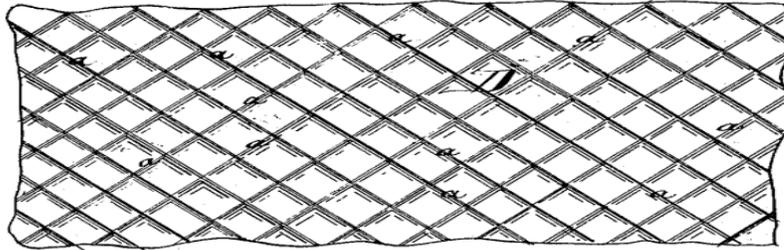
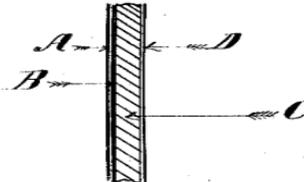


Fig. III.



Witnesses:
Franklin Barritt
Richard Gerner

Inventor:
Walter E. Corwin
Per, *Henry Gerner*
Atty.

Fig. 26

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

L. R. Streeter,

Wringer Roll,

Nº 42,415,

Patented Apr. 19, 1864.

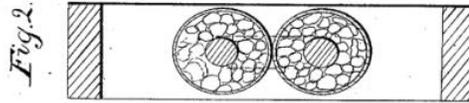


Fig. 27-2

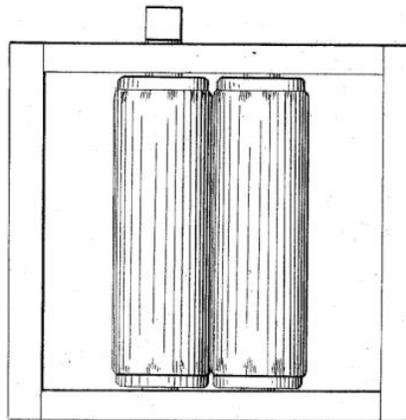


Fig. 27-1

Witnesses
A. Moore
Thomas G. Connelly

Inventor.
Leander R. Streeter

Fig. 27

Leander R. Streeter^[25], de Chelsea en el condado de Suffolk, Estado de Massachusetts, obtuvo la Patente N. 42415, del 19 abril de 1864.

Se usa para la construcción de rodillos elásticos la Figura 27-1 es la vista frontal de los rodillos a trabajar. La figura 27-2 representa el envase y el llenado del caucho, esta invención consiste en la construcción de rodillos elásticos, el llenado es (total o parcial) en el cilindro, con caucho desintegrado, en una condición pura, o vulcanizada, constituye un rodillo uniformemente elástico, de manera que permita un movimiento giratorio y se adapte a la torcedura u otros propósitos.

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

(No Model.)

W. GARDNER.
SIFTING AND MIXING MACHINE.

No. 466,751.

Patented Jan. 5, 1892.

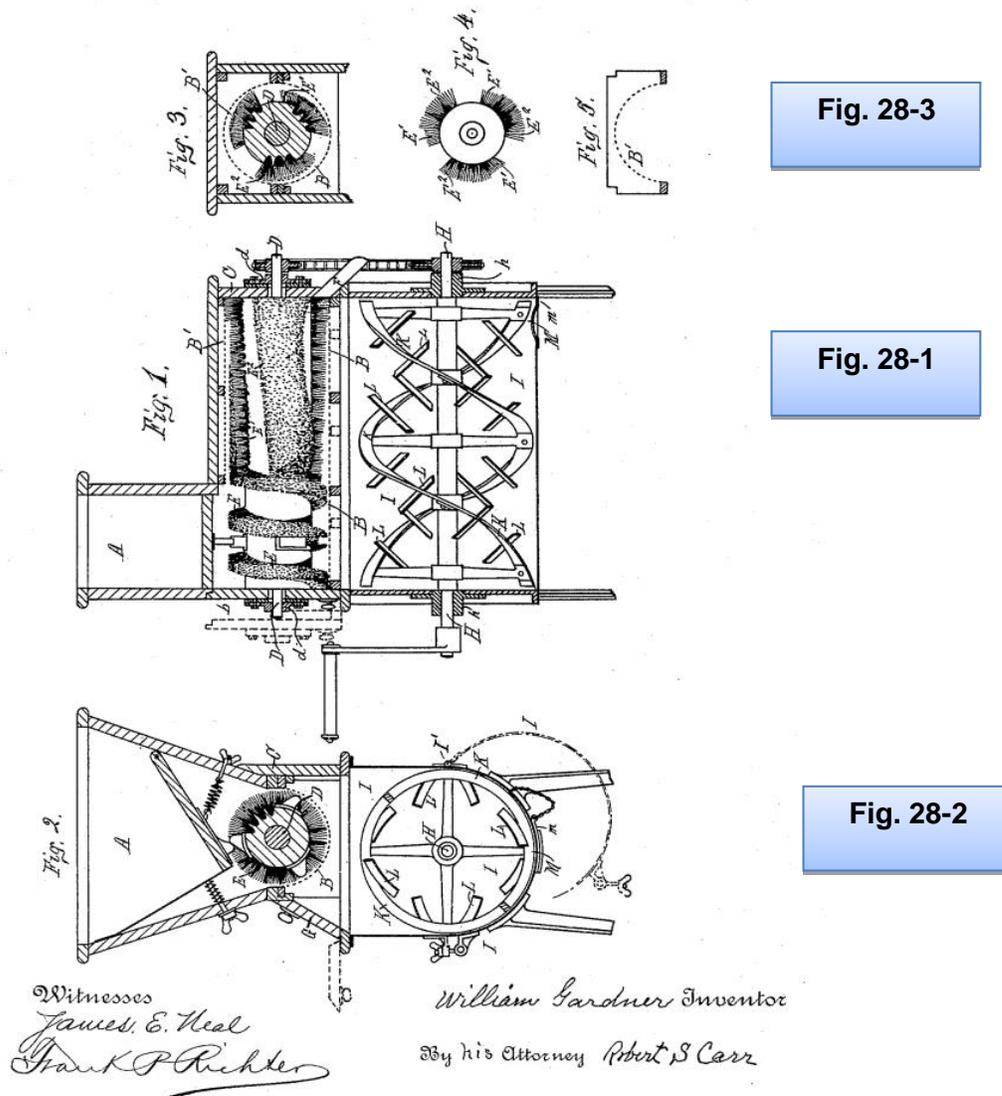


Fig. 28

Patente 466,751 de William Gardner^[26] con domicilio en Gloucester, el condado de Gloucester, Inglaterra, con fecha del 5 de enero de 1892.

Es una invención de una máquina que tamiza y mezcla, es una mejora de máquina de cribado y está adaptada para mezclar diferentes grados de harina o de tamizar y mezcla los polvos de hornear, pinturas secas y sustancias similares, consiste en mejorar tanto; el mecanismo de las máquinas de cribado y la mezcla.

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

La figura 28-1 es una sección longitudinal de la máquina; la figura dos es una sección transversal de la misma.

La figura 28-3 es una sección transversal del cepillo y tamiz; la figura 28-4 es un alzado De extremo a extremo posterior del cepillo; figura 28-5 la sección transversal de la criba superior de la cubierta.

Los materiales para tamizar se suministran a un extremo el mecanismo de cernido, preferentemente por la tolva A.

Los grumos en los materiales, saldrán en la espiral o parte helicoidal de la brocha, bajo la acción de las líneas o tramos de cerdas o fibras.

El diámetro creciente de tales líneas o secciones hacia su borde posterior hace que se presionen los grumos, reduciéndolos así mismo, y permitiendo que la mayor parte de los mismos pasen a través del tamiz.

No. 761,520.

PATENTED MAY 31, 1904.

P. M. MATTHEW.

CALENDERING OR FRICTION COATING FABRICS WITH RUBBER.

