

CAUCHO

Sustancia natural o sintética que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica. El caucho natural se obtiene de un líquido lechoso de color blanco llamado látex, que se encuentra en numerosas plantas. El caucho sintético se prepara a partir de hidrocarburos insaturados.-

Caucho natural

En estado natural, el caucho aparece en forma de suspensión coloidal en el látex de plantas productoras de caucho. Una de estas plantas es el árbol de la especie *Hevea Brasiliensis*, de la familia de las Euforbiáceas, originario del Amazonas. Otra planta productora de caucho es el árbol del hule, *Castilloa elastica*, originario de México (de ahí el nombre de hule), muy utilizado desde la época prehispánica para la fabricación de pelotas, instrumento primordial del juego de pelota, deporte religioso y simbólico que practicaban los antiguos mayas. Indonesia, Malaysia, Tailandia, China y la India producen actualmente alrededor del 90% del caucho natural.-

El caucho en bruto obtenido de otras plantas suele estar contaminado por una mezcla de resinas que deben extraerse para que el caucho sea apto para el consumo. Entre estos cauchos se encuentran la gutapercha y la balata, que se extraen de ciertos árboles tropicales.-

Recolección del látex

Para recoger el látex de las plantaciones, se practica un corte diagonal en ángulo hacia abajo en la corteza del árbol. El corte tiene una extensión de un tercio o de la mitad de la circunferencia del tronco. El látex exuda desde el corte y se recoge en un recipiente. La cantidad de látex que se extrae de cada corte suele ser de unos 30 ml. Después se arranca un trozo de corteza de la base del tronco para volver a tapar el corte, normalmente al día siguiente. Cuando los cortes llegan hasta el suelo, se deja que la corteza se renueve antes de practicar nuevos cortes. Se plantan unos 250 árboles por hectárea, y la cosecha anual de caucho bruto en seco suele ser de unos 450 kg por hectárea. En árboles de alto rendimiento la producción anual puede llegar a 2.225 kg por hectárea, y se ha conseguido desarrollar ejemplares experimentales que alcanzan los 3.335 kg por hectárea. El látex extraído se tamiza, se diluye en agua y se trata con ácido para que las partículas en suspensión del caucho en el látex se aglutinen. 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 para su distribución.-

Propiedades físicas y químicas

El caucho bruto en estado natural es un hidrocarburo blanco o incoloro.-

El compuesto de caucho más simple es el isopreno o 2-metilbutadieno, cuya fórmula química es C_5H_8 . A la temperatura del aire líquido, alrededor de $-195\text{ }^\circ\text{C}$, el caucho puro es un sólido duro y transparente. De 0 a $10\text{ }^\circ\text{C}$ es frágil y opaco, y por encima de $20\text{ }^\circ\text{C}$ se vuelve blando, flexible y

translúcido. Al amasarlo mecánicamente, o al calentarlo por encima de 50 °C, el caucho adquiere una textura de plástico pegajoso. A temperaturas de 200 °C o superiores se descompone.-

El caucho puro es insoluble en agua, álcali o ácidos débiles, y soluble en benceno, petróleo, hidrocarburos clorados y disulfuro de carbono. Con agentes oxidantes químicos se oxida rápidamente, pero con el oxígeno de la atmósfera lo hace lentamente.-

Origen histórico

Algunas propiedades y usos del caucho ya eran conocidas por los indígenas del continente americano mucho antes de que, en 1492, los viajes de Colón llevaran el caucho a Europa. Los indios peruanos lo llamaban *cauchuc*, 'impermeable', de ahí su nombre. Durante muchos años, los españoles intentaron imitar los productos resistentes al agua de los nativos (calzados, abrigos y capas) sin éxito. El caucho fue en Europa una mera curiosidad de museo durante los dos siglos posteriores.-

