

plicaciones a los refractarios compactos, con mejoramiento en las propiedades, ya que producen mejor aislamiento, más compacidad y mejor resistencia a la desintegración y al choque térmico. Pueden suministrarse como: Refractarios plásticos, Materiales apisonables Mezclas para pistolas de aire y Refractarios Vaciables. Las formas secas contienen sustancias que desarrollan poder adhesivo al mezclarse con agua antes de usarlas, mientras que las plásticas pueden aplicarse directamente tal como vienen, desarrollando una ligazón cerámica a altas temperaturas.

PLASTICOS REFRACTARIOS.- Mezclas de materiales calcinados quebrados y arcillas plásticas en forma de pasta, con 6-10% de agua. Se colocan en obra por medio de un pisón de madera o un remo de aire. Se emplean varios grados que corresponden a los diversos tipos de refractarios comunes, materiales de alta alúmina, solos o con grafito, y aún materiales básicos, en formas de endurecimiento en caliente o al aire. Son apropiados para reparaciones de emergencia y para revestimientos monolíticos de los hornos de recocido y de forja, para calderas, estufas, cámaras de regeneración, quemadores etc.

MATERIALES APISONABLES.- Mezclas de varias composiciones que incluyen casi todos los tipos de refractarios, cuidadosamente graduadas en partículas de diferentes tamaños, con materiales añadidos para hacerlas manejables y suministrar adhesividad. La mayor parte se proporcionan secas, pero algunas vienen en forma de pasta con 4 % de agua. Se colocan en obra en la misma forma que las anteriores. Las mezclas a base de Cromita, se emplean para condiciones severas de erosión, en paredes de hogares, puertas, calderas, etc. Las Silíceas, se usan para parchar los hornos. Las de Carburo de silicio, para alta transferencia de calor y resistencia a la escoria. Las básicas, para fondos de los crisoles de los hornos y aún crisoles completos. Las de Zircón, para manejo de vidrio fundido.

MEZCLAS PARA PISTOLAS DE AIRE.- Son de tipo semejante a las anteriores, pero de granulación más fina, apropiada para ser lanzadas a alta velocidad y presión por medio de pistolas de aire y formar un revestimiento monolítico denso y uniforme. Pueden ser de fraguado al aire, hidráulico o en caliente, de Sílice, para hornos de cubilote, de Arcillas refractarias, de Alta Alúmina, de Magnesita y de Cromita.

REFRACTARIOS VACIABLES.- Mezclas de partículas granulares y polvo, con sustancias de fraguado hidráulico. Se venden en forma seca y se aplican de la misma manera que el concreto, por lo que se les llama también Concretos Refractarios, es decir, por vaciado. Para bóvedas, paredes, puertas, crisoles y obtención de formas complicadas. La mayoría tienen una base de Arcilla refractaria, Cromita, Cromo-Magnesita o Alta Alúmina. Muestran poco encogimiento y bajo coeficiente de expansión térmica y resisten a la desintegración y a la abrasión. No deben emplearse para espesores menores de 40 mm. A veces se mezclan con algo de óxidos de cromo o de hierro, para hacerlos resistentes a la escoria en reparaciones en caliente.

La clasificación anterior indica la forma más común en que las mezclas son utilizadas, pero no excluye la posibilidad de usar otros métodos, lo cual es frecuente. También muchos Materiales granulares pueden aplicarse en seco para reparación de los crisoles de los hornos, etc., sobre todo en la industria del hierro y el acero.

C A P I T U L O XII

MATERIALES CEMENTANTES.

GENERALIDADES.- (Ciertos materiales tienen la propiedad de endurecerse y convertirse en un sólido más o menos compacto, adhiriéndose fuertemente a las superficies pétreas con las cuales se ponen en contacto, generalmente por intermedio del agua (fraguado) y otros por polimerización. Tales sustancias se conocen con el nombre de "Materiales Cementantes" y tienen gran importancia para la unión de materiales pétreos naturales o artificiales, para fabricación de partes moldeadas o en construcción general.)