APPLICATION FILED JULY 31, 1902.

NO MODEL.

5 SHEETS—SHEET 5.

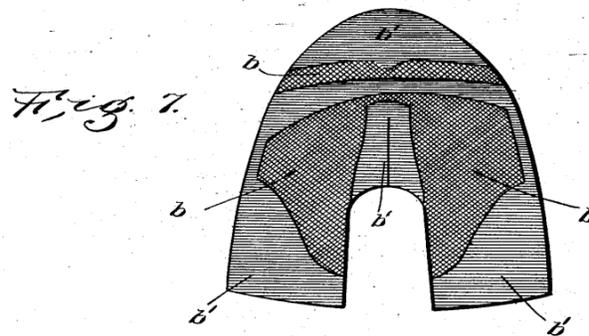


Fig. 29-7

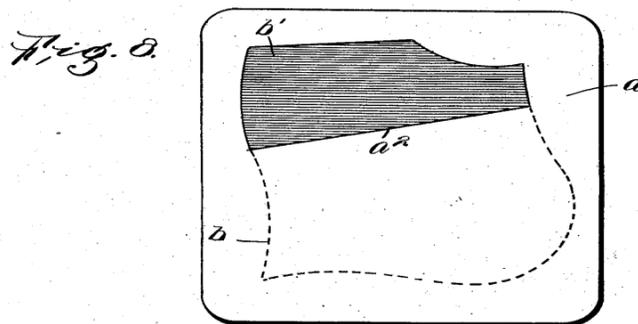


Fig. 29-8

Witnesses
Charles W. Jones
J. C. Jones

Inventor
P. M. Matthew By
Charles W. Jones
Attorneys

Fig. 29

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

P. M. Matthew^[27], presentó la patente N. 761520 con fecha del 31 de mayo de 1904, del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda, con domicilio en Victoria Rubber Mills, Edimburgo.

Este invento tiene ciertas y útiles mejoras en la tela de calandrado o de revestimiento por fricción con caucho, también se solicitó la patente de la Gran Bretaña núm. 6455 de fecha de 17 de marzo de 1902, con las siguientes especificaciones.

De acuerdo al método tradicional: pasa a través de los rodillos de calandrado, y por consiguiente en el calandrado el proceso de recubrimiento por fricción ha sido de gran utilidad para los artículos que se utilizan, artículos impermeables, y caucho en la parte superior como zapatillas y zapatos, otros artículos en los que solo se requiere un revestimiento adhesivo de caucho, en tiras o parches aislados o en tiras, mientras que el resto de la superficie se deja libre de caucho.

El objeto de esta invención es proporcionar a las telas tiras marginales o aisladas aplicando parches de caucho mediante calandrado o recubrimiento por fricción y por el tipo de maquina ordinaria calandrado y máquina de recubrimiento por fricción.

Este invento consiste en contacto, con el rodillo recubierto de caucho, las partes de tela a recubrir, dejando las otras fuera, cerca del contacto con el rollos, liberándolos de presión o protegiéndolos adecuadamente mediante plantillas o dispositivos similares, mientras que la tela está pasando a través de la máquina.

En el caso de las telas que se debe colocar los parches, y obtener los resultados deseados se debe colocar en el lado de la tela, barras finas, planchas o plantillas de metal, cartón u otro material.

Conformando al contorno de las tiras o parches se recubre o se impregna de caucho, por lo que al pasar el tejido a través de los rodillos, las porciones de las mismas sobre las barras, placas o plantillas se elevaran y en contacto con el rodillo se aplica el revestimiento de caucho.

Un recubrimiento de caucho puede aplicarse a piezas de superficies aisladas o tiras de un tejido, interponiendo un estencil entre la tela y el rodillo, que lleva el revestimiento de caucho, y este puede adoptar un método para aplicar un recubrimiento de caucho a porciones de tela previamente recubiertas por fricción.

Por muy delgada que sea la plantilla, generalmente no se puede impregnar completamente partes aislada del tejido con revestimiento por fricción.

Por consiguiente, la presión total del rodillo se aplica a las superficies expuestas de la tela y la superficie expuesta del rodillo recubierto de caucho, mientras que las partes recubiertas de tela no se ven afectadas por ello.

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

La fig. 29-7 muestra la parte superior retirada del estencil, la anchura representa la parte del tejido cubierto por el estencil durante el proceso de revestimiento por fricción y las líneas de sombra paralela, representa el recubrimiento del caucho.

En la Fig. 29-8 es un plano que muestra una plantilla cortada la tela, en forma de una raqueta en la parte superior, de la cual solo una parte marginal es revestida por fricción.

Oct. 9, 1923.

1,469,917

M. M. DESSAU

HAND RUBBER FOR WASHING OR CLEANING PURPOSES

Filed April 19, 1923

2 Sheets-Sheet 2

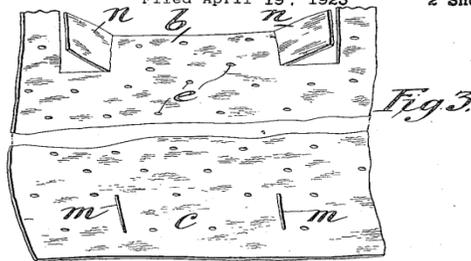


Fig. 30-3

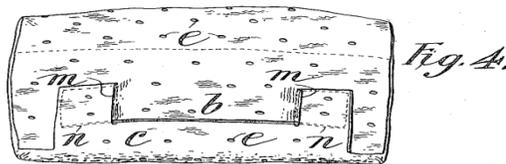


Fig. 30-4

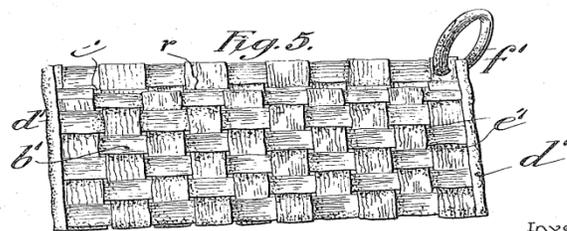


Fig. 30-5

Inventor
Morland Micholl Dessau
By Julian C. Druell
his Attorney

Fig. 30

I Morlánd Micholl^[28] ciudadano de los Estados Unidos residente en Londres Inglaterra, obtuvo la patente número. 1469917 fecha del 9 octubre de 1923.

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

Patento un dispositivo para albergar el jabón mientras se viaja, en una cavidad con esponja de caucho de la India teniendo un hueco externo para servir a su recepción.

Similarmente la tela como franela ha sido sugerida para confinar una pastilla de jabón y este se infiltrara al material y la propuesta es encerrar este trozo de jabón en un estuche de caucho de la India^(*) perforada y con protuberancias externas para poder tallar.

El objeto es proporcionar una forma mejorada del dispositivo de mano mediante frotamiento para lavar y consiste principalmente en forma de sobre o cubierta para un detergente o material conocido con un número de perforaciones existentes.

Tal dispositivos de frotamiento puede ser usado para la habitación, cocina, electrodoméstico y puede producirse de una manera más económica o más barata que hasta ahora.

La figura 30-3 es una vista de porciones de una hoja de material con las hendiduras. La figura 30-4 es una vista de una arandela manual preparada para dicha hoja. Figura 30-5 es una Vista de arandela de mano formada de tiras entrelazadas tal dispositivo puede estar provisto de un anillo de goma F para permitir que se cuelgue.

La figura 30- 4 ilustra el dispositivo terminado y cerrado, la figura 30-5 muestra la envolvente

(*)El caucho de la India viene del árbol del caucho Ficus elástica nativa del nordeste de India. El látex del árbol se obtuvo para hacer caucho, antes de usarse la Hevea brasilienses.

DESARROLLO.

Para llevar a cabo estos los objetivos, es importante mencionar la calandria que se utilizó para la elaboración de esta tesis.