En 1731, el gobierno francés envió en una expedición geográfica a América del Sur, al geógrafo matemático Charles Marie de La Condamine. En el año 1736, hizo llegar a Francia varios rollos de caucho crudo junto con una descripción de los productos que fabricaban con ello las tribus del valle del Amazonas. Esto reavivó el interés científico por el caucho y sus propiedades. En 1770, el químico británico Joseph Priestley descubrió que frotando con caucho se borraban las marcas y trazos hechos con lápices, y de ahí surgió su nombre en inglés, *rubber*. La primera aplicación comercial del caucho la inició en 1791 el fabricante inglés Samuel Peal, que patentó un método para impermeabilizar tejidos, tratándolos con caucho disuelto en trementina. Charles Macintosh, químico e inventor británico, fundó en 1823 una fábrica en Glasgow para manufacturar tejidos impermeables y ropa para la lluvia, que lleva desde entonces su nombre.-

Plantaciones de caucho

Durante la mayor parte del siglo XIX, los árboles tropicales de América del Sur continuaron siendo la fuente principal de obtención del caucho. En 1876, el explorador británico Henry Wickham recolectó unas 70.000 semillas del *H. brasiliensis* y, a pesar del rígido embargo que había, logró sacarlas de contrabando fuera de Brasil. Consiguió germinarlas con éxito en los invernaderos de los Reales Jardines Botánicos de Londres y las empleó para establecer plantaciones en Ceilán, y posteriormente en otras regiones tropicales de Asia. Desde entonces se han creado plantaciones similares, en un área que se extiende unos 1.100 km a ambos lados del ecuador. Aproximadamente un 99% de las plantaciones de caucho están localizadas en el Sureste asiático. Intentos de introducir plantaciones en zonas tropicales de Occidente han fracasado a causa de la desaparición de árboles por una plaga en sus hojas.-

Desarrollo de los procesos de producción

En 1834, el químico alemán Friedrich Ludersdorf y el químico estadounidense Nathaniel Hayward descubrieron que si le añadían azufre a la goma de caucho, reducían y eliminaban la pegajosidad de los artículos de caucho. En 1839, el inventor estadounidense Charles Goodyear, basándose en las averiguaciones de los químicos anteriores, descubrió que cociendo caucho con azufre desaparecían las propiedades no deseables del caucho, en un proceso denominado vulcanización. El caucho vulcanizado tiene más fuerza, elasticidad y mayor resistencia a los cambios de temperatura que el no vulcanizado; además es impermeable a los gases y resistente a la abrasión, acción química, calor y electricidad. También posee un alto coeficiente de rozamiento en superficies secas y un bajo coeficiente de rozamiento en superficies mojadas por agua.-

Recuperación de desechos

Poco después de la invención de la llanta de neumático en 1877, el fabricante estadounidense Chapman Mitchel fundó una nueva rama de la industria introduciendo un proceso de recuperación del caucho de desecho con ácido, reciclándolo para usarlo en nuevos productos. Para ello empleó ácido sulfúrico que destruye los tejidos incorporados al caucho, y después, al calentarlo, consiguió que el caucho adquiriera la plasticidad suficiente para incorporarlo en lotes de caucho crudo. Alrededor de 1905, el químico estadounidense Arthur H. Marks inventó el proceso de recuperación alcalina y estableció el primer laboratorio de fábrica de caucho. Este método permitió la producción de grandes cantidades de caucho, de gran demanda, sin rebajar sustancialmente la calidad del producto acabado. Al año siguiente, el químico estadounidense George Oenslager, que trabajaba en el laboratorio de Marks investigando el uso de caucho de baja graduación en los procesos de manufacturación, descubrió los aceleradores orgánicos de la vulcanización, como la fenilamina y la tiocarbanilida. Estos aceleradores no sólo reducían en un 60-80% el tiempo necesario de calentamiento para la vulcanización, sino que además mejoraban la calidad del producto.-

Prolongación de la vida del caucho

El siguiente gran avance en la tecnología del caucho llegó una década más tarde con la invención del horno acelerador de la vida del caucho para medir su deterioro. Este horno conseguía duplicar en pocos días los resultados de años de uso corriente. Ello permitió a los técnicos medir rápidamente el deterioro causado por ciertas condiciones, en especial la exposición al oxígeno de la atmósfera. El uso de estos hornos llevó a los científicos a añadir agentes antioxidantes al caucho, consiguiendo prolongar la vida de productos como los neumáticos de los automóviles. En pocos años surgieron nuevos compuestos químicos que ralentizaron marcadamente el deterioro de artículos de caucho blando como guantes, láminas y tuberías.-