CLASIFICACION.- Según su constitución se dividen en: Orgánicos e Inorgánicos. Los primeros comprenden únicamente los Materiales Bituminosos, que se endurecen por polimerización. Los segundos, según la transformación experimentada durante el endurecimiento, se pueden clasificar en: Simples y Complejos. Simples son aquellos producidos por la acción del calor sobre ciertas materias primas, con el desprendimiento de un gas o líquido que se reabsorbe al fraguar; comprenden los Yesos y los Materiales de Cal y Magnesia. Los Complejos, por el contrario, forman en el fraguado materiales diferentes de los iniciales, dando en presencia del agua una serie de reacciones químicas, acompañadas de fenómenos de cristalización en el seno de la masa (Fraguado), por lo cual se les llama también Cementos Hidráulicos.

En este capítulo se estudiarán únicamente los dos primeros, es decir: Materiales Bituminosos (I) y los Materiales Simples (II). Los Cementos Hidráulicos (III) se tratarán en un segundo capítulo, se incluye además un tercer capítulo con el nombre de Morteros y Concretos.

I.- MATERIALES BITUMINOSOS.

GENERALIDADES.- Son materiales derivados de la destilación de ciertos petróleos (asfálticos) o de carbones bituminosos y madera (alquitranes). Están formados por hidrocarburos de elevado peso molecular, junto con materiales resinosos y aceitosos que actúan como solventes; contienen además impurezas minerales y orgánicas, carbón, etc. Deben sus propiedades a un compuesto soluble en sulfuro de carbono conocido con el nombre de "Bitúmen o Betún".

DIVISION.- Comprende dos tipos: Alquitranes y Asfaltos.

A.- ALQUITRANES.- Productos resultantes de la destilación seca de carbones bituminosos (2-4%), sobre todo de la hulla, en la obtención del coque. También se obtienen en la producción del gas de agua y gas del alumbrado.

Sus propiedades varían según su origen, pero en general son líquidos viscosos, densos (p.e. 1-13), de color oscuro, casi negro, por la presencia de partículas de carbón en suspensión. Presentan olor penetrante característico, sabor amargo, reacción alcalina y contienen gran número de sustancias de aplicación industrial, por lo

cual se someten de preferencia a destilación fraccionada total o parcial, para separar los componentes de valor. La fracción residual constituye la llamada "Brea de hulla o Alquitrán Industrial" que es el que realmente se utiliza en Ingeniería, junto con el asfalto, para impermeabilizar materiales, para tratamientos superficiales, en mezclas para caminos, pinturas protectoras, etc. Tiene un 78 - 88% de Betún, p.e. - 1.09 - 1.14, comprende 14 tipos diferentes de acuerdo con sus propiedades.

B.- ASFALTOS.- Son materiales coloidales formados por un grupo de hidrocarburos (asfaltanos), mezclados con resinas polimerizadas que actúan como estabilizadoras. Son de color negro o café oscuro, resistentes, elásticos e impermeables (repelentes al agua). En su forma normal son sólidos duros, brillantes, de fractura concóidea. Se suavizan por el calentamiento, dando un material adherente de gran poder cubriente y de endurecimiento al aire. El punto de suavización varía con su composición, siendo mayor para los asfaltos oxidados (véase adelante). El calentamiento debe efectuarse cuidadosamente, ya que si no es suficiente se enfría rápidamente y no tiene adhesividad y si se calienta demasiado se perjudican sus propiedades (se quema), pudiendo llegar a encenderse al empezar su volatilización. El punto de inflamación sirve para identificar los diferentes tipos. Expuesto a la intemperie sufre un proceso de oxidación paulatina, hasta oxidarse totalmente, volviéndose quebradizo. Por tener que calentarse para aplicarlo, el asfalto Normal se llama también Asfalto Caliente, tiene varias desventajas, aparte de necesitar equipo para calentarlo, el control necesario, etc. Puede escurrir por el calor del sol, se rompe por enfriamiento a baja temperatura. Se ampolla y rompe expuesto a los elementos y se carboniza por oxidación, solo puede aplicarse en superficies secas y no puede ser regado. Según su origen pueden ser: Naturales o de Mina y Artificiales.