Es una calandria que consta de 3 rodillos con un ancho libre de trabajo de 120 cm.

La calandria que se tiene es de marca Nippon Roll esta compañía Japonesa se ha caracterizado por tener una muy alta calidad en la producción de productos de acero, principalmente tubería y máquinas completas para el procesado de PVC y hule.

Su historia de la Nippon Roll comienza en 1920 como una fábrica de fundición de metal que se especializó en usar tecnologías de las más modernas para producir máquinas robustas.

Al inicio contaba con un par de maquinarias para poder hacer la fabricación rodillos, podían fabricar rodillos pequeños. Para la fundición contaba con hornos eléctricos de mediana capacidad. El proceso de fabricación de rodillos ya había sido perfeccionado 100 años antes, sin embargo su fabricación seguía siendo muy compleja.

Como muchas otras instalaciones industriales durante la guerra se realizaron trabajos para la fabricación de armamento, un año después de la segunda guerra mundial retomó la de maquinaria para hule y plásticos.

En los años 50 desarrolla un sistema de calandria muy eficiente que lo mantuvo en producción por muchos años, y este modelo es el que adquirió en la planta donde sigue trabajando 56 años después de su fabricación.

Si se observa esta calandria fabricada en los años 50 es la misma que se adquirió y sigue en funcionamiento actualmente.

Poco tiempo después siguieron innovando y desarrollaron calandrias con tracción independiente en cada uno de los rodillos, lo cual permite una mayor versatilidad en la fabricación de compuestos laminados de plástico.

Algunas de ellas de tamaño gigante gracias al dominio en los proceso de fundición y aleación de diferentes tipos de acero, han podido evolucionar y más de 100 años después sigue siendo uno de los principales fabricantes de maquinarias para hule y plástico a nivel mundial.

Sus hornos donde pueden hacer las aleaciones son de última generación, y la fabricación de los rodillos utiliza sistemas de alta centrifugación para obtener materiales muy específicos con las características requeridas para un trabajo pesado por muchas décadas.

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

Tiene un motor de 50 hp de corriente directa, como fuerza motriz, una caja de engranes para reducir la velocidad.

El motor se controla mediante un reóstato el cual permite un control, desde totalmente parado a 25 m/min de velocidad lineal.

Para plastificar se utiliza una tela de poliéster, la cual es una fibra sintética, una característica de esta es resistente al estiramiento, tiene alta elasticidad, no se arruga. Es una tela fácil en el manejo de la plastificación en calandria.

De los cilindros de la calandria, uno por lo menos ha de ser de metal y éste, perfectamente alisado y bruñido en su superficie es hueco y se calienta por lo general por una corriente de vapor que circula entre el cilindro y otro interior que le es concéntrico.

La superficie de los rodillos están nitrurados, esta capa tiene un grosor de 1 cm.

En la siguiente figura 31 y 32 observamos los planos de la calandria que fue utilizada para el desarrollo de esta tesis, y la cual se pudo rectificar sus rodillos y llegar a las conclusiones pertinentes.

PLANOS DE LA CALANDRIA.

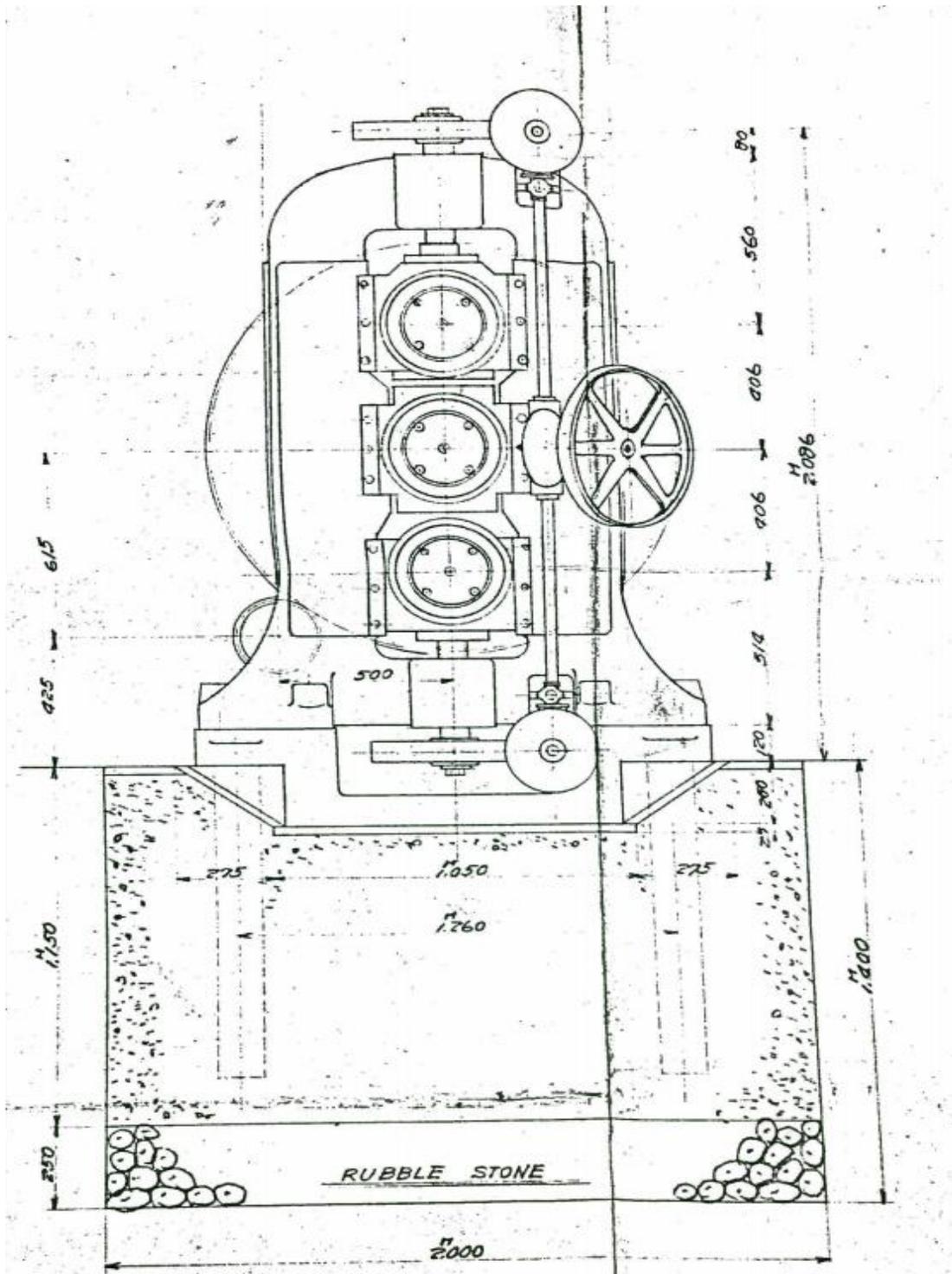
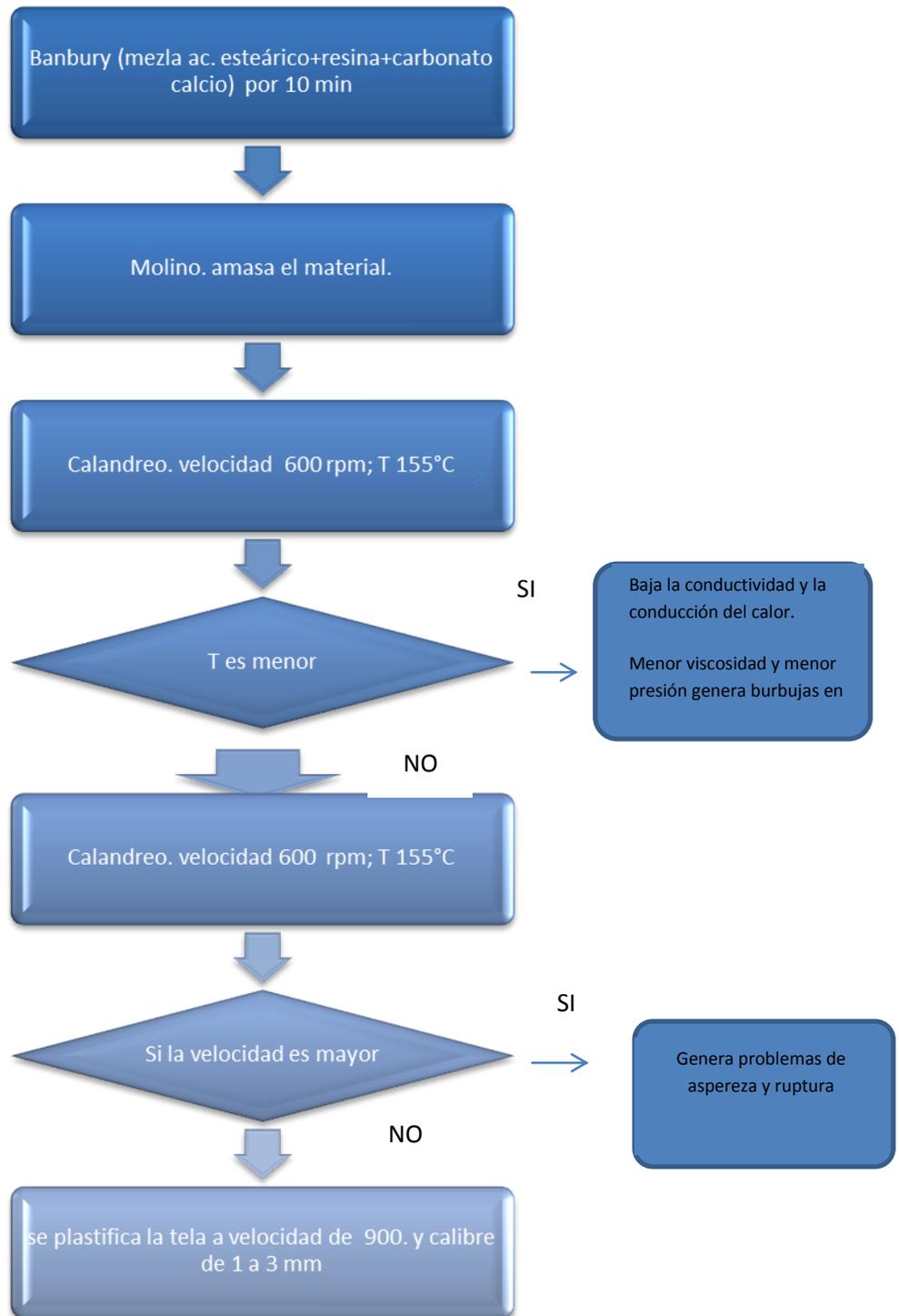


