

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

614 - 20 FUNDAMENTOS DE LA CALCINACION DEL YESO

(Fundamentals of Gypsum Calcination)

Wolf G. Bauer

de: PIT AND QUARRY, nº 113, Abril 1952.

- - -

No puede decirse que la técnica de fabricación del yeso haya avanzado mucho en los últimos años. Probablemente, la causa de este "estancamiento" se debe a la falta de concordancia entre los diversos investigadores en lo que se refiere a las formas cristalinas del yeso, estructura de los hidratos, incertidumbre en la identificación de fases y, sobre todo a la carencia de datos fidedignos sobre las condiciones del equilibrio entre el sulfato cálcico, en sus diversas formas y el agua. El sistema sulfato cálcico-agua, a pesar de su sencillez, aún presenta diversas incógnitas de las que depende, en sumo grado, la fabricación técnica de los yesos de construcción.

Hay que tener presente que todas las fases de la calcinación del yeso se refieren a rupturas y reagrupación de cristales. La forma en que los cristales individuales se agrupan en estructuras cristalinas depende de numerosas circunstancias tales como: temperatura, tiempo, gas ambiente, presencia de catalizadores o de gérmenes de cristalización, etc. La naturaleza física de los agregados cristalinos formados resulta pues modificada por numerosos agentes internos o externos, sin que la composición química del yeso cambie.

Cuando se habla de las formas de yeso se dice que éste y sus formas hidratadas cristalizan en el sistema monoclinico - mientras que los cristales de la anhidrita o sulfato cálcico anhidro, pertenecen al sistema ortorrómbico. Pero en los diversos cristales pueden aparecer prismas, pirámides, plaquetas o elementos en forma de agujas, en los cuales los sistemas monoclinico y ortorrómbico se distinguen solamente por el ángulo que forman - dos de las caras del cristal. La química del yeso es un ejemplo de transformaciones cristalinas y es necesario pensar en dichas formas cristalinas si queremos obtener una representación mental del mecanismo de la calcinación del yeso. Es evidente que si se forma un cristal a partir de una disolución o de una fase líquida de la sustancia, tal como una masa fundida, dichos cristales poseen una gran libertad para crecer hasta alcanzar gran tamaño y además, en estas condiciones, es fácil hacerse una idea de como se reagrupan los átomos, los iones y las moléculas para formar el cristal elemental y los agregados cristalinos. Pero los cristales pueden formarse también a partir del estado sólido, - por lo cual es preciso admitir que los iones y las moléculas se encuentran sometidos a un fuerte estado de vibración y que la velocidad a que se produce esta vibración depende de la temperatura, es decir del nivel de energía de vibración.

Así pues, aún en el estado sólido y en la estructura - de célula elemental, la cual es la pieza fundamental en la formación del agregado cristalino, los iones calcio y sulfato y las moléculas de agua vibran considerablemente. Puesto que al estado sólido estos elementos, iones y moléculas, se hallan adoptando - la forma más compacta, más cerrada, las vibraciones se producen

dentro de fuertes campos de atracción tanto atómicos como moleculares.

Cuando ciertos átomos o moléculas vibran con más libertad que otros, los cuales están bajo la influencia de fuerzas atractivas más considerables, entre ellos mismos, tenemos entonces el fenómeno de la disociación en el cual estas moléculas "sueltas" pueden salir de sus campos propios en virtud de su elevado nivel de vibración pero manteniendo un nivel de energía (temperatura) todavía insuficiente para deshacer las uniones o enlaces de otros tipos de componentes (átomos o iones). Así, las dos moléculas de agua en el yeso pueden escapar de la estructura del cristal si la energía de activación es suficientemente alta. Esto deja a los iones calcio y sulfato en disposición de reagruparse en una forma algo diferente. Pero, de la forma en que escapan estas moléculas vibrantes de agua y de la violencia de la vibración inducida por ellas a los demás componentes (átomos, iones y moléculas), dependerá la forma en que se dispongan los restantes elementos para formar la célula elemental de yeso.

Es preciso, para comprender bien la química del yeso, tener presente no solo dicha libertad de vibración sino también la distribución espacial de los cristales en la malla, la forma en que se agrupan las redes. Pensemos, por otra parte, que lo que nosotros observamos en un potente microscopio (incluso con el electrónico) no es la célula ó celda primaria con sus enlaces, sino una estructura mucho mayor, que engloba un número enorme de células y que las partes exteriores de esta multi-célula forman las caras del más pequeño cristal observable por nosotros o susceptible de ser fotografiado. En otros términos, las

células están fuera del alcance de nuestros sistemas actuales de molturación y, por esta misma razón, es posible identificar las estructuras de los compuestos cristalinos por medio de la difracción con Rayos X, aún operando sobre el polvo más fino del compuesto estudiado.