ASFALTOS NATURALES.- Se hallan ampliamente distribuidos en todos los países en donde existen yacimientos petrolíferos, algunos se hallan en grandes depósitos, por ejem; en los lagos de Trinidad en las Indias del Este y Bermudas en Venezuela, otros se encuentran en rocas areniscas o calizas (a menudo presentan vetas) como un material duro y frágil. Son de composición variable, teniendo generalmente gran cantidad de impurezas, por lo que se les refina por deshidratación y sedimentación; para eliminar el agua y las sustancias minerales se les agrega algún material de relleno y algo de destilados de petróleo, para hacerlos manejables, llamándoseles Asfaltos rellenos, son apropiados para pavimentos.

ASFALTOS ARTIFICIALES.- Residuos de la destilación de los petróleos de base asfáltica o semiasfáltica, (algunos dejan como residuo parafinas, por lo que se llaman petróleos parafínicos). El tipo de asfalto obtenido depende de la temperatura, del tipo de petróleo y del tiempo de calentamiento,

Constituyen la mayor cantidad de los asfaltos comerciales. Presentan varias formas modificadas conocidas bajo el nombre de Asfaltos Modificados, entre ellos: los Asfaltos de Craking, que resultan como residuo de la operación llamada de Craking o rompimiento de las grandes moléculas, aplicada a los residuos de petróleo para aumentar el rendimiento en gasolina. Son de carácter heterogéneo, susceptibles a los cambios de temperatura y poco apreciados, por no tener buenas propiedades. Los Asfal-

tos oxidados, compuestos muy pesados y de mayor peso molecular que los ordinarios, de los cuales se obtienen por polimerización, mediante una oxidación con aire a temperaturas de 205° - 260° C. La aplicación continuada del aire produce una oxidación progresiva, disminuyendo el poder de penetración y la ductilidad y aumentando el punto de suavización. Son menos susceptibles a los cambios de temperatura, por lo cual son apropiados para usarlos en climas cálidos. Cuando los asfaltos son demasiado sólidos, se mezclan en caliente con productos más líquidos, para obtener un producto de viscosidad media, que se pueda manejar fácilmente, de este modo resultan Los Asfaltos fluidizados o Cementos de asfalto, apropiados para usarlos en pavimentación.

C.- PREPARADOS BITUMINOSOS.- Comprenden soluciones y emulsiones de asfalto, o alquitranes, producidas para ciertas aplicaciones y para manejarlos industrialmente en forma líquida, evitándose la necesidad de tener que calentarlos para aplicarlos y aumentando la penetración. Soluciones.- Se obtienen añadiendo destilados de petróleo (gas, gasoil, etc.) a los productos sólidos, para disolverlos y formar productos semejantes a las soluciones originales, por lo cual se llaman Asfaltos y Alquitránes Regresados. Presentan la desventaja de ser más inflamables, por lo cual deben manejarse con mucho cuidado, además poseen un fuerte olor, conservando las desventajas de los asfaltos comunes. Se emplean para tratamientos superficiales, mezclas para caminos etc. Los de alquitrán se usan para endurecimiento rápido a baja temperatura. También se usan para preparación de plásticos y pinturas de asfalto, variando el tipo de solventes y empleando diferentes materiales de relleno. Para cubiertas protectoras, impermeabilizantes, etc. También se preparan productos regresados de alquitrán, para aplicaciones en que se requiere enfriamiento rápido a bajas temperaturas.