Fig.- 31 PLANO DE LA CALANDRIA NIPPON ROLL (TRANSVERSAL)

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.



DESCRIPCION DEL PROCESO CALANDRIA

A través del Banbury se realiza la mezcla de ácido esteárico, resina y carbonato de calcio, se inicia el proceso de mezclado. Las 1as cargas para que se para que se calienten los componentes requieren un tiempo de (10 a 15 minutos), y se mezclan. Cuando la mezcla se encuentra fundida se abre la compuerta de descarga través de una palanca que deja pasar aire. Y se sube y baja el pistón por medio de otra palanca.

Se recogen las cargas manualmente que descargar el Banbury cada 5 min y las lleva al molino acumulador. se efectuara constantemente el corte de material descargado para lograr una mezcla más homogénea, manteniendo un nivel de las $\frac{3}{4}$ partes de la capacidad del molino, para alimentar la calandria. El molinero es responsable de mantener un nivel de plástico en los rodillos de la calandria una vez iniciada las operaciones.

Las rebabas limpias generadas a los extremos de la calandria se reciclaran al molino para su remezclado, no se alimenta directamente a la calandria, ya que el material se encuentra frío y puede generar una variación en el calibre de la tela plastificada.

Los rollos de tela perfectamente embobinados a los rodillos de calandria se colocan y la punta de tela sea incorporada a los rodillos para comenzar a ser introducido a través de los rodillos. Para ellos en la parte superior de los rodillos el molineros comienza la carga de material el cual se distribuye a través de los rodillos, la calandria se mantiene a una temperatura de 150 °C para lograr un calentamiento homogéneo en los rodillos, al hacerlo los rodillos de dilatan en forma dispareja.

Mediante un pirómetro de superficie se revisan los rodillos 1 y 2 que su temperatura sea homogénea a 155°C, el calentamiento de los rodillos es de 45 minutos.

Se calibra los rodillos 1 y 2 de tal forma que se vea una pequeña luz a todo lo ancho, la tela es colocada en los rodillos 2 y 3 y se comenzara a introducir la tela y al comenzar su recorrido, el material plástico empieza a adherirse a la tela, se procede a calibrar la calandria, hay que vigilar el espesor en los extremos de los rodillos.

La velocidad de la calandria es de (600 a 900 .rpm), la calibración de la tela se revisa con un micrómetro de espesores con una exactitud de 0.254 mm.

Una vez calibrada la tela, se procede lentamente a incrementar la velocidad a 900 rpm, si se encuentra muy tensa se reduce su velocidad.

La calibración de la tela se efectúa cada 2 minutos como máximo, y se corrige cualquier desviación, una de las formas de corregir es abriendo o cerrando los rodillos 1 y 2, a través de engranes que funcionan con un volante.

El factor de la velocidad es importante ya que a mayor velocidad se obtiene un mayor ritmo de producción, una mayor presión y la consecuente generación de calor. Un incremento exagerado de la velocidad puede ocasionar posibles, problemas de aspereza superficial (ruptura de fundido).

También la temperatura es otro factor, la disminución de la viscosidad genera una menor presión sobre la masa y consecuente un menor esfuerzo sobre los rodillos pero puede generar la inclusión de burbujas sobre la lámina de plástico adherida a la tela.

Una temperatura demasiado elevada puede ocasionar la degradación del material.

Mencionaremos algunas propiedades importantes en este proceso:

PROPIEDADES FISICOQUIMICAS.

RESINAS DE CLORURO DE POLIVINILO

El tipo de resina utilizada para el proceso debe de ser cloruro de polivinilo obtenido por el proceso de suspensión o de masa. El cloruro de Polivinilo obtenido por el proceso de emulsión produce muchos problemas durante el proceso tanto en estabilidad térmica como de adherencia a las superficies metálicas del equipo para su procesado, dando como resultado un producto de calidad defectuosa.

La unidad fundamental que se repite en las cadenas del cloruro de polivinilo es :



EL PVC es uno de los materiales termoplásticos más versátiles, gracias a su capacidad de poder absorber diferentes cantidades de plastificante. De esta forma podemos tener desde compuestos rígidos hasta compuestos altamente flexibles. De una formulación adecuada dependerán las características del producto final. Algunas de las propiedades físicas del material sin plastificante son:

Gravedad específica 1.4

Absorción de agua 0.5%

Densidad aparente 0.5g/cm³

Y al considerar el ritmo de trabajo de la calandria y considerando la importancia de los rodillos en la calidad del producto es importante pasar a uno de los objetivos de este trabajo, la rectificación de los rodillos

TELAS DE ALGODON Y POLI ESTER

Las telas usadas para ser recubiertas con PVC tienen que cumplir con las siguientes características:

Deben de ser surtidas por el fabricante en pacas o rollos en los cuales no existan tramos menores de 50 m. Para poderse usar en el proceso de laminación debe de confeccionarse rollos continuos de no menos de 500m.

