

can en formas y tamaños diversos, de grueso variable con la temperatura, hasta 20 cms., se emplean para equipos industriales, tales como: cambiadores de calor, carros tanque, etc. Para cubiertas de tubos debe emplearse fibra larga seleccionada, se fabrica en secciones de 60 cms. o mas para tubos de gran diámetro (hasta 75 cms.) de espesor variable con la temperatura.

FIBRA DE VIDRIO.- Se llama también lana de vidrio, es un material semejante a la lana mineral, formado por multitud de fibras delgadísimas (.0006 cms. de diámetro) de vidrio, de gran resistencia a la tensión (17,500 Kgs/cm²) y flexibilidad. Se obtiene haciendo pasar vidrio fundido libre de impurezas, a través de boquillas especiales, desintegrandolo por medio de vapor a presión, variando el diámetro y longitud de las fibras con la temperatura y viscosidad del vidrio, el tamaño de los orificios y la presión del vapor. La fibra así obtenida es la ordinaria o común, llamada "Lana Vítrea", está formada por finas hebras entrelazadas, de gran blancura y baja densidad aparente, no comprimida pesa .000024 grs/cm³, siendo 100 veces mas ligera que el estado sólido. Tiene una baja conductividad térmica y eléctrica. No absorbe la humedad, por carecer de estructura intercelular, no se pudre ni se oxida, no se altera con los álcalis y ácidos y es completamente incombustible, resistiendo temperaturas desde muy por debajo de cero hasta 540°C, sin sufrir ningún cambio. Mezclada con resinas plásticas puede moldearse para obtener distintos productos, tales como: bloques, ladrillos, placas, etc. Se emplea para toda clase de aislamientos térmicos, eléctricos y acústicos, por la gran cantidad de aire que contiene y la extensa superficie absorbente de las fibras. Instalada sobre otros materiales el coeficiente de reducción del ruido llega hasta 0.95, según el espesor, densidad y métodos de instalación. Puede ser tratada con aglutinantes resinosos, comprimida al espesor que se desee y calentada, dando láminas flexibles, rígidas o semirígidas, en forma de rollos, planchas, etc. variando su densidad con el diámetro de las fibras y el grado de compresión. Las placas obtenidas con ciertos adhesivos son susceptibles de adherirse a aparatos de acondicionamiento de aire, etc. En forma cilíndrica se emplea para recubrimiento de tuberías, evitando la corrosión electrolítica en tuberías sepultadas. Además se fabrican mas de 4,000 formas diversas de productos para centenares de aplicaciones.

ALUMINIO.- Modernamente se está usando mucho la lámina de aluminio en varias formas, delgada como papel, en capas de varias hojas separadas por aire, etc. Es un material ligero y de baja capacidad calorífica y emisividad, siendo inerte a los agentes atmosféricos, además, por su gran pulimento disminuye las pérdidas por radiación. Se emplea como aislante para techos y en refrigeración. También se usa en forma de pintura para tanques de almacenamiento, productos aislantes, sobre todo de asbesto cemento, etc.

PRODUCTOS REFRACTARIOS.- Materiales porosos de sustancias refractarias (Cap. XI) apropiados para aplicarlos a hornos y estufas de muchos tipos, con objeto de ahorrar combustible, tiempo, espacio o mejorar las condiciones de trabajo. A menudo sustituyen con ventaja a los productos densos. Pueden usarse en forma de polvo mezclados con otros aislantes, como asbesto y algún aglutinante, para revestimientos monolíticos. Como sólidos porosos se fabrican mezclando al material refractario aserrín de madera o alguna otra sustancia combustible.

II.- MATERIALES AISLANTES A LA ELECTRICIDAD

GENERALIDADES.- Un material aislante a la electricidad debe tener baja conductancia, en ciertos casos una constante dieléctrica apropiada y en otros baja pérdida dieléctrica, además, debe mostrar resistencia a la interrupción, debe de ser estable é inerte y sobre todo repelente al agua y no higroscópico. En ciertas aplicaciones debe resistir temperaturas elevadas, a veces debe de ser rígido y a veces flexible, etc. Para entender mejor sus características se definirán algunas de ellas a continuación.

Conductancia.- Representa la conductividad eléctrica de 1 cc. de material. Se mide en "mho" (unidad recíproca del ohmio) que es la unidad de resistencia.

Dieléctrico.- Medio que se opone a la descarga de la corriente eléctrica de un conductor á otro.

Constante Dieléctrica (K).- La relación entre la capacidad de un condensador usando la sustancia dada (Cs) como dieléctrico y la obtenida usando el aire (Ca), que se toma como unidad.

