

una aplicación previa de sulfato de zinc ó pinturas a base de caseína para evitar la destrucción del aceite por la cal libre. Para proteger el concreto contra la corrosión, sobre todo del agua de mar, se hace tan compacto é impermeable como sea posible y se cubre de una capa de mortero rico, preparado con agua con cloruro de Bario, el cual forma sulfatos insolubles con el agua de mar, cerrando los poros.)

CONCRETOS AISLANTES.- Se obtienen agregando al concreto materiales ligeros, tales como perlita o vermiculita, las cuales dan concretos de 240 á 800 Kgs/M³, con conductividad térmica de 0.45 á 1.50 ó bien de materiales como escoria de alto horno, arcilla diatomita, piedra pómez, ceniza volcánica, etc., que producen concretos pesando de 720 á 1,440 Kgs/M³; con conductividad térmica de 1.05 á 3.00.

PRODUCTOS DE CONCRETO.- (Se fabrican por vaciado del concreto en moldes, con o sin presión, comprenden gran variedad de formas y aplicaciones, entre los más comunes tenemos los bloques ó blocks, los tubos y los postes.) Las mezclas empleadas varían de unos productos a otros, de acuerdo con la resistencia. En general, se usa la relación 1:2:4 para productos de gran dureza y durabilidad, la 1: 2 1/2 :4 para bloques y la 1:2:3 para postes y placas. Para productos de paredes delgadas se usa solamente material fino, en relación 1:2 1/2 y 1:3. Estos productos no deben contener mucha humedad, se vacían en moldes y se consolidan por medio de máquinas hidráulicas, bajo fuertes presiones, a veces se mezclan con agua de cal para hacerlos más densos é impermeables, comúnmente no se colorean, pero a veces se añaden colorantes.

BLOQUES. Son generalmente de caras rectangulares, de dimensiones variables y con gran número de huecos, los más comunes tienen 36X20X45 cms; con tres huecos uniformemente distribuidos, otros tienen la mitad de grueso (10 cms,) y se emplean para tabiques o paredes delgadas. A veces se emplean formas especiales en T., en L., en U. etc. Se emplean para tabiques aislantes; también se fabrican bloques para exteriores con alguna forma o grabado definido.)

TUBOS.- (El tamaño máximo del agregado varía con el diámetro del tubo, de 1/4" en adelante.) La proporción de cemento y arena debe ser 1:5 en volumen. Pueden fabricarse a mano ó mecánicamente, en el 1er caso se usan moldes dobles. En el 2do., el molde interior se sustituye por un émbolo giratorio que se mueve a lo largo del molde; moderadamente se emplea también el proceso centrífugo o sea la rotación del molde a gran velocidad, de tal manera que la mezcla se adhiera a las paredes. Para tubos de gran diámetro se refuerza con varillas que quedan atrapadas por la mezcla.)

POSTES.- Para obtención de un pequeño número se emplean moldes de madera de diversas formas, pero en gran escala se emplea el método centrífugo. (Los usados para el alumbrado son de tipo cónico, no deben ser muy porosos, disminuyendo 2 cms., por cada metro de largo, también se fabrican con barras de refuerzo, en número menor hacia la punta, también se fabrican postes para vallas ó cercas prefabricadas, provistos de ranuras para insertar en ellas placas de concreto, también prefabricadas.)

C A P I T U L O XV

MATERIALES AISLANTES

GENERALIDADES.- Se dá el nombre de materiales aislantes a aquellos que retardan la transferencia del calor o evitan la conducción de la electricidad o del sonido. En realidad todos los cuerpos son -- parcialmente conductores y el que se les considere como tales o como aislantes depende de su aplicación particular. Muchos materiales aislantes al calor son también aislantes a la electricidad y -- aún al sonido.

I.- MATERIALES AISLANTES AL CALOR.