Cada partida que llegue tiene que ser evaluada u n a muestra por cada 500m para confirmar el ancho de la tela la trama y urdimbre con u n cuenta hilos ayudado con u n lente magnificador. Estas medidas tienen que estar totalmente de acuerdo con las especificaciones de cada comprador.

También se evaluara por el método Grabb la resistencia a la tracción de la urdimbre (*) la cual debe de estar de acuerdo con las especificaciones dadas por cada comprador. Durante la preparación de los rollos continuos debe de revisarse cuidadosamente defectos en los hilos y la confección de la tela, cualquier defecto tiene que ser reportado inmediatamente a control de calidad para que evaluara la importancia del mismo. De esta forma se eliminaran los tramos de tela que no reúnan las características preestablecidas por el cliente.

El tipo de tela puede ser de poliéster o de algodón, de acuerdo a los requerimientos del cliente.

CONTROL DE CALIDAD DURANTE EL PROCESO DE LAMINACION

Pruebas de estabilidad térmica de las formulaciones a usar.

Debido a lo complejo de la formulación de una mezcla de PVC para ser procesada se requiere además de su evaluación individual de cada una de las materias primas. Una evaluación de la combinación de todos los ingredientes para poder ver sus efectos en conjunto. Muchas veces a pesar de que las materias primas pasan las especificaciones cuando se hace una evaluación conjunta de todos los ingredientes no resulta satisfactoria la prueba, y antes de pasar al proceso de fabricación en planta, hay que hacer ajusten en los lubricantes, aditivos o estabilizadores, para logra que se pueda procesar en condiciones óptimas.

Sobre los rodillos son aleaciones que es un acero con un contenido de 2% de carbono, un 2 a 5 de molibdeno, 3 a 7 de cromo y 2 a 4 de cobalto. Es una aleación típica de acero de alta dureza

(*)Conjunto de hilos colocados en paralelo y a lo largo en el telar para pasar por ellos la trama y formar un tejido.

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

Se menciona el proceso de rectificación de los rodillos que es uno de nuestros objetivos, así como los resultados obtenidos a través de nuestros cálculos.

CALCULOS Y RESULTADOS DE LA CORONA.

Para efectuar estos cálculos tenemos que considerar que originalmente teníamos 8 milésimas de pulgada de corona y el obtuvo es a 2 milésimas de esta.

Ya que inicialmente se trataba el hule y este material era mucho más duro por esta situación se tuvo que corregir y reducir la corona a 2 milésimas de pulgada.

Esto se realiza a prueba y error hasta que nuestro equipo quede en óptimas condiciones nuestra laminación

Uno de los procesos para hacer el coronado de los rodillos es calcular cual es la cantidad de curvatura que requiere el mismo.

Esto se logra fácilmente con la siguiente ecuación

$$C=(N_2^2-N_1^2)(D_1+D_2)/2D_1D_2$$

Dónde:

C= corona requerida en el rodillo

N_1 = Apertura entre rodillos en la parte central

N_2 = apertura a una distancia de 5 cm del canto de los rodillos

D_1 = diámetro del rodillo 1

D_2 = diámetro del rodillo 2

En nuestro caso se observó que los rodillos originales tenía una corona de 8 milésimas para poder trabajar el hule. Para cambiar a PVC se tenía que reducir esa corona a un valor cercano de 2 milésimas.

Después de trabajar en la rectificación durante una semana se tuvieron estos valores.

D_1 = 16 pulgadas

D_2 = 16 pulgadas

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

La apertura en la parte central fue de 0.1 pulgadas

La apertura en los extremos es de 0.2 pulgadas

Por lo que reemplazado estos valores en la fórmula nos da:

$$C = (0.2^2 - 0.15^2)(16+16) / (2 \cdot 16 \cdot 16) = 0.001875 \text{ pulgadas}$$

Esto nos da una corona de 1.875 milésimas de pulgada muy cercana a la corona requerida.

Cuando se realizaron las pruebas usando PVC flexible dio una película uniforme.

Esto solo se logra con los siguientes equipos descritos en este trabajo.

RECTIFICACIÓN DE RODILLOS DE CALANDRIAS.

Debido a las fuertes presiones que se presentan al pasar el material plástico por los rodillos estos generar una tensión de muchas toneladas lo que hace que varíe su forma.

El poder obtener una película plástica de espesor constante está influenciado por varios factores, como son, la temperatura a la que se procesa el polímero, la viscosidad del polímero, la velocidad a la que van los rodillos, el ancho de los rodillos, y junto con esto además se presentan movimientos oscilatorios, debido a los engranes que mueven a los rodillos y a pesar de que estén fabricados con gran precisión hacen un efecto de golpeteo sobre el movimiento. Una calandria común puede tener una variación de 0.025 mm de espesor, las de alta precisión logran hasta una .005 mm sobre el área completa de la película. La mayoría del plástico laminado se vende por metro, esto quiere decir que si hay una variación en el espesor existirá una variación en la cantidad de material que se tiene que procesar. Con detrimento tanto al fabricante como al consumidor.

El espesor normal de películas va de 3 milésimas de pulgada a 10 milésimas de pulgada, esto quiere decir en milímetros de .075 a .25 mm de espesor si consideramos que puede existir una variación de una milésima de pulgada, esto implica que el material tendría hasta un 30% más de espesor. En el caso del material grueso tendría una variación de 10%. Debido a esto se produce material delgado que no es controlado en su espesor y por lo tanto su presentación no es la adecuada. En el caso particular de la fábrica en la

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

cual se analizó la calandria el mercado principal es la fabricación de cortinas de baño, con una variación tan grande el producto tiene una caída muy irregular cuando se cuelga la cortina en el baño.

Una forma de evitar esto es colocando una “corona” a los rodillos, para esto hay que considerar el tipo de material que se va a usar la dureza del mismo y el espesor que se quiere fabricar.

Debido a que las especificaciones de los materiales cambian constantemente, dependiendo el uso final que se le quiera dar, hay que sacar un promedio de estas características para poder hacer un producto que cumpla con las especificaciones dentro de un rango de dureza y de espesor.

Los rodillos a pesar de ser de acero de alta dureza y de pesar cada uno de ellos hasta 10 toneladas, cuando son sostenidos en un marco rígido por los extremos y se pasa material entre ellos, se produce una deformación.

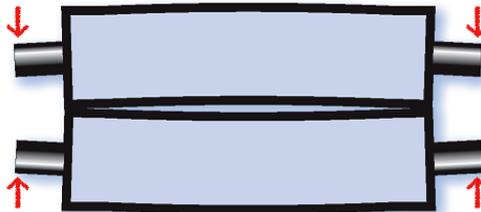


Fig. 33

Esta deflexión se puede entender si se considera el rodillo como una viga soportada en sus extremos la cual está sometida a una carga de su propio peso.

