

la relación de materiales y del tipo de arcilla y de silicatos usados, así, para altas temperaturas la arcilla debe ser muy refractaria y el silicato poco alcalino, disminuyendo la refractibilidad y aumentando la alcalinidad para temperaturas cada vez menores. La cantidad de agua se ajusta a la consistencia de pasta, usándose un proceso intermitente de mezclado para asegurar su control, la mezcla obtenida debe manejarse en recipientes cerrados, y al abrigo del aire, para ciertos casos se emplean morteros de este tipo al estado seco, dando menor resistencia.

2.- CEMENTOS REFRACTARIOS.- Mezclas de arcillas calcinadas (40-60%), fineza 4 a 2 hilos/pulg. 2 y arcilla plástica, para formar un material muy plástico que tenga gran flexibilidad, algunos se endurecen por el calor y otros por el frío, estos últimos como ya se sabe llevan soluciones de silicato de sodio. Debe tenerse cuidado al aplicarlos, para obtener un servicio adecuado, en general deben aplicarse por partes, mezclando bien y apisonando, a veces es conveniente producir en su superficie pequeñas perforaciones para permitir el escape de los gases. Se usan para calderas, puertas, y aún para construcciones monolíticas (vaciado en formas), algunos se aplican para tinajas, canales de picada, etc., usados en la obtención de metales, debiendo ser en este caso fáciles de trabajar y de un punto de suavización cercano al del metal vaciado, generalmente son mezclas (mezclas para Tinajas) de arcilla calcinada, algunas con caolín o arcillas de alta alúmina.

Las mezclas a base de cromita se emplean para condiciones severas de erosión por la escoria, en paredes de hogares, calderas, puertas, crisoles, etc. Las Silíceas se usan para parchar los hornos. Las de Carburo de Silicio cuando se requiere alta transferencia de calor y resistencia a la escoria. La Magnesita o Dolomita granulos mezclados con alquitrán o dextrina se usan para recubrimientos de crisoles de hornos básicos.

CONCRETOS REFRACTARIOS.- Son hechos con material calcinado denso (para masas resistentes) o poroso (para masas ligeras) en proporción de 60 a 80% y un 15 a 25% de cemento de alta alúmina y arcilla, para hacerlos manejables. Mezclados con agua fraguan al aire, alcanzando gran dureza. Durante el reposo el agente cementante y las arcillas se asientan, por lo que deben mezclarse bien en seco, antes de agregar el agua. La cantidad necesaria de éstas varía con el tipo, pero ordinariamente es de 25 a 28 lts, por cada 100 Kgs. de material. Una vez vaciado se deja "Curar" por 24 a 48 horas. No deben emplearse para espesores menores de 40 mm. Presentan baja resistencia a temperaturas entre 820°C, cuando el cemento es deshidratado y aún no se ha obtenido resistencia por vitrificación. Soportan altas temperaturas sin sufrir gran encogimiento al secarse, por su bajo coeficiente de expansión. El producto obtenido resiste la penetración de la escoria, la abrasión y los cambios bruscos de temperatura. Se están empleando para tabiques de calderas, puertas de los hornos, cubiertas de los carros de los hornos de túnel, incineradores y construcciones de formas especiales. Los concretos porosos pueden pesar 40 a 50% menos, tienen baja conductividad térmica (casi la mitad del ladrillo refractario), por lo que tienden a actuar como material aislante. Se usan para chimeneas, hornos para esmaltar, etc. A veces los concretos refractarios se mezclan con algo de óxido de cromo o fierro, para hacerlos resistentes a la acción corrosiva de la escoria.

MATERIALES CEMENTANTES.