Otro desarrollo en la tecnología del caucho ha sido el empleo de látex no coagulado. Se desarrollaron métodos para moldear el caucho en fibras finas para emplearlas en la manufactura de tejidos, como los usados para ropa elástica, y también para el electrochapado del caucho en metales y otros materiales.-

Procesos de fabricación modernos

En la fabricación moderna de artículos de caucho natural se trata el caucho en máquinas con otras sustancias. La mezcla se procesa mecánicamente sobre una base o se moldea, colocándose luego en moldes para su posterior vulcanizado.-

Las fuentes principales del caucho puro son las láminas y planchas del látex de las plantaciones del árbol *Hevea*, además del látex no coagulado empleado en algunas industrias. El caucho reciclado, calentado con álcali durante 12 o 30 horas, puede emplearse como adulterante del caucho crudo para rebajar el precio final del producto. La cantidad de caucho reciclado que se puede utilizar dependerá de la calidad del artículo que se quiera fabricar.-

Aditivos

En la mayoría de los casos, el caucho bruto se mezcla con numerosas sustancias que modifican sus características. Existen sustancias aditivas que estiran el caucho pero no lo endurecen materialmente, como el carbonato de calcio y la baritina o sulfato de bario. Otros aditivos reforzantes también se añaden para dar dureza al producto final, como el negro de humo, óxido de cinc, carbonato de magnesio y ciertas arcillas. Otras sustancias que se emplean son pigmentos, como el óxido de cinc, el litopón y muchos tintes orgánicos, y ablandadores, que se usan cuando el caucho es demasiado rígido para mezclarse con otras sustancias, como son ciertos derivados del petróleo (aceites y ceras), la brea de pino o los ácidos grasos.-

El principal agente vulcanizante sigue siendo el azufre. El selenio y el telurio también se emplean, pero generalmente con una elevada proporción de azufre. En la fase de calentamiento del proceso de vulcanización, se mezcla el azufre con el caucho a la vez que con el resto de aditivos. La proporción azufre-caucho varía entre un 1:40 para el caucho blando hasta un 1:1 en el caucho duro. La vulcanización en frío, que se utiliza para fabricar artículos de caucho blando como guantes y artículos de lencería, se lleva a cabo por exposición al vapor de cloruro de azufre (S_2Cl_2). Los agentes aceleradores de la vulcanización que se empleaban en un principio eran solamente óxidos metálicos como el blanco de plomo y la cal. A partir de los descubrimientos de Oenslager se empezaron a utilizar una gran variedad de aminas orgánicas.-

Máquinas masticadoras

Antes de mezclarlo con otras sustancias, el caucho es sometido a un proceso de trituración, llamado masticación, que lo vuelve suave, pegajoso y plástico. En este estado el caucho está en mejores condiciones para mezclarse con otras sustancias como pigmentos, agentes vulcanizantes y otros aditivos secos.-

Máquinas mezcladoras

El siguiente paso del proceso son las máquinas mezcladoras. Éstas se asemejan a las máquinas masticadoras, ya que en ambos casos tienen dos rodillos, pero en las mezcladoras estos giran en direcciones opuestas, y en las masticadoras los rodillos giran en la misma dirección pero a diferente velocidad. También se utilizan máquinas mezcladoras de cilindros cerrados, para elaborar disoluciones y pegamentos de caucho mezclado con disolventes.-

Estos productos líquidos del caucho se emplean en tejidos impermeables y en artículos a los que se da forma introduciendo un molde en la disolución, como en el caso de los guantes de goma. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los ingredientes se mezclan en frío para su posterior satinación, extrusión u otro proceso previo a la vulcanización.-

Satinación

Una vez plastificado y mezclado con otros ingredientes, el caucho pasa a un proceso de satinación o extrusión, dependiendo del uso que se le quiera dar.-