De este modo, un cristal puede conservar su forma característica aún después de que las células elementales puedan haber cambiado, tanto física como químicamente (pérdida o adición de átomos o moléculas). La calcinación de partículas de yeso o caliza, e incluso de un cristal puro, no destruye, necesariamente, su forma externa aparente.

Las tres formas básicas del sistema sulfato cálcico-agua son, como es bien sabido, las siguientes:

Dihidrato (yeso natural)	$\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Hemihidrato (yeso de París)	$\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$
Anhidrita	SO_4Ca

Estas formas son compuestos definidos y poseen una asociación cristalina también definida. Existen, sin embargo, varias sub-formas de las dos últimas especies mencionadas. Forma de transición que puede explicarse y comprenderse mejor si seguimos pensando en términos de la vibración de átomos, moléculas o iones que se agrupan de modo distinto en cada una de las sub-formas. Estas células son las que dan origen a los cristales y los cristales son los que muestran determinadas tendencias que condicionan el comportamiento del producto.

Sulfato de calcio dihidratado.

Aparte de algunas impurezas naturales que puede conte-

ner el yeso, no existe diferencia apreciable entre los cristales monoclinicos prismáticos del yeso natural, tanto si se encuentra en forma de piedra de yeso de grano fino o del mineral selenita, y el yeso fraguado. Las formas naturales son siempre, como es sabido, las más estables desde el punto de vista energético y es por esta razón por la que el hemidrato no se encuentra nunca libre en la Naturaleza.

El yeso monoclinico está formado por capas alternativas de moléculas de SO_4Ca y H_2O que dan lugar al cristal de yeso. Estas capas se encuentran en la dirección del eje "c" y por tanto la distribución se hace por planos, en forma de plaquetas y los enlaces agua-sulfato son bastante fuertes debido a la proximidad de las moléculas. Cuando se provoca el escape o salida de las moléculas de agua, debe producirse una dislocación y destrucción total de la red. Ha podido comprobarse que cuando se calcinan grandes partículas de yeso, tales como las que se emplean en los hornos verticales o rotativos, la densidad que posee la piedra de yeso influye algo sobre las propiedades del hemihidrato fabricado. Cuando los trozos de yeso que se van a calcinar son de tamaño inferior a las 65 mallas la densidad de la piedra juega un papel mucho menos importante en las características del yeso de París resultante. De todos modos, hay que pensar que los poros, fisuras y oquedades que puede tener el yeso natural han de influir sobre la facilidad de escape del vapor de agua formado sobre la presión del vapor y sobre la transmisión del calor a través de la pieza.

Hemihidratos.

Los experimentos de Suthard sobre el calor de disolución e hidratación del yeso han permitido establecer la existencia de dos formas del hemihidrato $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ a las que se denominó alfa y beta. Poseen la misma célula estructural pero sus formas de agregados cristalinos difieren, por lo que sus propiedades físicas y químicas son diferentes.

Cuando se calienta el yeso (natural) llevándolo hasta la rotura de la malla celular por salida del agua, hay un reagrupamiento de iones Ca y SO_4 y creación de fuertes enlaces. En esta nueva estructura de célula que se forma, el 25% de las moléculas de agua que no se han escapado están más débilmente unidas que en el yeso original y tienen mayor amplitud de vibración. Sus fuerzas atractivas son menores. Esta nueva malla de hemihidrato es también monoclinica y la parte más interesante de esta estructura cristalina es el hecho de que los átomos e iones de Ca y SO_4 se autoagrupan, no solamente en el sentido de formar mallas de enlaces más fuertes, sobre los que tienen poco efecto las moléculas de agua, sino que en el edificio cristalino aparecen ciertos canales, en la dirección de uno de los planos, en los cuales hay espacio libre para que vibren las moléculas de H_2O que pueden salir de la malla siempre que se incremente su vibración por aplicación de calor.