I.- MATERIALES BITUMINOSOS.-

GENERALIDADES.- Ciertos materiales tienen la propiedad de endurecerse y convertirse en un sólido más o menos duro, adhiriéndose fuertemente a las superficies pétreas con las cuales se ponen en contacto generalmente por intermedio del agua, a veces solos y otras 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. Se dividen en: Alquitranes, Asfaltos, Preparados Bituminosos y Productos de asfalto. 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. 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. Para mejor distribución se estudiarán los materiales cementantes en tres capítulos titulados: -

1.- Materiales Bituminosos, 2.- Materiales Cementantes simples y 3.- Cementos Hidráulicos. Además se consideran en un capítulo aparte mezclas de los mismos usadas en la práctica, con el nombre de: Morteros y Concretos.

1.- MATERIALES BITUMINOSOS.

GENERALIDADES.- Los materiales Bituminosos, constituyen derivados del petróleo (asfalto) o de Carbones Bituminosos, Madera, etc., (alquitranes). Están formados principalmente por hidrocarburos de elevado peso molecular, junto con materiales resinosos y materiales aceitosos que actúan como solventes, además de impurezas minerales y orgánicas finamente divididas. La base fundamental se conoce con el nombre Bitumen o Betún y es completamente soluble en sulfuro de carbono.

Aunque los materiales bituminosos se han empleado desde los tiempos primitivos como materiales cubrientes, para proteger las superficies contra los agentes exteriores, o como materiales impermeables, solo hasta últimas fechas se ha procedido a su aplicación en la construcción en una forma científica definida, en caminos, carreteras, impermeabilizantes, pinturas, barnices, etc.

DIVISION.- Se consideran tres tipos principales de materiales Bituminosos: Alquitranes, Asfaltos y Preparados Bituminosos:

A.- ALQUITRANES.-

GENERALIDADES.- Productos Bituminosos líquidos, obtenidos artificialmente como residuos en la destilación seca de carbones bituminosos (Alquitrán de carbón) o en la preparación de gas de agua (Alquitrán del gas de agua).

Alquitrán de carbón.- Se obtienen en la preparación del cok (Destilación seca de carbón de hulla) o del gas del alumbado (carbón de gas). En el 1o. el carbón mineral, (comúnmente hulla) se --

carga en retortas y se destila calentando a altas temperaturas, -- los productos volátiles condensados en una torre con cierre hidráulico, se separan en dos capas, una solución acuosa y el alquitrán. El alquitrán separado contiene gran cantidad de agua emulsionada, por lo que se somete a deshidratación pasándolo en delgadas películas sobre placas calientes en una cámara de vacío. Los vapores producidos se condensan y se separan del agua y el alquitrán por gravedad, rompiéndose la emulsión; algo del agua queda aún en el alquitrán, siendo difícil de separarse.

Alquitrán de gas de agua. - El gas de agua se obtiene pasando una corriente de vapor de agua sobre carbón mineral calentando al rojo ($1,000^{\circ}\text{C}$), formándose hidrógeno y óxido de carbono que actúan como combustibles. Para hacerlo más luminoso se enriquece con destilados de petróleo (gasoil), vaporizándolos juntos, la mezcla se pasa sobre un sobrecalentador a 650°C , rompiéndose los vapores de aceite (cracking). El gas producido se quema produciendo vapores alquitranados que se pasan a través de un lavador, un condensador y un extractor de alquitrán, para separar éste. Se refina como el anterior.

PROPIEDADES. - Líquidos de color oscuro, de fuerte olor característico, son casi totalmente solubles en sulfuro de carbono, dejando un pequeño residuo de carbón libre, los de menos de 5% se llaman alquitranes de bajo carbón y los demás alquitranes de alto carbón. Los alquitranes de gas de agua refinados poseen poco carbón libre. Su densidad varía de 1.08 a 1.15, con un punto de suavización de 35 a 65°C . Se usan para cubiertas base, tratamiento superficial y en mezclas para caminos, pinturas protectoras, etc.

B.- ASFALTOS.