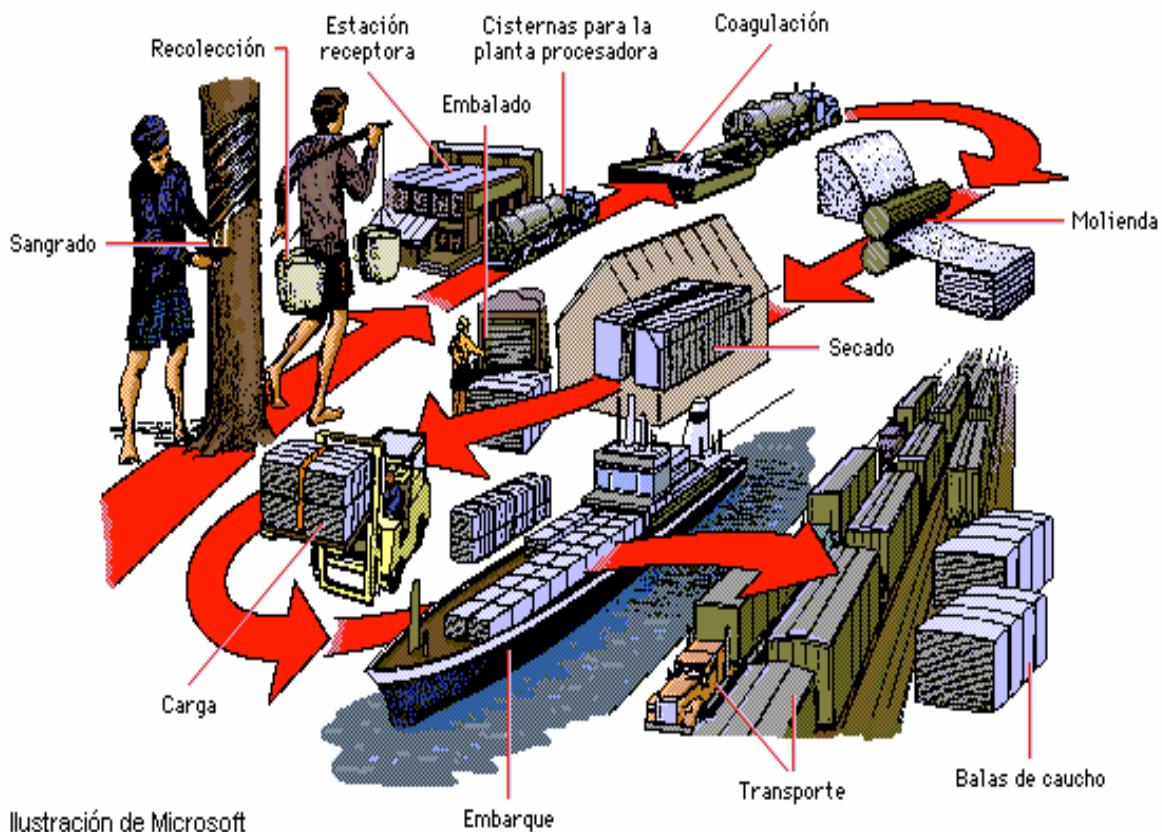
Las satinadoras son máquinas que consisten en tres, cuatro o cinco rodillos del mismo diámetro. La velocidad de rotación y la distancia entre los rodillos son regulables, según el producto que se desee elaborar. Las satinadoras se usan para producir láminas de caucho con o sin dibujos, como las estrías en los neumáticos de los automóviles; para comprimir el caucho y darle textura de tejidos o cuerdas, y para revestimiento del caucho con más capas. Los productos obtenidos con las satinadoras pasan generalmente por otros procesos, como en el caso de la fabricación de neumáticos, antes de su vulcanización.-

Extrusión

En este proceso se prensa el caucho a través de troqueles, haciendo tiras aplastadas, tubulares o de una forma determinada. Se emplea este proceso en la fabricación de tuberías, mangueras y en productos para sellar puertas y ventanas. También existen procesos de extrusión específicos para el revestimiento de fibras en forma de tubo para mangueras a presión.-