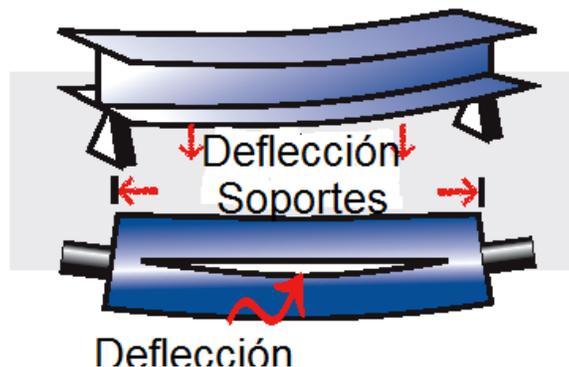


Fig. 34

La forma más común que se puede dar una curvatura es utilizando una curva en la cual va cambiando sus ángulos conforme pasamos de los extremos al centro, pero no es una forma pareja sino en relación al coseno del ángulo, dando una curva como la que se muestra en la Fig. 35

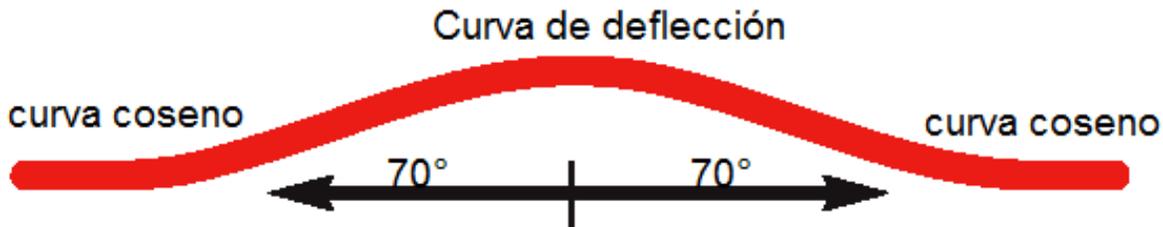


Fig. 35

En una ilustración exagerada la corona del rodillo sería como se muestra en la figura 36

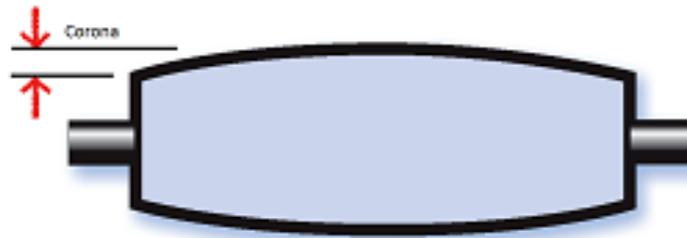


Fig. 36

Aunque en realidad apenas se detecta, ya que es una curvatura de un par de milésimas a lo largo de todo el rodillo.

Una corona teórica va a neutralizar la presión que se presenta entre la superficie de los dos rodillos. Se debe medir primero el diámetro de cada rodillo a lo largo de toda su longitud, preferentemente cada 5 cm, para poder ver que corona tiene cada rodillo, otra forma de hacerlo es utilizando un calibrador de varilla, el cual mide 50 cm y tiene una pendiente de 10 milésima a todo lo largo. Dependiendo lo que entre los rodillos nos da información de la curvatura que tienen.

Otra forma de hacerlo es utilizando un papel sensible a la presión que se colorea cuando se aplica más presión.

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

Se hacen dos tipos de pruebas, la primera es una impresión de la separación estática en la cual se coloca un papel copiadore de unos 10 cm de ancho entre los dos rodillos y se aplica presión entre ellos. Se espera un minuto y se libera la presión para examinar la impresión que generan los rodillos sobre el papel.

En segundo lugar se puede hacer una impresión dinámica, la cual consiste en dos pasos el primero es semejante a la estática donde se aplica la presión y en la segunda etapa se rotan los rodillos para que el papel pase entre ellos, esto nos dará un perfil dinámico de los rodillos y si hay cualquier deformación de excentricidad será revelado. (figura 37 y 38)

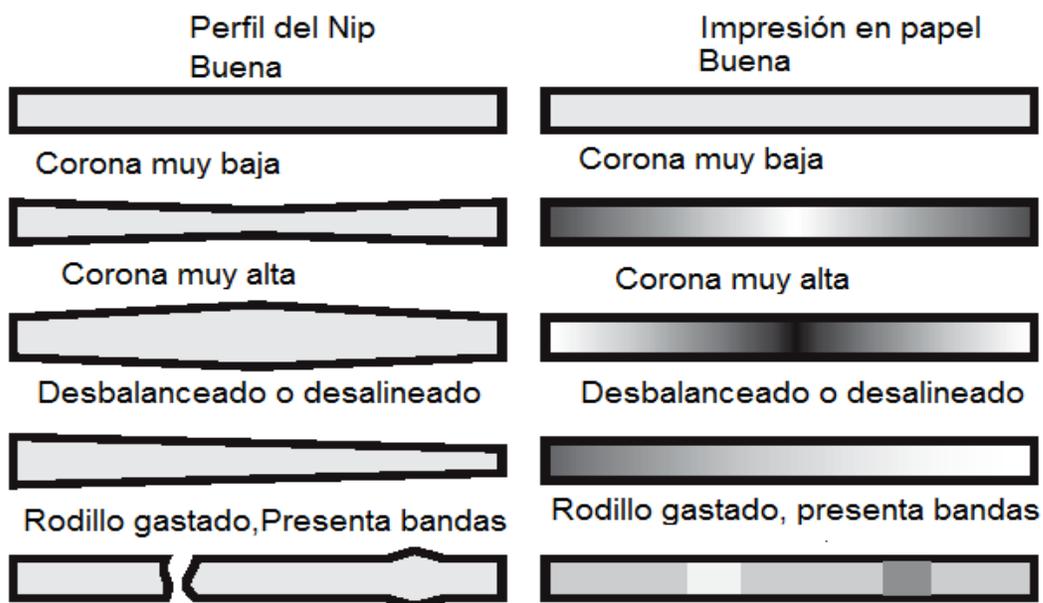


Fig. 37

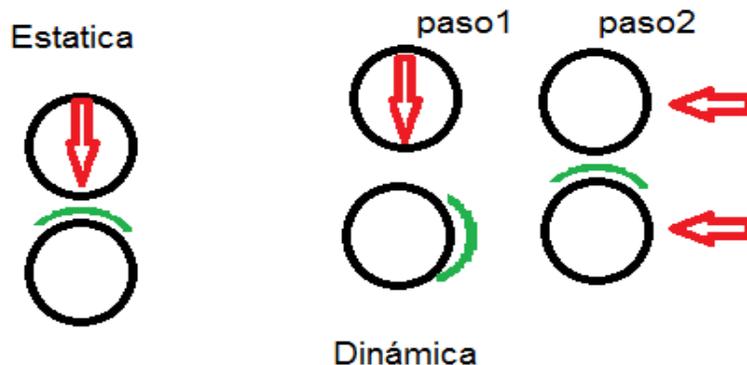


Fig. 38

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

La forma más común para obtener una buena corona es mediante un pulido in situ de los rodillos para llegar a una corona teórica y correr pruebas para comprobar la exactitud del trabajo.

La calandria que se rectificó se muestra en la fig. 39:



Fig. 39

CALANDRIA UTILIZADA PARA LA RECTIFICACION DE LOS RODILLOS.

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

Lo importante es la separación entre los rodillos.



Fig. 40

RODILLOS DE ALIMENTACION Y RECTIFICADOS

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

Para esto se utiliza un dispositivo (figura 43), al que se le ponen piedras de pulir de diferente grano desde grueso (80) hasta fino (3000) para acabar con un terminado espejo sobre la superficie de los rodillos. (Figura 41 y 42)



Fig. 41 PIEDRAS DE PULIR



Fig. 42 PIEDRAS PULIDORAS

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

Los bloques usados son de diferentes tamaños de grano en la parte frontal de cada uno, viene su grosor, se usan bloques de madera que se adaptan a la máquina de pulir.

Los bloques para pulir están hechos de carburo de boro, un material muy duro y que puede desgastar el acero nitrurado.

El trabajo se inicia con los del número 80 es para y lograr una corona aproximada durante el proceso se tiene que estar lubricando los bloques y los rodillos. Por eso se utiliza diésel.

Después de seguir con los bloques de 120, 160, 180, 220, 260, todos estos son de carburo de boro, es importante seguir esta secuencia para lograr que las rayaduras producidas por el bloque anterior se eliminen, si no se sigue la secuencia el acabado del rodillo queda imperfecto y con muchas rayaduras.

A partir del bloque con grosor 325 son de madera y tienen una capa epoxica en su cara de contacto, con polvo de diamante, así se continúa con 400, 600, 900, 1200, 1800, 2200, 2600 y finalmente 3000, este último nos da un acabado de espejo en el rodillo porque literalmente queda como si fuera un espejo.