DEFINICION Y CLASIFICACION. - Son materiales de color negro o café obscuro, sólidos o semisólidos, resistentes, elásticos e impermeables, que funden gradualmente cuando se les calienta, dando un producto adherente de gran poder protector y de endurecimiento. El asfalto es un coloide compuesto de Asfaltanos y resinas de petróleo como coloides y aceite como emulsificante. Los Asfaltanos están formados por carbón e hidrocarburos en gran cantidad y algo de resinas polimerizadas como protectoras, en cambio, las resinas de petróleo tienen poco carbón y una gran cantidad de resinas. Pueden ser: 1.- Naturales o de Mina 2.- Artificiales, derivados del petróleo o Asfaltos de Petróleo. La fuente es la misma en los dos tipos, pero en el primero los productos volátiles del petróleo se han evaporado en la naturaleza y en el segundo se ha producido una destilación artificial. Además se incluyen 3 Asfaltos Modificados.

PROPIEDADES DEL ASFALTO. - El asfalto en su forma natural sólida es sumamente duro, pero se reblandece por el calor, necesitan calentarse por encima de su punto de fusión, para poder utilizarse. El calentamiento debe efectuarse cuidadosamente, porque si se sobrecalienta se perjudican sus propiedades y en cambio si no se calienta lo suficiente se enfría rápidamente y no tiene suficiente adhesión. Es combustible cuando se calienta a elevada temperatura, su punto de inflamación sirve para identificar los diferentes productos bituminosos. El punto de suavización varía con su composición. Los asfaltos oxidados presentan un punto de suavización más elevado. Los materiales de mayor punto de suavización son menos susceptibles a los cambios de temperatura, por lo cual son apropiados para uso en climas cálidos. Presenta gran flexibilidad, es repelente del agua, lo cual lo hace un excelente material para impermeabilizaciones sobre todo los asfaltos oxidados. Expues--

to a la intemperie sufre un proceso de oxidación superficial, lo cual produce un flujo molecular interno que termina con el deterioro progresivo, por la llegada de nuevas moléculas a la superficie, hasta que la película está totalmente carbonizada.

1. ASFALTOS NATURALES. - Se encuentran ampliamente distribuidos en México, Venezuela, Estados Unidos, India del Este y en general en todos los países en donde existen yacimientos petrolíferos. Algunos se hallan en grandes depósitos (Lagos Trinidad en las Indias del Este y Bermudez en Venezuela), otros en forma de Gilsonita en forma de venas verticales (Colorado) como un material muy puro, duro y frágil, muy empleado para pinturas y barnices. Otra forma se mejante es la Grahamita de composición muy variable, debido a los diferentes petróleos de que proceden, su composición no es uniforme, de aquí que sea necesario escoger una base apropiada de Asfalto para usos específicos. Tienen la desventaja de poseer gran número de impurezas, por lo cual deben ser refinados antes de su aplicación comercial. La refinación consiste en una deshidratación y sedimentación para eliminar el agua y la materia mineral. La deshidratación consiste en calentar el producto pasándolo a presión por tubos calientes a un vaporizador a presión atmosférica. Los vapores y el agua se condensan y se separan por gravedad, perdiendo la propiedad de emulsificarse. Dejando en reposo el producto fundido se produce la sedimentación.

2. ASFALTOS DE PETROLEO. - Se obtienen como ya se dijo, de la destilación de los petróleos y constituyen la mayor porción de los asfaltos comerciales. Sin embargo no todos los petróleos contienen asfaltos y se pueden considerar tres tipos: 1. Petróleos - Asfálticos 2. - Semiasfálticos y 3. - Parafínicos o petróleos no asfálticos:

Los petróleos de base asfáltica se encuentran ampliamente distribuidos en California, México, Venezuela, Colombia, Argentina etc. Una vez extraídos se someten a destilación fraccionada, con el objeto de separarlos productos de diferentes puntos de ebullición (Eter de petróleo, Gasolinas, Aceites, etc.), quedando como producto final no destilable, el asfalto. La destilación puede guardarse para dar tres tipos: Aceites residuales fluidos, Cementos de Asfalto y Asfaltos refinados, según la temperatura, naturaleza del petróleo y tiempo de calentamiento.