Vulcanización

Una vez fabricados, la mayoría de los productos del caucho se vulcanizan bajo presión y alta temperatura. Muchos productos se vulcanizan en moldes y se comprimen en presas hidráulicas, aunque la presión necesaria para una vulcanización eficaz se puede conseguir sometiendo el caucho a la presión externa o interna del vapor durante el calentamiento. Algunos tipos de mangueras para jardinería están revestidas con plomo, y se vulcanizan haciendo pasar vapor a alta presión por la abertura de la manguera, comprimiéndose la manguera de caucho contra el plomo. Una vez acabado el proceso, el plomo se saca de la manguera y se funde para volverlo a usar. Del mismo modo se emplea el revestimiento de estaño para producir ciertos tipos de aislamiento eléctrico de alta capacidad.-



Espuma de caucho y productos moldeados

La espuma de caucho se elabora directamente a partir del látex con sustancias emulsionantes. Se bate mecánicamente la mezcla en una máquina espumante, formando una espuma con millones de burbujas de aire, que se vierte en moldes y se vulcaniza por calentamiento para fabricar objetos como colchones y almohadas.-

El látex puede moldearse para hacer artículos como juguetes o guantes de goma, introduciendo moldes de porcelana o de yeso blanco en látex concentrado. Una capa de látex se adhiere al molde y se extrae después de la vulcanización.-

Aplicaciones

Comparado con el caucho vulcanizado, el caucho no tratado tiene muy pocas aplicaciones.- Se usa en cementos, cintas aislantes, cintas adhesivas y como aislante para mantas y zapatos. El caucho vulcanizado tiene otras muchas aplicaciones. Por su resistencia a la abrasión, el caucho blando se utiliza en los dibujos de los neumáticos de los automóviles y en las cintas transportadoras; el caucho duro se emplea para fabricar carcasas de equipos de bombeo y las tuberías utilizadas para perforaciones con lodos abrasivos.-

Por su flexibilidad, se utiliza frecuentemente para fabricar mangueras, neumáticos y rodillos para una amplia variedad de máquinas, desde los rodillos para escurrir la ropa hasta los instalados en las rotativas e imprentas. Por su elasticidad se usa en varios tipos de amortiguadores y mecanismos de las carcasas de máquinas para reducir las vibraciones. Al ser relativamente impermeable a los gases se emplea para fabricar mangueras de aire, globos y colchones. Su resistencia al agua y a la

mayoría de los productos químicos líquidos se aprovecha para fabricar ropa impermeable, trajes de buceo, tubos para química y medicina, revestimientos de tanques de almacenamiento, máquinas procesadoras y vagones aljibes para trenes. Por su resistencia a la electricidad el caucho blando se utiliza en materiales aislantes, guantes protectores, zapatos y mantas, y el caucho duro se usa para las carcasas de teléfonos, piezas de aparatos de radio, medidores y otros instrumentos eléctricos. El coeficiente de rozamiento del caucho, alto en superficies secas y bajo en superficies húmedas, se aprovecha para correas de transmisión y cojinetes lubricados con agua en bombas para pozos profundos.-

Producción del caucho

La extensión de las zonas dedicadas al cultivo del caucho alcanzó su apogeo en los años inmediatamente anteriores a la II Guerra Mundial (1939-1945). En las posesiones británicas de la India, Ceilán (hoy Sri Lanka), Malaysia y el archipiélago Malayo, las plantaciones llegaron a ocupar cerca de 1.820.000 hectáreas. En las Indias Orientales bajo dominio holandés (hoy Indonesia), una extensión de cultivos de 1.420.000 hectáreas completaban las 3.640.000 hectáreas del total mundial, antes de la gran destrucción de cultivos del Lejano Oriente durante la II Guerra Mundial.-

La importancia política y económica del caucho natural se puso en evidencia durante la II Guerra Mundial cuando se terminó el suministro. Este fenómeno aceleró el desarrollo del caucho sintético en algunos países. En 1990, la producción mundial de caucho superó los 15 millones de toneladas métricas, de las cuales 10 millones fueron de caucho sintético.-