Existe pues un sistema cristalino relativamente sensible colocado entre el yeso natural estable, por un lado, y la anhidrita también estable (insoluble) por el otro. Este sistema es el más interesante y en él tienen lugar los intercambios de

agua. Si se continúa calentando el hemihidrato por encima del punto de ebullición del agua, se provocará la salida del agua restante pero sin afectar a la estructura fundamental de la célula. Un ligero desequilibrio en el calor aplicado o en las condiciones de presión ambiente, puede revertir el proceso y hacer que las moléculas de agua vuelvan a entrar en la malla. Existe por tanto un sistema cristalino único que puede dejar o tomar estas moléculas de agua débilmente unidas (agua químicamente unida) y de gran amplitud de vibración según sean las condiciones experimentales, es decir la temperatura (energía de activación) o la presión (facilidad para moverse estas moléculas de H₂O y chocar con las moléculas de agua del exterior).

Al cabo de cierto tiempo, siempre dentro de las condiciones de presión y temperatura debidas, se forma una nueva estructura de célula ortorrómbica con una agrupación cristalina propia de la anhidrita insoluble, en la cual los iones Ca y SO₄ están unidos con fuertes enlaces, formando una malla de gran compactidad. Cualquier forma colocada entre el yeso monoclinico y la anhidrita ortorrómbica debe ser considerada como inestable. Estas formas son los hemihidratos alfa y beta y las llamadas alfa y beta anhidritas solubles, las cuales todavía contienen moléculas aisladas de agua y; por otra parte, no han alcanzado la estructura celular más densa y estable (anhidrita insoluble).

En la clacinación comercial del yeso es evidente que se originarán las cuatro formas mencionadas y ciertas combinaciones intermedias que pueden coexistir, por la simple razón de que cada partícula de yeso natural no es calentada al mismo tiempo y a la misma temperatura debido a que el calor debe transmitirse -

de una partícula a otra, de una más caliente a una más fría o también de la porción de gas ambiente que rodee a una partícula caliente a otra porción que englobe a una partícula más fría.

Los experimentos de Southard demostraron claramente que, según sean las condiciones de la calcinación, el producto resultante será yeso alfa o yeso beta (hemihidratos). El hemihidrato alfa se produce a partir del yeso natural bajo las siguientes condiciones:

a) Contacto del material con el agua líquida o con vapor saturado a bajas temperaturas de deshidratación, pero por encima de 97°C.

b) Contacto con el agua líquida o con el vapor saturado cuya "actividad" ha sido rebajada por adición de un agente inhibidor, tal como sal disuelta u otro compuesto, de tal modo que la deshidratación puede tener lugar a temperatura inferior a la normal de calcinación.

c) Presión positiva añadida por medio de vapor exterior a la más baja temperatura diferencial entre los gases calientes (o las superficies de calefacción) y las partículas de yeso, lo cual requiere un tiempo de calcinación superior al normal.

Las propiedades más importantes del yeso alfa son:

a) Unidades cristalinas más grandes. Estructura prismática más compacta.

b) Los cristales se encuentran densamente "empaquetados" y ordenados de acuerdo con la estructura (huecos) de los

cristales de yeso natural. Esto quiere decir que, por unidad de volumen, habrá menos cristales simples y también menor superficie de partículas que en el yeso beta.

c) La forma alfa es más estable y menos activa con respecto al agua.

d) Por la razón apuntada en el apartado c), el yeso alfa requiere menos agua de amasado para producir una consistencia dada y por ello se alcanzan mayores resistencias después del fraguado.

El yeso beta se obtiene de la piedra de yeso, calentándolo bajo las condiciones siguientes:

a) Altas velocidades de calentamiento, lo cual requiere una mayor diferencia de temperatura entre los gases calientes (o superficies de calefacción) y las partículas de yeso.

b) Disociación rápida, es decir, favorecida por la ausencia de presión por parte de las moléculas de agua existentes en el medio en que se está verificando la calcinación. Ello quiere decir que las condiciones preferibles para la calcinación son, en estado seco y, preferiblemente, en vacío.