Pérdida Dieléctrica (Pk).- Es la pérdida de energía en el dieléctrico cuando se somete a un campo alterno.

Resistencia a la interrupción (R) o al voltaje.- Menor voltaje necesario para perforar un espesor dado del aislante, en voltios/cm o kilovoltios/mm. No es proporcional al espesor, a menos que se tomen precauciones especiales.

1.- AISLANTES GASEOSOS Y LIQUIDOS.

Los gaseosos comprenden los gases comunes, tales como aire, nitrógeno, helio, argón, etc., son de baja conductancia, constante dieléctrica cercana a la unidad y pérdida dieléctrica despreciable, R= 30,000 volts/cm., menor que la mayor parte de los sólidos y líquidos. Se emplean para conductores que deban estar separados, por ejemplo; siempre que se requiera una descarga eléctrica (focos, etc.).

Los aislantes líquidos se emplean cuando los conductores están muy juntos, en reostatos, transformadores, interruptores, etc; para la impregnación de tela, papel embobinado y en general para sellar materiales porosos (resinas sintéticas no inflamables). La resistencia a la descarga eléctrica se aumenta con adición de ciertos compuestos aromáticos como el difenilo. Modernamente se usan algunos compuestos aromáticos clorinados y mas modernamente aún resinas líquidas de Silicones (Pág. 164) líquidos incoloros, no tóxicos, de viscosidad ampliamente variable, el mas usado es el tipo dimetilo, estables al aire a menos de 150°C, se usan como fluidos para transformadores, para impregnar bobinas, armaduras, telas de vidrio flexibles, etc.

2.- AISLANTES SOLIDOS.

Son los más importantes y mas usados, existe un gran número de ellos. Pudiendo dividirse por su obtención en Naturales y Sintéticos y por su naturaleza en: Inorgánicos y Orgánicos. Entre los Inorgánicos se encuentran: Mica, Porcelana, Cuarzo, Lana Mineral, Fibra de vidrio y otros. Y entre los Orgánicos: Parafina, Hule, Ambar, Guatapercha, Goma Laca, Resinas Sintéticas y Silicones.

A.- AISLANTES INORGANICOS.

Mica.- Silicato hidratado de Magnesio natural (Pág. 69) caracterizado por su fractura en laminillas muy brillantes y frágiles, por lo cual solo puede emplearse con una ligazón adecuada. Tiene un gran número de variedades, pero no todas son apropiadas como aislantes. Se extrae en grandes trozos que son partidos y desbastados para dar hojas delgadas y flexibles. Tiene gran resistencia a la interrupción. Resiste bien el calor hasta 600°C pero a mayor temperatura se disgrega lentamente, suavizándose a 1,200°C. Hojas de mica artificiales pueden obtenerse mezclando las hojitas de mica con algún adhesivo, principalmente goma laca y modernamente con algunas resinas plásticas, prensando la mezcla en hojas bajo calor y presión.

Constituye el único aislante para generadores de alta tensión, en forma de un producto llamado "Termalastic" (1951), ligada con una resina de baja viscosidad que en presencia de un catalizador forma al calentarse una sustancia permanentemente rígida, sin vacíos ni poros. Esta resina comunica a la mica gran resistencia mecánica y térmica. El producto es fácilmente aplicable en forma de cinta, impregnado con la misma resina y recubriendo al final con fibra de vidrio. Da un aislamiento de propiedades físicas excepcionales. La mica constituye uno de los materiales aislantes sólidos más ampliamente usados, se emplea para productos en forma de hojas, cintas o tubos, adquiriendo varios nombres. En forma de hojas se usa para mirillas de los hornos y estufas y en ciertos tipos de lámparas. Por su propiedad de poder obtenerse en láminas muy delgadas se usa mucho para aislamiento en espacios limitados, por ej: entre segmentos de armadura de motores dinamo.

PORCELANA (Pág. 95).- Solo tienen importancia las porcelanas duras, obtenidas como ya se vio a temperaturas mayores de 1,770°C, se emplean para gran número de usos, en equipo eléctrico, aisladores, tapones, apagadores, etc. Una porcelana dura especial del tipo usado para equipo de laboratorio, baja en feldespato, no porosa, obtenida a 1,465°C, se usa para bujías por su alta resistencia dieléctrica, mecánica y al choque térmico, para resistencias de hornos calentados, etc; aunque en estos casos se prefieren porcelanas menos vitreas, hechas de periclasa (MgO) que son más resistentes al choque térmico.

