

- 43 -

614-11 PROPIEDADES FISICAS DEL YESO CALCINADO

(Physical properties of calcined gypsum)

Riddol.

De: "ROCK PRODUCTS", 68, mayo 1950

Desde que en 1910 publicó Van't Hoff sus estudios sobre yeso, el trabajo más completo escrito hasta la fecha sobre este material es el "Technical Paper nº 625" del Bureau of Mines de los Estados Unidos, dado a la luz en 1941 y cuyos autores son Kelley, Southard y Anderson.

El artículo que ahora comontamos es un excelente resumen, con profusión de tablas, datos y gráficas del mencionado "Paper", en el que se hace una revisión de las propiedades del yeso y de su constitución.

Se trata, en primer lugar, de la estructura del sulfato cálcico dihidratado ( $\text{SO}_4\text{Ca}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), indicando que todas las variedades del mismo tienen la misma energía y probablemente la misma forma cristalina: prismática monoclinica con 4 a 8 moléculas en cada célula unitaria. De los estudios por difracción con rayos X se ha visto que la malla del cristal está formada por capas de átomos de calcio y grupos  $\text{SO}_4$  separados por láminas de moléculas de agua. Debe tenerse en cuenta que las moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$  ocupan una posición especial en la malla cristalina y que es por tanto imposible separarlas sin destruir la estructura de la malla. Por esta razón, cualquier sulfato cálcico que posea en su molécula menos de 2 moléculas de agua tendrá una estructura diferente de la del dihidrato. En la práctica, todos los productos de deshidratación del  $\text{SO}_4\text{Ca}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dan en el ensayo de observación de polvos con rayos X, estructuras totalmente diferentes de la del yeso.

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

### Deshidratación del yeso

La deshidratación del yeso ha sido estudiada con todo detalle por los investigadores mencionados al comienzo de esta nota. Las curvas de deshidratación (temperatura-tiempo) muestran de una manera clara que hay un periodo de "inducción" ocasionado por la importante posición de las moléculas de agua en la malla del yeso. De dichas curvas puede deducirse la velocidad de deshidratación de las distintas muestras de yeso (de diferentes procedencias), mostrándose también el efecto de la adición de varias sales (cloruros sódico, cálcico y amónico, azúcar, etc.) y observando el efecto de dichas adiciones sobre la temperatura a que tiene lugar la pérdida total o parcial de moléculas de agua por parte del yeso. Como se sabe, la más pequeña traza de una sal en el yeso afecta a su deshidratación, lo cual se toma como punto de partida para la determinación de dichas sales que pueden impurificar a veces al yeso.

Las diferencias de estructura entre el dihidrato del  $\text{SO}_4\text{Ca}$  y los hidratos inferiores (con menos agua) son patentes como lo demuestra el hecho de que la adición de pequeñas cantidades de yeso crudo al yeso semihidratado aceleran el fraguado y endurecimiento de éste. Si ambas sustancias tuviesen la misma estructura no se influirían mutuamente en cuanto al tiempo de fraguado.

Hay dos formas de yeso semihidratado ( $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ), la alfa y la beta. Tal como se admite corrientemente, la forma de hidratación más baja del sulfato de cal es la que contiene media molécula de agua por molécula, es decir, el yeso de París. Este semihidrato o hemihidrato está formado por estructuras monoclinicas deformadas con 12 moléculas de  $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  por célula elemental. La estructura de malla de este compuesto posee una gran estabilidad a causa de que los átomos de calcio y los tetraedros de  $\text{SO}_4$  están dispuestos de forma tal que hay poderosos enlaces entre los átomos de Ca de una capa y los grupos  $\text{SO}_4$  de las adyacentes. Las moléculas de agua están situadas en el interior de unos "canales" interiores existentes en la malla.

Las fuerzas moleculares que sujetan a los grupos  $H_2O$  son de menor importancia que las que unen los  $Ca$  y  $SO_4$ , razón por la cual es posible separar esta media molécula de agua sin distorsionar la red cristalina. Es justamente lo contrario de lo que ocurre al deshidratar el  $SO_4Ca.2H_2O$ .