Caucho sintético

Puede llamarse caucho sintético a toda sustancia elaborada artificialmente que se parezca al caucho natural. Se obtiene por reacciones químicas, conocidas como condensación o polimerización, a partir de determinados hidrocarburos insaturados. Los compuestos básicos del caucho sintético llamados monómeros, tienen una masa molecular relativamente baja y forman moléculas gigantes denominadas polímeros. Después de su fabricación, el caucho sintético se vulcaniza.-

Desarrollo

El origen de la tecnología del caucho sintético se puede situar en 1860, cuando el químico británico Charles Hanson Greville Williams descubrió que el caucho natural era un polímero del monómero isopreno, cuya fórmula química es $\text{CH}_2\text{-C}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$. Durante los setenta años siguientes se trabajó en el laboratorio para sintetizar caucho utilizando isopreno como monómero. También se investigaron otros monómeros, y durante la I Guerra Mundial químicos alemanes polimerizaron dimetilbutadieno (de fórmula $\text{CH}_2\text{-C}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2$), y consiguieron sintetizar un caucho llamado caucho de metilo, de pocas aplicaciones.-

Hubo que esperar hasta 1930 para que dos químicos, el estadounidense Wallace Hume Carothers y el alemán Hermann Staudinger, investigaran y contribuyeran al descubrimiento de los polímeros como moléculas gigantes, en cadena, compuestas de un gran número de monómeros. Entonces se consiguió sintetizar caucho de monómeros distintos al isopreno.-

La investigación iniciada en Estados Unidos durante la II Guerra Mundial condujo a la síntesis de un polímero de isopreno con una composición química idéntica al caucho natural.-

Tipos de caucho sintético

Se producen varios tipos de caucho sintético: neopreno, buna, caucho de butilo y otros cauchos especiales.-

Neopreno

Uno de los primeros cauchos sintéticos logrados gracias a la investigación de Carothers fue el neopreno, el polímero del monómero cloropreno, de fórmula química $\text{CH}_2\text{-C}(\text{Cl})\text{CH}=\text{CH}_2$. Las materias primas del cloropreno son el etino y el ácido clorhídrico. El neopreno fue desarrollado en 1931 y es resistente al calor y a productos químicos como aceites y petróleo. Se emplea en tuberías de conducción de petróleo y como aislante para cables y maquinaria.-

Buna o caucho artificial

Químicos alemanes sintetizaron en 1935 el primero de una serie de cauchos sintéticos llamados Buna, obtenidos por copolimerización, que consiste en la polimerización de dos monómeros denominados comonómeros.-

La palabra Buna se deriva de las letras iniciales de butadieno, uno de los comonómeros, y natrium (sodio), empleado como catalizador. En el Buna-N, el otro comonómero es el acrilonitrilo ($\text{CH}_2\text{-CH}(\text{CN})$), que se produce a partir del ácido cianhídrico. El Buna-N es muy útil en aquellos casos que se requiere resistencia a la acción de aceites y a la abrasión. También se obtiene caucho industrialmente por copolimerización de butadieno y estireno.-

Caucho de butilo

Este tipo de caucho sintético, producido por primera vez en 1949, se obtiene por copolimerización de isobutileno con butadieno o isopreno. Es un plástico y puede trabajarse como el caucho natural, pero es difícil de vulcanizar. Aunque no es tan flexible como el caucho natural y otros sintéticos, es muy resistente a la oxidación y a la acción de productos corrosivos. Debido a su baja permeabilidad a los gases, se utiliza en los tubos interiores de las llantas de automóviles.-

Otras clases de cauchos especiales

Se han desarrollado numerosos tipos de cauchos con propiedades específicas para aplicaciones y usos especiales. Uno de estos cauchos especiales es el coroseal, un polímero de cloruro de vinilo ($\text{CH}_2\text{-CHCl}$). Estos polímeros son resistentes al calor, la corrosión y la electricidad, y no se deterioran por la acción de la luz ni por un almacenamiento prolongado. El coroseal no se puede vulcanizar, pero mientras no se le someta a altas temperaturas, se muestra más resistente a la abrasión que el caucho natural o el cuero.-