FORMAS DE TRANSMISION DEL CALOR.- Para entender el funcionamiento de estos materiales es necesario conocer las formas de transmisión del calor que son tres: Conducción, Convección y Radiación, cada una de éstas suministra una pérdida de calor () que en conjunto -- puede ser considerable y decisiva en la operación desarrollada y -- que depende de varios factores como son: Diferencia de temperatura de las superficies en contacto (t_2-t_1), extensión ó área de éstas (A) y de un factor mas o menos constante (K). La pérdida de calor (q) se expresa en B. T. U./hr ó en Cal/hr; equivale al calor transmitido en la unidad de tiempo a través de una superficie dada.

a.- **Convección.**- Transmisión de calor por mezcla de diferentes porciones de un líquido o gas, en ella: $q = K A (t_2-t_1)$. El valor de K depende de la densidad, calor específico, viscosidad y -- otras características del fluido y varía con las diferencias de temperatura de las dos superficies.

b.- **Conducción.**- Transferencia de calor a través de las moléculas de un cuerpo, depende del espesor del material (L), en ella: $q = \frac{K'A}{L} (t_2 - t_1)$, siendo A el área de la sección transversal -- considerada.

K'- El coeficiente de conductibilidad térmica en B.T.U/hr/pie/°F. K' varía con el estado físico de la sustancia, ya que los gases -- son mas pobres conductores que los líquidos o sólidos.

c.- **Radiación.**- Transferencia de calor por movimiento de ondas a través del espacio, en ella: $q = 0.172 \times 10^{-8} A (t_1^4 - t_2^4) E$ -- siendo E el coeficiente de emisividad que depende de la naturaleza física y química de las superficies en contacto. Es alto en las -- superficies no metálicas, bajo en los metales pulimentados y aumenta con la temperatura y con el grado de rugosidad "t1" es la temperatura de la superficie emisora y "t2" la temperatura de la superficie -- recibidora.

PROPIEDADES.- Son en su mayor parte productos de baja conductividad, baja densidad aparente y gran porosidad, es decir, que están provistos de un gran número de huecos en los cuales almacenan aire, el -- cual por su baja conductividad (K= 0.00005) es uno de los mejores aislantes, de este modo el calor de un horno, estufa, etc., es retenido por el material aislante, evitando que se pierda o viceversa, en su aplicación en edificios y refrigeración evitan que el calor -- exterior entre al interior, para lo cual en muchos casos su superficie puede cubrirse con láminas metálicas (aluminio) que son de --

baja emisividad. Una característica importante de los materiales aislantes es su estabilidad térmica, indicada por la máxima temperatura que pueden soportar sin descomponerse y la que naturalmente limita su empleo, por ej. la mayor parte de los materiales orgánicos solo resisten hasta 100°C. Otros factores que deben considerarse al aplicarlos son su facilidad para colocarse, su costo, su resistencia mecánica y finalmente su resistencia a la intemperie y a los cambios de humedad.

PREPARACION.- Se prefiere su empleo en forma compacta (ladrillos, bloques, placas, etc.) pero muchos se distribuyen en forma de polvo o como material suelto para prepararse al ir a usarlo, algunos vienen con un adhesivo apropiado y a otros se les mezcla agua con silicato de sodio u otro aglutinante, para formar pastas que se aplican a la superficie que se quiere cubrir, generalmente sobre telas de alambre o rejillas de madera para darles consistencia, otros se aplican como si se tratara de un mortero y otros por vaciado. Una vez seca la superficie pueden cubrirse con algún cemento o material bituminoso para sellarlos. Para obtener los aislantes en formas rígidas se pulverizan y se mezclan con algún combustible finamente dividido, como por ej. aserrín, se les da forma con algún aglutinante y se queman, el material combustible se quema dando un cuerpo poroso. Otros se preparan por compresión y sinterización de las partículas a alta temperatura.

USOS.- Se emplean como ya se dijo para evitar pérdidas de calor, en estufas, tuberías de vapor, calderas, evaporadores, tanques de almacenamiento, torres de destilación, etc. Para evitar la penetración del calor exterior (equipo de refrigeración), para proteger los materiales contra el calentamiento excesivo y en ciertos casos para evitar la condensación de la humedad exterior (en techos de fábricas textiles y de papel, tuberías de agua fría, etc.), en este caso se aplican sobre superficies cubiertas de asfalto y se recubren con capas no porosas de lona impregnada, pinturas impermeables, etc.