Emulsiones.- Productos que tienden a eliminar las desventajas de los anteriores, reteniendo las propiedades químicas del asfalto, se obtienen dispersando mezclas de asfalto y agua, bajo la acción de una fuerte velocidad y en presencia de agentes emulsificantes.- Según la proporción de éstos, pueden resultar productos de consistencia y viscosidad variables, según la aplicación requerida. Pueden ser de dos tipos: Emulsiones en que el aceite se dispersa en el agua, llamadas de Aceite en agua y Emulsiones de agua en aceite. Las primeras son las más comunes en la industria, se producen con agentes emulsificantes que se mojan más por el agua que por el aceite, por ej., el oleato de sodio, el jabón, etc. Se emplean para pavimentos, para cartón, papel o tela, para el curado del concreto, para cubrir tuberías y metales, evitando la corrosión, etc. Comprende dos tipos: Lábiles, inestables de rápido rompimiento y Estables o de lento rompimiento. Las primeras producen películas de gran resistencia, se conocen como Emulsiones para caminos, conservan las desventajas del asfalto, por su rápido rompimiento. Las Emulsiones estables se conocen como Emulsiones Industriales de asfalto o de tipo de arcilla, por emplearse arcillas o algún otro coloide mineral para emulsificar; al secarse dan una película reforzada, libre de las desventajas inherentes al asfalto. Permiten el uso de asfaltos y alquitranes suaves que no pueden usarse en la forma normal.- Se aplican en la industria para gran número de usos, reparación de techos, impermeabilizaciones, cubiertas anticorrosivas, etc.

PRODUCTOS COMERCIALES.

MEZCLAS PARA PAVIMENTOS.- Pueden ser de tipo de hojas o de tipo de concreto. Las primeras contienen 10 á 13% de asfalto o alquitran de hulla, 10 á 20% de caliza pulverizada o algún otro relleno mineral y el resto de arena fina malla 10. se usan en las ciudades. Se obtienen por extrusión de una mezcla de asfalto, material fibroso y un agregado mineral, a una presión suficiente para expulsar el aire atrapado y formar una masa densa. En una variedad se embeben a presión en la superficie partículas de un agregado grueso de malla 4. El concreto asfáltico o de alquitran comprende mezclas de agregados finos, solos o con agregados gruesos, en las cuáles las partículas están uniformemente cubiertas con asfalto o alquitran, pudiendo o no llevar relleno mineral. Pueden obtenerse en plantas mezcladoras intermitentes o continuas.

Ocasionalmente se emplean mezclas aplicables en frío, consistentes de asfalto duro pulverizado, un fluidizante y agregado mineral, arena y a veces piedra quebrada. Estas mezclas tienen la particularidad de que, cuando se comprimen, el disolvente actúa sobre el asfalto, formando un cemento que une las partículas para formar una masa compacta. Para tratamiento superficial se emplean mezclas de alquitran y asfalto, ordinarios y regresados, emulsiones, etc. con piedra quebrada.

IMPERMEABILIZANTES.- Mezclas de asfaltos o alquitranes con asbesto, vermiculita, etc. y disolventes adecuados (Aceites minerales y vegetales), para darles la consistencia necesaria. Si la pasta es suficientemente sólida y plástica, se le llama cemento plástico y se usa para rellenar ranuras de paredes, techos, etc. Para esta aplicación son extensamente usados los asfaltos oxidados, por ser menos afectados por los cambios de temperatura.

PAPEL RUBEROIDE.- Es un fieltro impregnado con asfalto suave, con partículas gruesas de arena o cuarzo, a veces de talco o mica pulverizados, distribuidas en la superficie y de una cubierta endurecida de asfalto oxidado, por ambos lados, que le da consistencia como de hule, de donde viene su nombre. El producto impregnado puede durar de 1 a 5 años según su calidad, pero su duración puede ser mucho mayor reimpregnandolos periódicamente. Da buena protección contra la lluvia, es durable, flexible, relativamente barato y de gran resistencia. Se vende en forma de lámina, en rollos flexibles. También se venden hojas de asbesto o de fieltro saturadas con materiales bituminosos, sin cubrir o cubiertas con asfalto duro y material mineral triturado; para techos, construcciones a prueba de agua, etc.