3.- ASFALTOS

a. Asfaltos de Cracking. - Sometiendo el asfalto y aceites residuales de la destilación del petróleo a un proceso llamado de "Cracking" o rompimiento de las grandes moléculas, se aumenta el rendimiento en hidrocarburos, quedando un asfalto llamado de Cracking de carácter heterogéneo, muy susceptibles a los cambios de temperatura y poco apreciados, por no tener buenas propiedades.

b. Asfaltos Oxidados. - Algunos asfaltos semisólidos o Aceites residuales se someten a un proceso de oxidación para formar compuestos más pesados y de mayor peso molecular (polimerización). Este proceso se desarrolla pasando aire a presión (20 a 30 lbs./pie²), a través de tubos perforados en el fondo de un recipiente cilíndrico, provocando en la carga una agitación continua. La temperatura se mantiene entre 205°C . y 260°C ., una vez iniciada la reacción se desprende gran cantidad de calor, por lo que no necesita calentarse. La oxidación progresiva disminuye el poder de penetración y la ductibilidad y aumenta el punto de suavización.

c. Asfaltos Fluidizados. - Mezclas de materiales de diferente viscosidad para obtener un producto de viscosidad media, fá-

La preparación se desarrolla en caliente, mezclando los productos fundidos por agitación mecánica o con vapor hasta homogeneización. Se aplica a asfaltos muy duros, para facilitar su manejo en forma de materiales llamados Cementos de asfaltos.

C.- PREPARADOS BITUMINOSOS.

Además del asfalto sólido o semisólido se venden en el comercio soluciones y emulsiones de asfalto o de alquitranes, para manejarlos industrialmente en forma líquida, evitando la necesidad de calentar y aumentando las propiedades de penetración.

Soluciones.- Se obtienen añadiéndoles destilados de petróleo (comúnmente gasoil), dando productos semejantes a las soluciones originales, por lo cual se llaman asfaltos o alquitranes "Regresados". Presentan la desventaja de ser inflamables, por lo cual deben manejarse con mucho cuidado, además poseen un fuerte olor, no pueden aplicarse en superficies que no estén secas y solo en películas delgadas, tienden a suavizarse y fluir por el calor y se rompen por enfriamiento o secado excesivo, oxidándose progresivamente. Se emplean para tratamientos superficiales, mezclas para caminos, los de alquitrán se usan cuando se requieren aplicaciones a baja temperatura de solidificación rápida. En general se emplean para una serie de productos comerciales, como plásticos y pinturas de asfalto, variando el tipo de solventes y empleando diferentes materiales de relleno, son empleados como cubiertas protectoras, impermeabilizantes, etc.

Emulsiones.- Se obtienen dispersando asfalto o alquitrán en el agua, bajo la acción de una fuerte velocidad y en presencia de agentes emulsificantes, en agitadores mecánicos de paleta o en molinos coloidales, éstos últimos consisten de discos giratorios con alta velocidad tangencial, que cortan el líquido produciendo la dispersión. Las emulsiones producidas pueden ser estables o de lento rompimiento o lábiles, inestables o de rápidos rompimientos. Constituyen la forma mejor y más moderna de aplicación de asfalto. Las primeras emplean como emulsificante un coloide mineral, generalmente arcilla, óxidos o hidrosilicatos, caseína, etc. produciendo películas de gran resistencia. Se conocen como "Emulsiones industriales de Asfalto", se emplean para mezclas con agregados para caminos, aumentando la estabilidad necesaria con la fineza del agregado. Las emulsiones lábiles o inestables se emplean para revestimiento superficial o trabajos de recubrimiento y para parches y reparaciones.

D.- PRODUCTOS DE ASFALTO

MEZCLAS PARA PAVIMENTOS.- Pueden ser de tipo de hojas o de tipo de concreto. La primera contiene 10 a 13% de cemento de Asfalto, 10 a 20% de caliza pulverizada o algún otro relleno mineral y el resto de arena fina, malla 10, es muy común en las ciudades. El concreto asfáltico contiene además piedra quebrada fina o gruesa.