Otro tipo de caucho especial es el tiocol, que se obtiene por copolimerización de dicloruro de etileno (CHCl-CHCl) y tetrasulfuro de sodio (Na₂S₄). Puede trabajarse y vulcanizarse como el caucho natural y es resistente a la acción de los aceites y los disolventes orgánicos usados en barnices; se emplea para aislamientos eléctricos pues no se deteriora con la luz ni la electricidad.-

Muchos otros tipos de caucho sintético se producen con métodos parecidos a los antes descritos. Algunos cambios introducidos en los procesos de polimerización han mejorado la calidad de los productos y abaratado costes.-

Uno de los mayores avances ha sido la utilización del petróleo como aditivo, bajando los costes al poder conservarse grandes cantidades de caucho sintético almacenado. Gracias a ello se ha conseguido fabricar neumáticos de larga duración. Otros dos avances importantes son el desarrollo de la espuma de caucho sintética, que se usa en tapicería, colchones y almohadas, y el caucho bruto de superficie arrugada para la industria del calzado.-

SEPARACIÓN DEL CAUCHO DEL LÁTEX

Para separar el caucho de dicha emulsión se emplean diversos procedimientos de coagulación:

- ❖ ESPONTANEA: el caucho se separa espontáneamente en la parte superior y luego se quita.- Este método tiene el inconveniente de retener bastante agua el caucho y de alterarse fácilmente.-
- ❖ POR ACCIÓN DEL HUMO CALIENTE: este método se usa aún mucho en el norte de Brasil.- Para ello los seringueiros hacen un pozo en el terreno y colocan frutos de palmeras, que al ser encendidos producen un fuego con abundante humo. El operador sumerge la parte final de un palo en látex y rotándolo lo presenta al humo y al fuego, hasta que el látex haya coagulado. Repite esta operación hasta obtener un pan de caucho de unos 5 Kg. Luego, lo separa del palo una incisión que practica a lo largo del mismo.-
- ❖ POR CENTRIFUGACION: es el método más moderno y de mejor rendimiento. Para ello se diluye el látex con agua y se lo somete al proceso de centrifugación.-
- ❖ POR LA ACCIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS: las sustancias químicas usadas como coagulantes pueden ser: el cloruro de sodio, el ácido acético, el ácido sulfúrico diluido, por ejemplo. Se usan también los jugos de limón y de ciertos frutos y tallos que son ácidos. En Guatemala, por el contrario se utiliza el jugo alcalino de la raíz de Ipomoea Bananox

Aplicaciones del caucho

Fabricación de tubos

Los tubos y mangos de caucho pueden clasificarse en tres grupos: 1- Tubos fabricados exclusivamente de caucho, estos son muy utilizados para alimentar aparatos portátiles con gas, agua, aire comprimido, mecheros de Bunsen, etc; pudiendo estar constituidos por dos capas superpuestas, una interior de mayor calidad, generalmente roja, y otra exterior negra, de refuerzo. 2- Tubos de tela interpuesta de una o varias capas de caucho y telas de lana intercaladas con el fin de que puedan resistir grandes presiones. 3- Tubos de caucho trenzados de los cuales la camisa interior es de caucho

de excelente calidad, se reviste exteriormente de uno o dos trenzados de hilo de algodón, lino, seda, etc., según su aplicación.-

Fabricación de correas

Las correas de caucho no se componen únicamente de este material sino de numerosas tela de algodón de alta calidad cauchotadas y superpuestas hasta obtener el espesor exigido por el esfuerzo mecánico que la correa ha de transmitir.-

Fabricación de hojas inglesas de caucho

Se designan por hojas de caucho a las láminas fabricadas con caucho de plantación, de primera calidad, por medio de tratamientos mecánicos. Éstas tiene escaso contenido de resina, ya que la abundancia de éstas las hace quebradizas en frío.-

Fabricación de esponjas de caucho

Las esponjas de caucho son resistentes a la mayoría de los productos químicos, propiedad de la que carecen las esponjas naturales. Además conserva siempre su flexibilidad y elasticidad. Se pueden fabricar en formas regulares y todas las dimensiones. También pueden emplearse como aislantes del calor, electricidad, y sonido. Añadiendo materiales colorantes se pueden fabricar esponjas de todos los colores.-