CLASIFICACION.- Según su naturaleza se dividen en: Orgánicos e Inorgánicos. Según su aplicación en: Aislantes de baja temperatura, Aislantes para temperaturas moderadas y Aislantes para altas temperaturas. Se estudiarán de acuerdo con la primera clasificación, haciendo las consideraciones referentes a la temperatura.

A.- AISLANTES ORGANICOS.

GENERALIDADES.- Comprenden materiales de aplicación condicionada ya que por su carácter orgánico están sujetos al ataque de la putrefacción, sobre todo en lugares donde haya cambios frecuentes de humedad. Generalmente se aplican como aislantes de baja temperatura (menos de 100°C), ya que se descomponen por el calor, pueden emplearse para temperaturas mayores mezclados con alguna sustancia o material que los haga resistentes al calor. Se distinguen por su baja densidad aparente. Los de mayor importancia son el corcho y algunos plásticos.

CORCHO.- Material aislante no solo al calor sino también al sonido. Proviene de la corteza de los alcornoques o encinas corcheras, de color amarillo pajizo o amarillo verdoso, la cual se deseca al aire libre amontonada en pilas y mas tarde se procesa y se corta o se-

pulveriza para convertirla en láminas, bloques, ladrillos, etc., ya sea por simple compresión, o bien mezclada con aglutinantes especiales y cementos arcillosos (Corcho blanco), o con brea o materiales bituminosos (corcho negro). Tiene una densidad de 0.215 a 0.240 en lámina, su densidad aparente es de 0.16 y su conductividad térmica (K) es de 0.25 a 30°C. No debe usarse para temperaturas por encima de 38°C, sin embargo, mezclado con otras sustancias, como cementos arcillosos, etc., puede resistir temperaturas hasta de 360°C. No es resistente a la putrefacción, por lo cual se trata con preservativos adecuados (véase preservación de madera) o se mezcla con alquitrán y brea. Sus productos son susceptibles de cortarse, clavarse, aserrarse, etc., pero en general no tienen gran resistencia mecánica. Se utilizan mucho en instalaciones frigoríficas, secadores, etc. A veces se emplean como aislantes al sonido. Entre ellos se encuentran: el Linóleum, que consiste en un tejido de yute o ixtle, sobre el cual se extiende una capa de corcho molido y aceite de linaza, al secarse se obtiene un material susceptible de ser estampado y decorado y que adquiere los colores fácilmente, se usa principalmente como tapete para pisos. Pueden entrar en putrefacción si hay humedad y si el piso es de madera permiten la putrefacción de ésta. Otro producto es la Expansita que es un aislamiento de corcho hecho esponjoso por la acción del calor.

PLASTICOS.- Gran número de plásticos en forma de Resinas (Cap. XVI) se pueden emplear como cubiertas protectoras aislantes. Modernamente se están usando plásticos en forma de esponjas, es decir, con gran número de celdillas, fabricados comúnmente de polietileno. Son sumamente ligeras, resistentes a la humedad, a la intemperie, etc., entre ellas se encuentran la Insulfoam (p.e- 0.005), Polycell, etc.

OTROS.- La pulpa de madera, o de celulosa, el papel, el carton, fibras, algodón, etc., pueden servir como materiales aislantes cuando se prensan para darles resistencia y consistencia, presentan estructura celular y densidad variable según el grado de compresión; a menudo se tratan con resinas para unir las capas y darles ciertas características. Son también aislantes al sonido. Un tipo especial de papel parecido al pergamino se produce tratando el papel con una solución concentrada y caliente de cloruro de zinc, hidrolizándose la celulosa y gelatinizándose, en esta condición se prensan varias hojas juntas, se lava con agua y se seca dando un producto duro e insoluble llamado "fibra vulcanizada".

B.- AISLANTES INORGANICOS.