TELAS Y CARTON ASFALTADO o ALQUITRANADO.- Se venden en el comercio láminas de cartón corrugado impregnadas de asfalto o alquitran, simples o dobles, para techados improvisados o de poca duración, por que se deterioran fácilmente. A menudo las dobles vienen unidas con un adhesivo a base de silicato de sodio, siendo más durables que las sencillas. También se vende papel, telas, y tela de vidrio impregnados con asfalto o alquitran, para proteger contra la humedad las máquinas, estructuras, mercancía, etc.

II.- MATERIALES CEMENTANTES SIMPLES.

GENERALIDADES.- Comprenden dos tipos fundamentales que son: A.- Yesos y B.- Materiales de Cal y Magnesia.

A.- YESOS PLASTICOS.

GENERALIDADES.- Se conocen con este nombre todos aquellos materiales que pueden usarse en estado plástico, de poder cementante, obtenidos de la deshidratación parcial o total del yeso natural o sulfato de calcio dihidratado ($Ca SO_4 \cdot 2 H_2O$) con o sin la adición de sustancias para modificar su fraguado y propiedades. Los principales minerales son: El Alabastro, que es un yeso bastante puro, blanco, de textura y grano fino, se llama variedad compacta. La Se lenita o variedad cristalizada, semitransparente. Hay una variedad de forma parecida a la mica, pero de hojas inelásticas y semitransparentes. También se halla como un yeso terroso o Gipsita y como Arenas Yesosas en algunos lugares, con 50% o más de impurezas.

OBTENCION Y DENOMINACION DE YESOS COMERCIALES.- Comprende la deshidratación del yeso natural, para la cual el mineral quebrado o molido se somete a un calentamiento, con el objeto de eliminar parcial o totalmente el agua de cristalización. La deshidratación empieza a los 110°C, notandose una especie de ebullición, debida al desprendimiento violento de vapor, hasta llegar a 130-150°C, permaneciendo estable la masa a esta temperatura (primera sedimentación), transformándose la mayor parte del mineral en semihidratado y resultando los Yesos para Estuco. Si continúa el calentamiento hasta los 190°C, se observa una segunda ebullición, más violenta que la primera y cuando la masa se aquieta o segunda sedimentación, se ha transformado todo en semihidratado ($2Ca SO_4 \cdot H_2O$), obteniéndose el Yeso de París, Yeso Mate o Yeso Rápido. Si además de yeso hay otros materiales como arcilla o cal presentes en la materia prima o se añaden durante la calcinación, el producto obtenido se llama Yeso para Paredes, Yeso Patentado o Yeso Cemento. Si el calentamiento continúa hasta los 205°C, se obtiene el Yeso Anhidro, debido a la deshidratación completa. Si el calentamiento se prolonga demasiado por encima de 205°C, o si se calienta a temperaturas elevadas, el yeso pierde así su propiedad de fraguar en un plazo definido, obteniéndose el llamado Yeso de Horno, que puede ser de dos clases: el obtenido hasta temperaturas de 500 y 800°C, el cual se llama Yeso Inerte y el obtenido a temperaturas de 850°C a 1,020°C que se llama Yeso Lento. El 1º se llama también yeso de quemado muerto o yeso pasado, y solo con ciertos aceleradores o catalizadores puede hidratarse, mientras que el yeso lento, necesita de 25 á 50 hrs. para fraguar.

La deshidratación del yeso puede efectuarse en grandes pailas que se colocan en estufas en las que se logre un cuidadoso control del calor; siendo éste el proceso más barato y de uso más común, o bien en hornos de cuba, para capacidades de 7 á 10 tons. o en hornos rotatorios para capacidades aún mayores, éstos últimos producen yeso de menor tamaño y casi siempre anhidro. El material que cae por la parte inferior del horno se almacena en un tanque, en el cual se completa la calcinación con el calor almacenado en el yeso. Los yesos obtenidos en cualquiera de las formas descritas, se someten a un molido fino antes de envasarlos y comúnmente se mezclan con sustancias apropiadas para darles determinadas características de fraguado, resistencia al calor, dureza, etc. Algunas mezclas vuelven a calcinarse, con el objeto de que el yeso reaccione químicamente.