Las propiedades más interesantes del yeso beta son:

a) La rápida disociación origina tensiones internas y desarrollo de vapor que rompe explosivamente las células estructurales del dihidrato original. Esta disociación violenta impide el crecimiento de los cristales que, por ende, son de pequeño tamaño y distribuidos heterogeneamente.

b) Esta estructura de cristales más pequeños, de menor compacidad, de las partículas de hemihidrato beta, tiene como consecuencia inmediata el aumento de la superficie específica. Este yeso necesita mucha más agua de amasado que el alfa para lograr la misma docilidad. Por otra parte, el beta es más plástico. Las masas de yeso beta, fraguadas, poseen una resistencia mecánica inferior en un 70 a 80% a las de yeso alfa.

c) La mayor superficie específica del yeso alfa hace que su actividad y solubilidad frente al agua sean mayores y por ello que su estabilidad resulte disminuida. Si se dan condiciones adecuadas y tiempo suficiente, la forma alfa puede formarse a partir de la beta por recristalización.

d) El hemihidrato tipo beta fragua más lentamente que el alfa y con menor expansión.

Anhidritas.

Hay dos clases de sulfato cálcico anhidro: la anhidrita soluble y la insoluble. Según el mencionado Southard cuando se calientan los citados hemihidratos alfa y beta, en las mismas condiciones extremas de presión, temperatura y tiempo, se obtienen dos anhidritas solubles, alfa y beta, que pueden ser consideradas como etapas intermedias de deshidratación.

La forma alfa de la anhidrita soluble retiene un porcentaje de agua muy pequeño (no más de 0,05%) mientras que la anhidrita beta lleva hasta el 1% de agua. Las formas solubles de la anhidrita pasan a insoluble cuando se calientan, a temperaturas superiores a 870°C, durante cierto tiempo. Las anhidritas solubles toman agua con cierta facilidad, para pasar a los corres-

pondientes hemihidratos. La anhidrita insoluble lo hace muy difícilmente.

En las primeras investigaciones se llamó de diferentes modos a estas anhidritas solubles, tomadas en su conjunto. Así, recibieron los nombres de hemi-anhidritas, anhidrita III y anhidrita soluble: Hasta las investigaciones de Southard y Kelley, no se puso de manifiesto la distinción entre las dos anhidritas solubles, tipos alfa y beta, formas que ahora son consideradas como compuestos más bajos en agua de hidratación que los correspondientes hemihidratos. Tenemos pues lo que, probablemente, debe ser considerado como una recristalización de una verdadera fase sólida, sin destrucción completa de la malla, a través de una solución líquida. La anhidrita soluble (los dos tipos) es también evidentemente monoclinica, si bien la forma verdadera de los cristales no ha sido determinada a causa de la pequeñez de los mismos. El tipo alfa puede obtenerse a temperaturas relativamente bajas, del orden de 110°C, por deshidratación del hemihidrato alfa en una atmósfera de vapor. La forma beta de la anhidrita soluble puede obtenerse calentando el beta-hemihidrato a temperaturas entre 150 y 200°C con lo cual perderá la mayor parte de su agua de cristalización.

Ya se comprende de lo mencionado anteriormente que el yeso comercial o de construcción, yeso de París, obtenido por simple calcinación, sin tomar precauciones, de la piedra de yeso, será una mezcla bastante compleja de cuatro y hasta seis componentes: yeso sin cocer, los dos hemihidratos, las dos anhidritas e incluso anhidrita soluble. También se desprende de estas consi

deraciones que, el simple análisis del contenido en SO_4Ca y H_2O de un yeso comercial no nos dirá nada sobre el tipo de compuesto presente. Puede haber mezclas que den el mismo porcentaje medio de agua y que, mineralógicamente difieran por completo.

La anhidrita insoluble es una forma estable de yeso. Es un compuesto denso y sus cristales pertenecen al sistema ortorrómbico. Por supuesto, no contiene moléculas de agua. Se encuentra, al igual que el yeso natural dihidratado, en la Naturaleza. Para obtener la anhidrita insoluble a partir de compuestos que contengan agua (yeso, hemihidratos, anhidritas solubles), es preciso calentar estas formas de yeso por encima de $870^{\circ}F$, para que se produzca un proceso de recristalización completo y el paso de la forma monoclinica a la ortorrómbica. El aumento en la calefacción hace que desaparezcan los últimos vestigios de agua que eran los responsables del mantenimiento de la malla cristalina en la que figuraban los iones Ca y S_4 . La separación de este agua y el aumento en la debilidad de los enlaces del sulfato debido a una mayor energía de vibración, tiene como consecuencia que los componentes de la célula elemental se hagan cada vez más móviles o "fluidos", hasta que, finalmente, la estructura celular se desplaza hasta una red más compacta y de estructura simétrica. Esta transformación de las anhidritas solubles en anhidrita insoluble viene a ser como un proceso de templado.