Tiene capacidad para tener cuatro bloques de madera simultáneamente

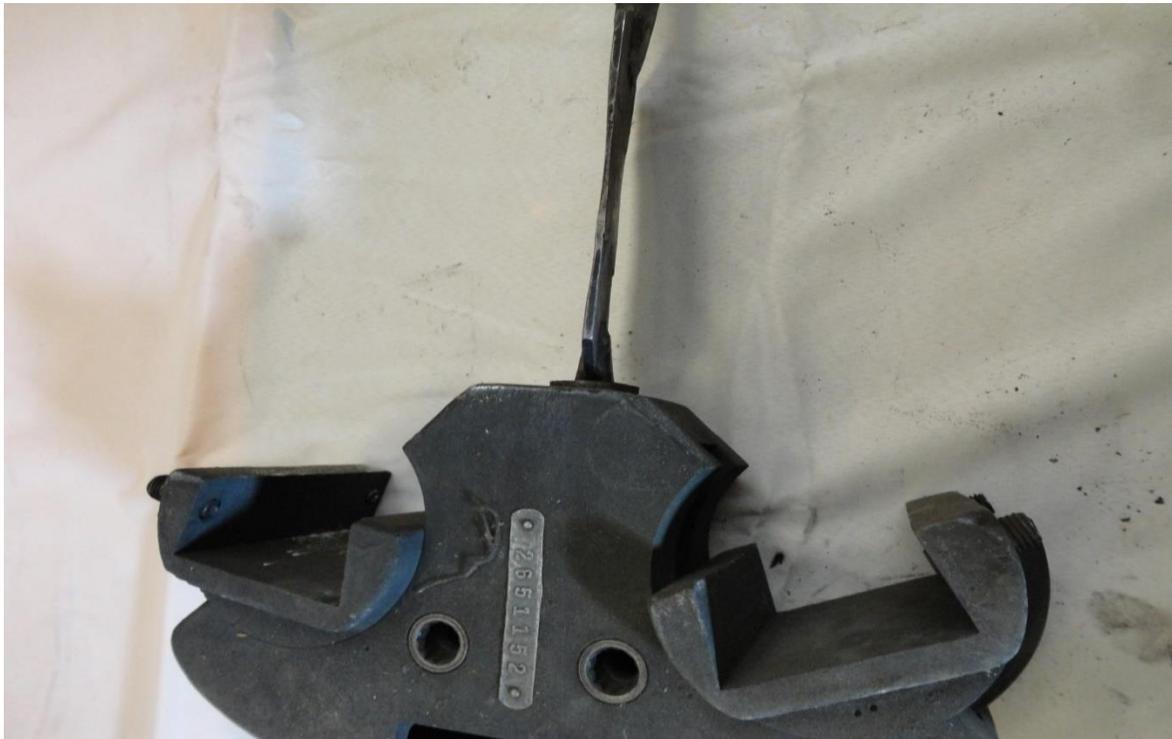


Fig. 43 DISPOSITIVO PARA PULIR, LOS RODILLOS.

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

Se colocan sobre los porta (figura 44) y mediante una varilla que une a los dos porta-bloques y pasa entre los rodillos se ejerce la presión.

De esta forma haciendo pasar el equipo a lo largo de todo el rodillo y manteniendo lubricado continuamente los rodillos usando diésel, se logra dar la forma requerida.

Esto es un proceso lento que toma aproximadamente una semana, para lograr un buen acabado.



Fig. 44. EQUIPO DE PULIDO.

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

La patente que cubre este equipo es la 2651152 la cuál fue otorgada a CF Schnuck^[29] en 1953.

Debido a lo rígido de su construcción todavía sigue en forma operativa.

Con éste proceso se logró la rectificación de la calandria dejándola en óptimas condiciones de operación a pesar de ver sido fabricada por la compañía Nippon Roll en 1964, a pesar de haber trabajado ya más de 53 años sigue como nueva

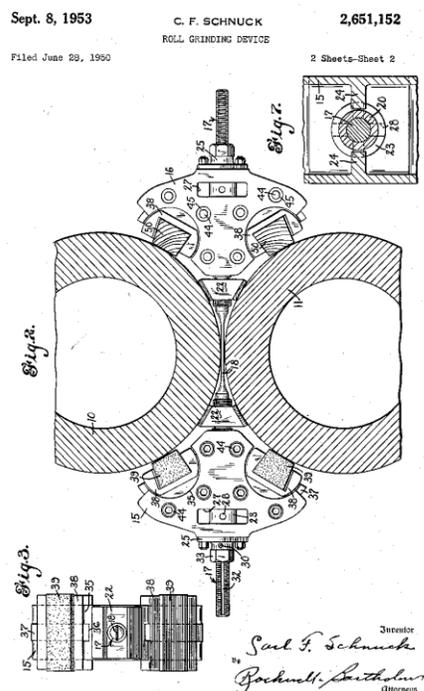
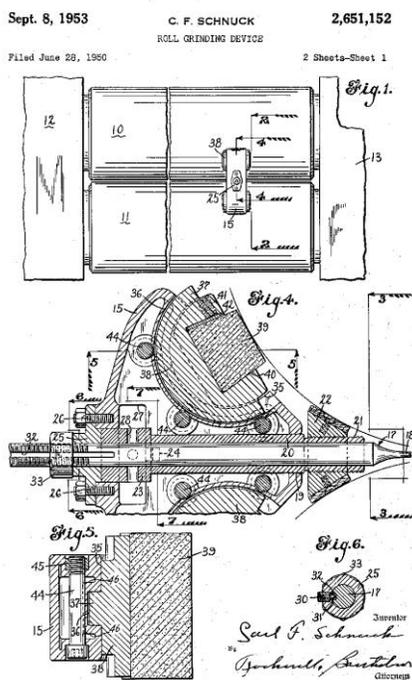


Fig. 45

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

No. 678,961.

Patented July 23, 1901.

J. LINTON.
MACHINE FOR GRINDING CALENDER ROLLS.

(No Model.)

(Application filed Jan. 9, 1901.)

2 Sheets—Sheet 2.

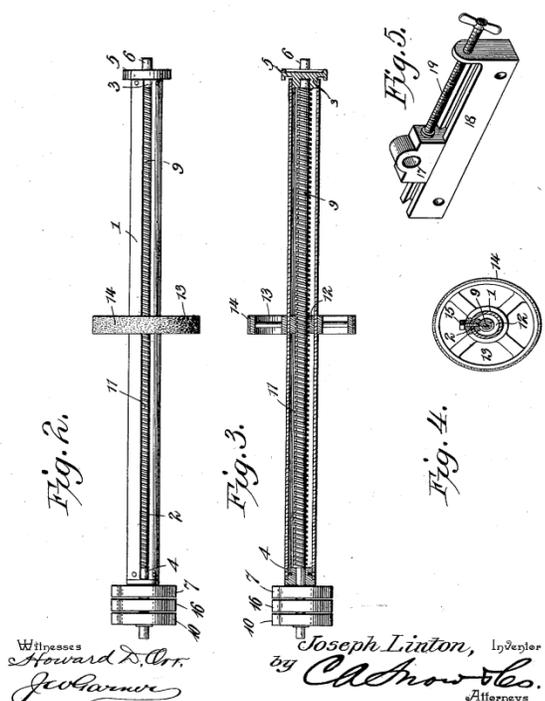


Fig. 46

Anteriormente ya había patentado otros inventos de rectificación de rodillos, pero la patente de 1953, trajo una mejora significativa Joseph Linton^[30] obtuvo la patente número **678 961** ciudadano de los Estados Unidos residente en Manchester, en el condado de Chesterfield. con fecha del 23 de julio de 1901.