GENERALIDADES.- Son mas resistentes a la temperatura que los orgánicos y presentan una gran variedad de aplicaciones y propiedades. Pueden usarse como materiales de relleno entre paredes, en forma granulada o fibrosa, como productos moldeados mezclados con materiales adherentes o cementantes o en forma de polvos. Los principales son: - Asbesto, Vermiculita, Tierra Diatomácea, Magnesita, Lana mineral, - Fibra de vidrio, Aluminio y Productos Refractarios.

ASBESTO O AMIANTO.- Se conocen con este nombre un grupo de compuestos ferro magnesianos (Pág. 73) de tipo fibroso, resistentes a las temperaturas elevadas y de baja conductividad térmica y eléctrica. Existen 6 variedades, de las cuales las de mayor importancia son el-

Crisotilo, silicato hidratado de magnesio que forma por deshidratación el Olivino y la Crocidolita que es un anfíbolo de fibras mas fuertes que el anterior.

Constituyen materiales aislantes de gran importancia, por las diferentes formas en que pueden suministrarse y su facilidad para mezclarse con diversos productos. Presentan un carácter fibroso notable que les permite trabajarse en formas diversas, para gran número de aplicaciones. Su densidad aparente (d) y conductividad (K), varían según la forma en que se presentan de: $d = 0.47$ a 0.7 o más y K de 0.04 a 0.135 . Su peso específico varía de 2.5 (crisotilo) a 3.2 Kgs/dm³ (las demás formas). Se emplean para temperaturas no mayores de 3500°C , en forma de pequeñas fibras o pulverizados, ya sea solos o mezclados con otros materiales (arcilla, yeso, cemento, silicato de sodio, etc.), para llenar juntas o moldearse con agua y fijarse sobre rejillas con tela metálica (solos) o como morteros (mezclas). Mezclados con asfalto forman cementos y productos impermeables. A veces se emplean recubriendo a materiales mas resistentes a la temperatura, en forma de láminas, bloques, etc. En forma de fibras pueden usarse para cartón de asbesto, asbesto prensado y hueco o asbesto cel, semejante al cartón corrugado, de gran ligereza por su gran contenido de huecos, empleado para revestir tuberías de aire caliente, pudiendo forrarse o pintarse con algún otro material. También se emplean para fabricación de telas para tejidos a prueba de fuego, solos o mezclados con fibras de rayón o algodón para desarrollar propiedades especiales. También para cuerdas y bloques de fibra entretrejida, de gran flexibilidad y ligereza, y láminas de espesor variable y usos diversos.

VERMICULITA. Mineral micáceo, es un silicato hidratado de composición indefinida, se expande en hornos de fusión, calentando a $1,100^{\circ}\text{C}$, actúa como un aislante refractario, resiste hasta $1,350^{\circ}\text{C}$ sin llegar a fundirse. Es esponjoso y de una densidad aparente de 0.225 por su gran porosidad, presenta laminillas de aspecto brillante, semejantes a la mica, pero de color grisáceo. Por su porosidad absorbe los golpes, siendo por esto bastante resistente. Resiste a los ácidos y dá materiales a prueba de fuego, de roedores, gusanos, etc. Se aplica como material para empaques y en forma de placas con algún adhesivo, por ejemplo silicato de sodio, etc.

TIERRA DIATOMACEA. Tierra formada por multitud de caparazones de algas microscópicas llamadas Diatomeas, de formas muy diversas y compuestas principalmente de gránulos de sílice (diátomos) hidratada (80 a 90%), con algo de silicatos de aluminio, calcio y hierro y materias orgánicas. Se le llama también "Diatomita", y adquiere distintos nombres según su tratamiento o el lugar de donde proviene, siendo su calidad tan variable que es necesario tener mucho cuidado en la selección del yacimiento. En la práctica adquiere nombres comerciales tales como: Diatomex, Dicalita, Celita, etc. Posee una densidad aparente muy baja, pero no tanto como la de otros materiales, variando con el grado de división; al estado natural y seca es de 0.4 a 0.6 , ($K' = 0.51$ a 0.81). En polvo es de 0.2 a 0.35 . En polvo fino 0.12 ($K' = 0.04$). Su porosidad es de 88% por término medio. Por su naturaleza sílicea tiene un alto punto de fusión ($1,590^{\circ}\text{C}$). Pulverizada ó en forma granular soporta temperaturas directas arriba de 900°C sin encogimiento. Cuando se ha calcinado soporta temperaturas mayores ($1,150^{\circ}\text{C}$) y presenta poder aislante al sonido, empleándose generalmente granulada de malla 3 (100%) a malla 8 (60%), de preferencia