VIDRIO Y CUARZO FUNDIDO.- Excelentes aislantes, inertes a la humedad, obtenidos a alta temperatura. (para el Vidrio véase Cap. XVI). En ausencia del agua el cuarzo fundido es uno de los mejores aislantes conocidos, pero tiene la desventaja de absorber agua en su superficie, aumentando su conductancia, por lo cual al ser usado requiere colocar en su vecindad un agente secante o cubrirlo con una delgada capa de ceresina. Resiste a los agentes químicos y no sufre expansión o contracción. Se emplea cuando se necesita un aislamiento extremadamente bueno.

LANA MINERAL.- (Pág. 159) Producto de características semejantes al cuarzo, empleado sobre todo mezclado con mica, asbesto, etc. FIBRA DE VIDRIO.- (Pág. 159) Se emplea en varias formas, tales como: cintas tejidas, trencillas, cordones y telas impregnadas de barniz o resinas; en motores eléctricos, cables y alambres, placas de separación de baterías, etc. Moldeada con plásticos forma láminas de propiedades variables y múltiples aplicaciones.

OTROS.- Asbesto, mármol, pizarras, talco, etc. Su característica principal es su incombustibilidad y su tendencia a absorber la humedad, lo cual disminuye su resistencia eléctrica. El talco (Pág. 70) forma a 1,100°C un producto llamado Isolantita que es sumamente duro, por lo cual no se puede trabajar y las formas deberán moldearse previamente. Los mármoles y pizarras se usan para tableros eléctricos. Pulverizados se emplean como relleno de ciertas resinas o en mezclas cementadas, sustituyendo a la porcelana, para apagadores, interruptores, etc. No son de importancia.

B.- AISLAMIENTOS ORGANICOS.

AMBAR.- Resina natural petrificada, poco abundante y por lo mismo muy cara, por lo cual se emplea muy poco, solamente para aparatos muy sensibles a pesar de sus excelentes características aislantes. (Le sigue al cuarzo).

PARAFINA.- Residuo de la destilación de petróleos parafínicos, es un excelente aislante, químicamente inerte y resistente al agua por lo que se emplea para recubrir otros productos aislantes que absorben humedad, tales como, madera, papel, cuarzo, etc. La variedad de alto punto de fusión se llama Ceresina u Ozoquerita y es mejor aislante que la parafina ordinaria. No tienen gran aplicación por su gran fragilidad y fácil reblandecimiento.

HULE (véase Cap. XVI).- Producto elástico obtenido de la savia de ciertos árboles, no es muy buen aislante, pero es resistente a la humedad cuando está vulcanizado (hule suave). Se emplea en el recubrimiento de alambre, para la impregnación de cintas aislantes y en pinturas aislantes. El hule duro se emplea como cualquier otro aislante sólido, para contactos, enchufes, etc., tiene la desventaja de no poder usarse para temperaturas superiores a 100°C, por su combustibilidad. Se afecta con la intemperie, reseca y endureciéndose y rajándose con el tiempo, por lo cual ha sido sustituido en muchas aplicaciones por materiales plásticos. Además del hule natural hay gran cantidad de hules sintéticos más o menos semejantes que se usan naturalmente en lugar de aquel, modernamente se ha desarrollado un producto de silicone (véase adelante) de propiedades parecidas al hule por lo que se le llama Hule de Silicone.

GUTAPERCHA.- Se obtiene como el caucho de la savia de ciertos árboles tropicales. Es semejante al hule en sus propiedades, pero es mejor aislante, tiene alta resistencia dieléctrica, se puede moldear fácilmente a temperatura y presión, es plástico, pero no elástico como el hule. Se emplea en su forma natural para aislamiento de cables submarinos.

GOMA LACA o SHELLAC.- Resina natural, (vea Cap. XVI), de propiedades muy variables. Disuelta en alcohol se emplea como barniz, para la impregnación de madera, cintas, etc. Se emplea como adhesivo para la mica. Se tiende a sustituir por resinas sintéticas vinílicas, para los anillos de los colectores. Se suaviza a 150°C y puede usarse como agente de unión.

RESINAS SINTETICAS.- Gran número de resinas sintéticas orgánicas se usan al estado sólido o como líquidos de impregnación o de cementación para pinturas aislantes. Contienen rara vez más de dos

ingredientes, aunque algunas tienen tres o más, generalmente provenientes de materias primas abundantes. Son tan variadas estas resinas en sus propiedades que puede decirse que existe una para cada aplicación en particular (véase Cap. X). Entre ellas son de gran utilidad, las Bakelitas, el nitrato de celulosa (Piroxilinas), las resinas del Estireno Vinilita, Lucita, Plaskón, etc.