Consiste en una máquina para rectificar rodillos de calandria, para pulir los mismos la figura 46 es una vista en perspectiva de una máquina de rectificar calandria que incorpora esta invención

, mostrando la misma imposición operativa en 1 de un conjunto de rodillos de calandria.

La figura 46-2 es un alzado a detalle de la misma.

La figura 46-3 es una Vista en Sección longitudinal de la misma.

La figura 46-4 sección transversal del mismo.

La figura 46-5 es una vista en perspectiva uno de los cojinetes.

La máquina de rectificar en forma paralela al rodillo de calandrado para hacer molida y eso el porta bloques está montado en cojinetes 17, adaptados para desplazarse sobre los listones 18, que están atornillados a los lados interiores, A bastidor en el que están montados los rodillos de calandria.

Con esta máquina rectificadora colocada y dispuesto en posición operativa y permite que los rodillos de calandria se rectifique y pulan sin necesidad de retirar los rodillos de sus cojinetes.

CONCLUSIONES

Como hemos podido darnos cuenta, las patentes han sido y serán una base primordial y sólida para la transformación de la industria del plástico,

Ya que en ellas comprendemos las raíces esenciales, métodos y procesos operativos.

Podemos recordar el origen del caucho, el cual a través de estas patentes hemos observado la diversidad de cambios que se han tenido que realizar para poder llegar al caucho vulcanizado, y sobre todo en ellas podemos ver las aplicaciones que se realizaron en esos tiempo, así como los medios utilizados, se observaban equipos hasta cierto punto rudimentarios, pero con el paso del tiempo, podemos observar que las bases fueron parte del conocimiento esencial para los proceso productivos y las aplicaciones que se encontraron en ellos.

Y de esta manera a través de esta información damos un recorrido por la historia acerca de inventos relevantes del pasado.

Por eso:

Hay que aprender del pasado para crear el futuro.

En nuestra actualidad contamos con equipos y procesos más precisos, que se han hecho y se han mejorado a través del tiempo.

Se logró reducir la corona del cilindro de 8 a 2, y por medio de la rectificación, el proceso de calandreo obtiene el beneficio, de mejorar la calidad en el producto, así como mantener en condiciones óptimas los rodillos de calandria.

Se logró hacer la rectificación in situ de una calandria industrial y se explican los puntos más importantes del proceso. Y se pudo verificar la importancia de los dispositivos para rectificar rodillos, ya que las calandrias son equipos de gran magnitud, que el acceso a su rodillos es difícil el manejo, pero gracias a estos dispositivos y a la información de la patente, el proceso de rectificación fue más fácil, y gracias a la información y la manera de verificar la corona de los rodillos, podemos asegurar un mejor proceso en calidad del producto, ya que esto nos ayuda a que nuestros producto tenga menos fallas en calibración, ayuda en ahorro de material, y una producción constante.

REFERENCIAS

- [1] <http://www.bradfordonavonmuseum.co.uk/archives/2487> (consulted March2016)
- [2] RUBBER MACHINERY .Henry C, Pearson. Editorial of The India Rubber Worla. New York 1920
- [3] Alger, C. Casting Iron Rolls. Us Patent March 30 1811 (1483X)
- [4] Chaffee, E.M, " APPLICATION OF CAOUTCHOUC TO CLOTHS, LEATHER, AND OTHER ARTICLES". US Patent No. 16 August 31 1836.
- [5] Nathaniel Hayward "IMPROVEMENT IN THE MODE OF PREPARING CAOUTCHOUC WITH SULPHUR FOR THE MANUFACTURE OF VARIOUS ARTICLES" US 1090, Februaty 24, 1839
- [6] Charles Goodyear, "IMPROVEMENT IN INDIA-RUBBER FABRICS" Us 3633, June 15 1844.
- [7] Charles Goodyear. "IMPROVEMENT IN INDIA RUBBEE FABRICS" Us 4099 julio 5, 1845
- [8] Horace H. Day . "ELASTIC CLOTH" , New York Us 25,249 aug 30,1859
- [9] John Macadam. "CALENDER ROLL",Pennsylvania Us. 907829 del 29 de diciembre de 1908.
- [10] I, Carmon A Myers "CALENDER CONSTRUCTION".US, US Patente Número 1 406 062, con fecha 7 de febrero de 1922,
- [11] D,R,BOWEN "CALENDER OR THE LIKE" .US, Patente Número 1,492,591, con fecha 25 octubre 1920,
- [12] J. P Feeney." CALENDER ROLL" , US patente número 1781 378, del 23 de abril de 1928
- [13] H.H Hanson "ROTARY LINEN FINISH CALENDER" de Filadelfia, Us. Patente núm. 1929355, con fecha del 3 de octubre 1933.
- [14]. G.T TDBURY "CALENDERS" US, patente N. 3180251, del día 27 de abril de 1965.
- [15] Watkinson. "MILL FOR MIXING CAOUTCHOUC" US, Patente N. 525,638, de septiembre 4 de 1894 .
- [16] Bonheim Birnbaum "MANUFACTURE OF WINDOW SHAD CLOTH" .US, patente número 221277 con la fecha del 4 de noviembre de 1879.
- [17] H. A. Owen "SAFETY CLAMP FOR CALENDER ROLLS" .US patente número 781,122 con la fecha del 16 de junio 1903.
- [18] Henry G. Tyer and John Helm,.US Patente N. 6066, Enero 30, 1849.

CALANDRADO DE PELICULAS PLASTICAS

- [19] John Pridham "USED OF OXIDE OF TIN IN THE MANUFACTURE OF INDIA RUBBER" , US patente N. 7,196 con la fecha del 19 de marzo de 1950.
- [20] I, Jonathan T, Trotter "IMPROVEMENT IN VULCANIZING INDIA RUBBER" ,US patente N. 7,816 con la fecha de 3 de diciembre de 1850.
- [21] I, George Watkinson. "METHOD OF MAKING RUBBER BOOTS OR SHOES" US Patente N. 360 635 de la fecha del 5 de abril 1887
- [22]] Morris M, Danovnitich. "FRICTION TAPE" US Patente N. 249,689 de la fecha de 30 de junio 1938
- [23] I, John F, Greene. "IMPROVED WATER-PROOF FABRIC"US Patente N. 35854, del 8 de julio de 1862.
- [24] L. Wheeler Cable. "IMPROVEMENT IN RUBBER COATED FABRICS", US Patente N. 166256, 3 agosto de 1875.
- [25] Leander R. Streeter. "IMPROVED ELASTIC ROLL" US Patente N. 42415, del 19 abril de 1864.
- [26] Patente William Gardner , "SIFTING AND MIXING MACHINE" US patente N. 466751 con fecha del 5 de enero de 1892.
- [27] P. M. Matthew, "CALENDERING OR FRICTION COATING FABRICS WITH RUBBER" US patente N. 761520 con fecha del 31 de mayo de 1904.
- [28] I Morlánd Micholl. "HAND RUBBER FOR WASHING OR CLEANING PURPOSES" US patente número. 1469917 fecha del 9 octubre de 1923.
- [29] C.F Schnuck "ROLL GRINDING DEVICE" , US patente 2,651,152 con fecha de 8 de septiembre 1953.
- [30] Patente Joseph Linton. "MACHINE FOR GRIDING CALENDER ROLLS", US Patente número **678 961** con fecha del 23 de julio de 1901.
- Hosler, D.,Burkett,S.,L.,Tarkanian,M. "Preshistoric Polymer:Rubber Processing in Ancient Mesoamerica". Science 284, 18 June 1999, Pages 1989-1991.
- Mann, Petra; Tofern, Britta; Kaloga, Macki; Eich, Eckart; "Flavonoid sulfates from the Convolvulaceae". Phytochemistry; vol. 50; nb. 2; (1999); p. 267 -271.
- <http://www.bradfordonavonmuseum.co.uk/iron-duke>