Pueden prepararse a mano o en plantas mezcladoras, provistas de un mezclador de paletas o rotatorio, estos últimos trabajan a presión de 50 lbs./pulg². El agregado mineral previamente secado y pesado, se bate en estos mezcladores por unos 15 segundos antes de introducir el asfalto caliente, continuándose la agitación hasta obtener una mezcla homogénea (15 a 30 seg.). La temperatura se mantiene a 121°-177°C., según el tipo de mezcla, evitando el sobrecalentamiento, que afecta a la mezcla en forma semejante a la oxidación.

La mezcla preparada se transporta en recipientes cubiertos, para evitar la pérdida de calor y se extiende a mano sobre la base

A.- YESOS.-

GENERALIDADES.- El yeso se llama técnicamente sulfato de calcio (Ca SO_4), existe en gran cantidad en la naturaleza, generalmente en forma de un deshidrato ($\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) algo impurificado con óxido de hierro, calizas, arcillas, etc. El yeso comercial debe tener la propiedad de fraguado, para lo cual se somete el yeso natural a una deshidratación. El producto obtenido puede venderse puro o impurificado con sustancias ya presentes o añadidas que le dan características especiales y a veces has ta nombres comerciales definidos.

OBTENCION DE YESOS COMERCIALES.- Comprende tres partes esenciales: a.- Preparación de la materia Prima.- La materia prima, generalmente Selenita se somete a un quebrado preliminar para obtener un material de tamaño uniforme, propiedad de gran interés en la deshidratación. La Selenita es extraída de minas, en forma de masas cristalizadas, láminares, brillantes, de color blanco, a veces rosadas, amarillentas o azuladas, se separan en láminas parecidas a la mica, pero inelásticas y semitransparentes. Es común también el empleo de la Gipsita, mineral impurificado con arcilla y arena hasta un 50%. Otra variedad es el Alabastro, masas cristalinas de grano muy fino, blancas, susceptibles de pulimento, por lo que se emplean para estatuas.

b.- Deshidratación.- Consiste en someter el yeso natural a un calentamiento, con el objeto de eliminar parcial o totalmente el agua de cristalización, según el material requerido. Deshidratando cuidadosamente a temperaturas menores de 190°C se obtiene un semihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) llamado yeso de Paris o de la sedimentación. La deshidratación empieza a los 110°C, notándose una especie de ebullición debida al desprendimiento violento del vapor, hasta llegar a 130°C, permaneciendo estable la masa a esta temperatura y sedimentándose, por lo cual se llama a este paso la sedimentación, reproduciéndose el volumen un 10 a 15%, por la transformación de la mayor parte del deshidrato en semihidrato. Si continua el calentamiento se produce una segunda ebullición, más fuerte, aquietándose más tarde la masa (segunda sedimentación), en este paso se transforma todo en semihidrato y una parte de éste en anhídrita soluble, con reducción de 15 a 20 % del volumen original. Si el calentamiento continúa por encima de los 190°C, continúa aumentando la formación de yeso anhídrico, obteniéndose el yeso para pisos o yeso calcinado. Si el calentamiento se prolonga demasiado por encima de los 205°C, o se calienta a temperatura alta, el yeso pierde su propiedad de fraguado y se llama yeso anhídrico o yeso muerto. La deshidratación puede efectuarse en hornos de cuba o rotatorios (.Pág. 17). Los primeros son de 7 a 10 Toneladas, generalmente de tipo intermitente, es decir que se cargan y descargan de una sola vez. Por el contrario los rotatorios son continuos y de mayor capacidad, generalmente dotados de 4 calcinadores sucesivos, producen yeso de menor tamaño y casi siempre anhídrico.

c.- Obtención de productos comerciales.- El yeso obtenido por cualquiera de los métodos anteriores se somete a molido, ya sea solo o con adición de otros materiales, para retardar el tiempo