COMPUESTOS DE SILICONE.- Productos semiorgánicos, similares a los hidrocarburos, pero con radicales de (SiO_2) óxido de silicio en lugar de carbón, como éstos pueden formar grandes cadenas por polimerización y tener cadenas laterales para formar un gran número de compuestos, en forma de líquidos (Pág. 161), grasas, resinas, gomas, hules y sólidos similares a los plásticos. Tienen una gran estabilidad que se manifiesta en los líquidos por un coeficiente de viscosidad más bajo que el de los productos de petróleo, a cualquier temperatura, y en los sólidos por el poco cambio en propiedades, desde temperaturas abajo de $0^{\circ}C$. -- hasta cerca de $260^{\circ}C$ para algunos tipos. Además su estabilidad puede aumentarse con ciertos materiales de relleno, principalmente con: Lana de vidrio, sílice sintética, asbestos y mica. Con estas mezclas se obtienen productos en forma de láminas curadas bajo presión a altas temperaturas, las cuales se usan para moldeo de piezas, fabricación de partes eléctricas, etc.

Poseen una elevada resistencia dieléctrica, comparable a la de otras resinas, pero sus propiedades mecánicas son inferiores a las de otras resinas, pues presentan mayor fragilidad, menor resistencia a la abrasión y mayor tendencia a agrietarse. Se han probado también como materiales de liga para mica, amianto, etc. sobre todo para la mica, en sustitución de las resinas orgánicas, obteniéndose mayor duración y resistencia a la temperatura. Los llamados hules de silicone son empleados en diversas formas moldeadas o Silastic o mezclados con ciertos materiales inertes, para aislamiento de alambres de llegada recubiertos al final de resina de silicone. Para llenar vacíos alrededor de la entrada de los conmutadores y en las armaduras de los motores de c. d. Aplicados como cubierta de telas de vidrio, se emplean para aislar en pilas de bajo voltaje, en motores de alta velocidad en sustitución de los aislantes de mica y también como sustitutos del hule ordinario en el recubrimiento de alambre y para sellos herméticos, no adhiriéndose al equipo a ninguna temperatura.

C A P I T U L O XVI

MATERIALES VARIOS.

I.- HULE

HULE NATURAL.- Proviene de la savia de ciertos árboles tropicales, principalmente del género Heveas, y otras plantas (Guayule) la cual es extraída por cortes apropiados, en forma de un líquido lechoso llamado látex, el cual contiene 30-45% de moléculas de hule (C5 H8) en forma de glóbulos microscópicos, agua y productos resinosos. Este líquido se somete a evaporaciones, dando un producto sólido impurificado con resinas y otras sustancias, por lo que se prefiere mejor separarlo por coagulación con ácidos, principalmente fórmico ó acético. El producto obtenido por cualquiera de los dos métodos anteriores, se lava en un molino y se lamina en hojas delgadas, las cuales se desaguan, se secan y se someten a la acción del humo para obtener unas bolas de hule crudo ó caucho, listas para convertirse en hule común o hule vulcanizado o curado, para lo cual se mezcla el caucho con 7 á 10 % de azufre y se calienta a $140-175^{\circ}C$; el producto obtenido se moldea a presión de 25 Kgs/cm² para el hule suave y de 125 Kgs/cm² para el hule duro. Es frecuente agregarle ciertas sustancias para cambiar la velocidad de vulcanización o alterar sus propiedades, entre ellos: aceleradores, antioxidantes, plastificantes, agentes colorantes, reforzadores y materiales de relleno.

PROPIEDADES.- Dependen de su grado de vulcanización o (% de Azufre), que es lo que le dá su elasticidad típica, su resistencia a ciertos solventes que atacan al hule crudo y menor sensibilidad a los cambios de temperatura, en cambio, si tiene mucho azufre) se vuelve frágil y duro. También dependen de los materiales agregados, sobre todo de su carácter, de su fineza y de su proporción. El hule suave tiene gran capacidad de deformación y de absorción de cargas, lo que lo hace muy útil para absorber choques. El hule es atacado por el aire y la luz, volviéndose duro y frágil. Es soluble en benceno, éter de petróleo, bisulfuro de carbono, etc. empleándose algunas de sus soluciones como adhesivos. Tiene baja conductividad eléctrica en estado natural, por lo que se emplea como material aislante para cubrir cables, paneles de instrumentos, enchufes, etc.

HULES SINTETICOS.- Existen varios materiales sintéticos que tienen propiedades semejantes al hule, entre ellos destacan: El Neopreno, el Buna-N, el Tiokol, el GR-S, etc.

NEOPRENO.- Fue el primero de los hules sintéticos, es un copolímero del cloropreno, tiene buena resistencia a los agentes exteriores, puede vulcanizarse sin azufre, pero no puede curarse