Existe una segunda forma de anhidrita insoluble, no bautizada hasta ahora, que, aunque es cristalográficamente idéntica (y químicamente también, por supuesto) posee unas propiedades físicas algo diferentes, por ejemplo la densidad. Esta anhidrita es más densa que la insoluble ordinaria, y se obtiene cuan

do se calienta cualquier clase de yeso por encima de 1.190°C. -
Suele denominarse yeso calcinado "a muerte".

El calcinador para yeso.

Los fenómenos que ocurren cuando se cuece el yeso son más o menos familiares. Cuando se comienza a calentar la piedra, el calor se transmite a ésta a través de las paredes del recipiente. Entonces comienza el desprendimiento de agua (y vapor) que actúa como fluidificante de la masa, haciéndola parecer un líquido. Se dice que el yeso "hierve". Como es lógico, el proceso se complica por la presencia en la masa de agua líquida, vapor y aire, factores todos ellos que, como hemos visto en párrafos anteriores, influyen sobre el tipo de compuesto que se está formando. Influye también la agitación provocada, bien por medios mecánicos o simplemente por el burbujeo del vapor formado. La transmisión del calor desde la fuente calefactora a las partículas de piedra de yeso se hace en dos fases: en la primera los gases calientes, llamas o la radiación, calientan la chapa de acero del calcinador. Luego, estas paredes calientes comunican su energía térmica a las partículas de yeso.

En las diversas etapas que ocurren en la calcinación del yeso, casi nunca se alcanza el equilibrio térmico. Es necesario dividir el proceso en varias fases y analizar cada una de ellas separadamente.

Carga del calcinador.

Cuando el yeso natural se vierte en el calcinador ocurren varios fenómenos. La piedra de yeso suele proceder de un alimentador y viene triturada hasta 100 mallas de finura o menos.

Hay un cierto tiempo de carga durante el cual las primeras porciones se ponen en contacto con el fondo y paredes del calcinador, que están calientes. Estas partículas se calientan muy rápidamente y la deshidratación comienza inmediatamente, desprendiéndose vapor que atraviesa la masa superior de yeso que está más fría. Estas porciones de yeso relativamente frías, absorben el vapor sobre sus superficies y en sus espacios huecos, produciendo una cierta humectación mecánica la cual hace que la masa se haga más densa y difícil de remover y agitar. En casos extremos se llega a un atrancamiento completo de los calcinadores.

Los termómetros presentes en el calcinador, o los termopares en su caso, solamente miden la temperatura de los gases es decir de la mezcla aire-vapor, temperatura que está muy por debajo de la de las paredes calientes de la caldera o de la de las partículas en contacto que transmiten su elevado calor a la masa. Hay por tanto un calentamiento desigual de la masa densa aire-yeso-vapor, especialmente debido a la mayor energía calorífica que reciben las paredes bajas y el fondo del recipiente de deshidratación.

Cocción.

Durante la carga del calcinador y los primeros periodos de calentamiento se produce una fluidificación o "ebullición" de la masa. El aire, que siempre vá entre las partículas de yeso a cocer, es desplazado por el vapor de agua formado y entonces es la masa aire-vapor la encargada de transmitir la mayor parte del calor desde las paredes del recipiente a las partículas de yeso. La transmisión del calor se hace por conducción y

convección. Hay miles de colisiones entre las diminutas partículas a deshidratar, así como contactos directos de dichas partículas y las paredes del calcinador.

Algunas de estas partículas resultan sobrecalentadas o calentadas muy rápidamente, mientras que otras experimentan una calefacción gradual. Otras pueden resultar calentadas y enfriadas rápidamente en intervalos cortos, según la posición de la partícula en el recipiente, su contacto con una corriente ascendente de gases, etc. Otras porciones de la masa, por su especial situación en ángulos muertos del calcinador, estarán sometidas a un régimen relativamente estacionario o poco agitado, con lo cual existen las condiciones precisas para que se formen beta-anhidrita o hemihidrato, a unas altas temperaturas que no son las indicadas por el termómetro del calcinador. Esto puede suceder hacia el final del periodo de primera ebullición, cuando la presión parcial de vapor está siendo reducida y cuando este vapor se está mezclando con el aire que llevaba la masa y que se acumula en las partes altas del calcinador.