como relleno entre 2 paredes para temperaturas superiores a 700°C , permite una distribución uniforme del calor y le comunica al refractario poder absorbente del mismo, permitiendo un control mas exacto de la temperatura.

La tierra Diatomácea tiene un sinúmero de aplicaciones, según la forma en que se encuentre, desde material de relleno en pinturas, hasta material refractario. Como aislante se emplea en evaporadores, calderas, tuberías de vapor, refrigeración, acondicionamiento de aire, etc. en forma de placas, lozas y ladrillos aislantes o semirefractarios, ya sea cruda o cocida. Con cemento Portland o de Alúmina, en proporción de 4:1 forma cementos aislantes para puertas de hornos, calderas, etc., en menor proporción mejora notablemente las cualidades del cemento y del concreto. Mezclada con asfalto en proporción variable se emplea para pavimentos, techos, etc., mejorando la estabilidad y la resistencia. Mezclada con yeso se usa en el acabado (estuco), protegiendo las habitaciones contra los cambios bruscos de temperatura y contra el sonido.

MAGNESITA. Magnesia de quemado muerto (Pág. 138) se emplea mezclada con un 15% de Asbesto (fibra o polvo) y un adhesivo, en forma de un producto llamado Magnesita de 85%. Es un material coherente, de gran resistencia y magnífico carácter aislante, de poco peso, 0.25 Kgs/cm³. Su conductividad térmica (K') varía de 0.38 (50°C) a 0.65 (342°C), no debe emplearse para temperaturas menores de la primera ni mayores de la 2da. Para altas temperaturas puede usarse sobre una cubierta previa de algún material mas resistente a la temperatura. En su aplicación se acostumbra proteger su superficie con una cubierta de asbesto o de asfalto cemento. Se adapta bien para líneas de alta y baja presión, con solo cambiar el grueso del revestimiento, se suministra en forma de bloques de espesor variable o en formas especiales; para tuberías se vende en segmentos de una (Standard) o dos capas (doble Standard) revestidos de tela y con flejes de latón. También se emplea para partes de recubrimiento, el cual, mezclado con agua se emplea para partes de recubrimiento difícil, tales como codos, empaques, juntas de secciones moldeadas, etc.

ESCORIA DE ALTO HORNO. Este tipo de material se está empleando modernamente en gran escala para fabricación de concretos ligeros-aislantes al calor, también puede usarse en sus dos tipos es decir enfriada al aire o al agua. Tiene gran porosidad y baja densidad aparente. En forma de cemento se emplea mezclada con asbesto y algún cementante para pequeños recubrimientos.

LANA MINERAL. Se llama también lana de escoria o de roca, está formada por silicatos inorgánicos producidos soplando fibras minerales (calizas, lavas basálticas, etc.) o escorias de plomo, hierro u otros metales a través de boquillas especiales. La mas común proviene de la escoria de plomo, poco frágil, por contener 30 a 50% de óxido de calcio y magnesio, mientras que las de los otros metales presentan gran fragilidad. No debe ser muy quebradiza, ni difícil de instalar y mantener. Su conductividad (K') varía según su densidad, de 0.19 a 0.33 . Resiste temperaturas hasta de 537°C , a veces hasta 950°C . Sus propiedades son semejantes a las de la fibra de vidrio. Se emplea en forma de productos huecos, bloques para altas temperaturas, cementos plásticos o fibras granuladas. Los productos huecos están formados por telas metálicas entre las cuales se coloca la lana mineral cuidadosamente empaquetada, se fabri-