Fabricación de sondas y tubos de cirugía

En estos objetos se emplean las hojas inglesas de caucho. Para la fabricación de sondas se emplean mandriles del diámetro interior de la sonda, el mandril es sumergido varias veces en la solución de caucho hasta alcanzar el espesor de 1mm.-

Fabricación de tejidos impermeables

Para la fabricación de tejidos se emplean dos procedimientos, el más económico consiste en adoptar una película de la materia impermeabilizante al tejido que se quiera impermeabilizar, extendida uniformemente con ayuda de una calandra. El segundo procedimiento es más lento, complicado, y costoso, este consiste en la evaporación del disolvente de una capa fina aplicada en forma de barniz sobre la tela por medio de máquinas de engomar llamadas SPREADING. El primer procedimiento tiene numerosas aplicaciones en tejidos destinados a los artículos de precio reducido, mientras que las telas impermeables de alta calidad y resistencia son usadas para aviación, aeronáutica, neumáticos, impermeables finos, se elaboran por el segundo método.-

Fabricación de neumáticos

El caucho bruto se amasa en molinos de masticación y mezcla, que consiste en dos rodillos girando a diferentes velocidades. El caucho se ablanda, probablemente a causa de la rotura de sus largas moléculas en otras más cortas.-

Después de ser amasado se agregan:

1- Negro de carbón 2- Óxido de zinc 3- Azufre 4- Caucho regenerado y ablandadores
cada uno de estos ingredientes cumple un finalidad determinada. El negro de carbón, sirve para aumentar la resistencia a la abrasión. El óxido de zinc es un acelerador de vulcanización, y el caucho regenerado se utiliza para disminuir el costo del neumático acabado. Los productos químicos que actúan como aceleradores se incorporan para acortar el tiempo de vulcanización y para proteger el caucho acabado del envejecimiento por la acción de la luz y del aire.-

Los ablandadores o plastificantes son aceites minerales o plastificantes, son aceites minerales o vegetales, ceras y alquitranes. De las máquinas de masticación el caucho pasa a través de calandrias, que consisten en tres rodillos huecos colocados uno encima del otro. Quedando obligado el caucho a laminarse en hojas finas, y entre los rodillos se introducen también tejidos de algodón, con el objeto de que el producto sea una lámina fina adherida al tejido.-

El tejido cauchado se corta en tiras. De esta manera las cuerdas estarán formando un ángulo y tendrán mayor resistencia. Se da forma a las tiras sobre un núcleo de hierro para obtener el armazón del

neumático. Alrededor del armazón se da forma a la superficie de rodadura, que es una tira de caucho masticado y compuesto finalmente se aplica al borde. El borde es una tira de caucho muy duro que lleva hilos de alambre y forma el borde del neumático que ha de estar en contacto con la pestaña de la rueda.

El neumático montado se coloca en un molde en el que se ha tallado el patrón de la rodadura. El calor se ha suministrado por vapor y la presión hacen que el azufre vulcanice el caucho.-

El neumático se inspecciona y se envuelve.-

Manufacturas de cámaras

La fabricación de cámaras o tubos interno, es algo parecido. El caucho se mastica, agregando los ingredientes de la fórmula, pero en vez de laminarse en tiras, se lo obliga a pasar a través de una máquina de extrusión. Esta es una máquina parecida a la de hacer salchichas, y consiste en un rodillo que gira en el hueco de un cilindro, obligando al caucho a pasar por un troquel produciendo un tubo de caucho, este tubo se corta en la longitud apropiada, se empalman los extremos formando un anillo, se infla, y se vulcaniza con vapor de caldera.-

Aunque la fabricación y producción de neumáticos y cámaras de automóviles son realmente representativas de la manufactura del caucho, cada artículo fabricado de caucho requiere fórmulas de composición especiales así como de ingredientes y manipulaciones bastante peculiares. La formulación de las mezclas de caucho es comprimida y varía considerablemente de acuerdo a cada producto a fabricar.-