Se deduce de lo anterior que, cuanto mayor sea la superficie de acero de calefacción, mayor será la velocidad de calentamiento y más hemihidrato beta y anhidrita serán formados y más breve resultará el tiempo gastado en la calcinación. Hay ciertos procedimientos, tales como añadir a la carga sales como cloruros de calcio o sodio que rebajan la temperatura de disociación pero que no influyen apreciablemente en la calidad del yeso.

Hay que tener cuidado en la cocción pues, la más de las veces de una forma simultánea con la primera deshidratación de la piedra de yeso, (formación de hemihidratos), comienza a te

ner lugar la segunda deshidratación, es decir, la formación de anhidritas. La cantidad relativa de anhidrita que siempre se forma depende de muchas variables tales como: Tiempo de cocción temperatura, agitación, construcción del calcinador, velocidad de calentamiento, temperaturas de las paredes del recipiente, presión de vapor, grado de finura del yeso empleado y tipo de piedra natural.

Cuando está concluyendo la primera deshidratación, - el calor necesario para el proceso vá siendo menor y, como consecuencia de ésto la temperatura de la masa se eleva, lo mismo que la de las paredes metálicas del calcinador. (El registro - gráfico de temperaturas es muy útil en este caso). Un procedi- miento usagl para evitar esta elevación de temperatura es regu- lar convenientemente el consumo de combustible.

Enfriamiento.

La masa de yeso de Paris, formada en el calcinador, se encuentra a una temperatura relativamente elevada, y está - formada, en general, por una mezcla de yesos alfa y beta, con algo de anhidritas. Si la masa que se extrae del calcinador se deja en las fosas o en cualquier otro sistema de recepción, el enfriamiento lento comienza de fuera a dentro. Durante este pe- riodo pueden producirse reacciones ulteriores tales como des- prendimiento de vapor por parte de los hemihidratos que estén situados en la parte central de la masa (la más caliente). Es- te vapor desprendido puede, a su vez, ser absorbido por las - anhidritas solubles que pueda haber en las partes frias de la carga, pasando entonces a formar hemihidratos o, por el contra

rio, puede ser absorbido por hemihidratos fríos que pasan entonces a dihidrato o yeso natural. La masa, en este caso, puede formar corteza, costra e incluso fraguar. El vapor de agua desprendido es un factor primordial en estos fenómenos secundarios. Por otra parte, la presencia de dihidrato en el yeso de París modifica considerablemente las características de fraguado de éste.

La idea que se obtiene de cuanto queda dicho, es que - el proceso de cocción del yeso no es tan sencillo como a primera vista parece, sobre todo si se pretende obtener un producto de - composición, características y calidad uniformes. Es necesario - disponer de sistemas de control de temperaturas, presiones, etc. para ajustar las condiciones de la cocción a las exigencias requeridas en cada caso. La obtención de estos hemihidratos de yeso, inestables como queda dicho, es pues una operación poco científica, delicada y que, hasta ahora, ha sido considerada como un arte.

Consideraciones finales.

En los últimos tiempos se ha dedicado mucha atención a experimentos con el yeso. Tanto los científicos como los técnicos, han buscado soluciones a todos los problemas planteados en las líneas que anteceden. Comercialmente, ya se han encontrado algunas condiciones satisfactorias que han sido ensayadas, en escala industrial, durante el pasado año. En general, es conveniente tener presentes los puntos siguientes, sobre los que insiste el Sr. Bauer:

Primero: El dispositivo de calcinación de yeso empleado debe poseer un máximo de superficie metálica (acero) de cale-

facción para hacer posible el empleo de gases calientes de baja temperatura, evitando sobrecalentamientos locales de las partículas de yeso natural.

Segundo: La concentración y presión de vapor que circunda a los trozos de yeso sometidos a la deshidratación deben poderse controlar con la precisión suficiente para obtener los compuestos cristalinos que se desee y provocar las transformaciones requeridas y no otras.

Tercero: El enfriamiento de la masa de yeso cocido debe realizarse cuidadosamente y ser considerado como una etapa más del proceso, pues en ella pueden ocurrir reacciones inesperadas que den nacimiento a productos nuevos.

Cuarto: El proceso de cocción por cargas, discontinuo, tal como hoy se realiza en casi todas las instalaciones, debe ser considerablemente mejorado en cuanto a controlar la calidad y características del producto resultante que, en otro caso, puede variar considerablemente de una carga a otra.

Nota: Véase "CALCINADOR PARA FABRICAR YESO ALFA", en este mismo número de "Ultimos Avances en Materiales de Construcción".

- - - - -