El  $SO_4Ca.\frac{1}{2}H_2O$ -alfa puede prepararse por deshidratación del yeso en agua por encima de los  $97^\circ C$  o también por disociación en el seno de una disolución de sal o incluso por disociación en atmósfera de vapor.

El  $SO_4Ca.\frac{1}{2}H_2O$ -beta puede prepararse disociando el yeso en vacío a  $100^\circ C$ .

Debe tenerse en cuenta que en la fabricación del yeso ordinario de construcción por el sistema de calentar en "kettles" la piedra de yeso, como hay siempre presente algo de vapor, se forman cantidades más o menos considerables de la forma alfa. La magnitud y rapidez con que se hagan trabajar los ventiladores de salida de los "kettles", la velocidad con que se calienta la carga de los mismos y otros factores, influyen sobre la proporción de forma alfa existente en el yeso acabado.

Tanto la forma alfa como la beta tienen la misma estructura cristalina pero la beta posee una mayor energía reticular y una solubilidad más elevada. En algunos yesos de fabricación norteamericana, las proporciones relativas de semihidratos alfa y beta son, respectivamente, 75 y 25%. Basta añadir un 0,1% de la sal en la carga de yeso a cocer para que la totalidad del mismo se transforme en la forma alfa.

#### Anhidritas solubles

La anhidrita es la forma anhidra del sulfato de cal ( $SO_4Ca$ ). Existe también en dos formas distintas, la soluble y la insoluble. Por deshidratación de los semihidratos alfa y beta se producen otras tantas anhidritas solubles, conocidas también por variedades alfa y beta respectivamente. La

primera de ellas puede ser obtenida fácilmente calentando el yeso en vacío a 100°C o en aire saturado de vapor de agua a 110°. La beta se prepara por deshidratación del semihidrato beta a 100° o calentando el yeso en atmósfera de bajo contenido en vapor de agua a temperaturas comprendidas entre 140 y 200°C.

Ambas formas de anhidrita soluble contienen algo de agua residual (entre 0,05 y 0,9 %) , resultando virtualmente imposible deshidratar a fondo la forma beta sin alterar sus propiedades físicas. Las dos formas son unos buenos agentes de secado en virtud de su poder absorbente para el agua y su tendencia a transformarse en hemihidrato. Una vez que han absorbido el agua, pueden regenerarse estos agentes de secado calentándolos a 200°. Es curioso el hecho de que tanto la forma alfa como la beta de la anhidrita soluble absorben un 1% de agua más que la correspondiente a la formación del compuesto  $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ . La cantidad de agua absorbida depende de la temperatura del experimento y de la humedad ambiente. La forma alfa es la más estable y, de acuerdo con esto, la forma beta, cuando envejece en contacto con la humedad, revierte en la alfa.

#### Anhidrita insoluble

En cuanto a la anhidrita insoluble, esta es la única forma de la anhidrita natural  $\text{SO}_4\text{Ca}$ . Puede prepararse artificialmente calentando el yeso o las anhidritas solubles a unos 900° durante una hora. También puede obtenerse por cristalización de soluciones salinas a 100°C.

La anhidrita insoluble no absorbe agua en cantidad apreciable y es la forma de sulfato de calcio más insoluble en agua. Su estructura cristalina está formada por una malla ortorrómbica y cada célula unitaria contiene 4 moléculas. La compacidad, densidad y estabilidad son las mayores que pueden encontrarse en los sulfatos cálcicos. Tanto las anhidritas insolubles artificiales como las naturales poseen las mismas propiedades ópticas y térmicas. Los calores de hidratación vienen dados en la tabla I del trabajo que comentamos,

que se refiere a todas las formas del  $\text{SO}_4\text{Ca}$ , hidratadas o no.

Tomando como base los datos de la tabla anterior, los autores se extienden en una serie de consideraciones relativas al proceso de fabricación de las distintas formas de sulfato de calcio, estableciendo los balances térmicos y aplicándolos a algunos "kottlos" de uso corriente en América.

También las curvas de solubilidad de las diversas formas de  $\text{SO}_4\text{Ca}$  ocupan considerable atención en el trabajo presente, a cuyo respecto se dan numerosas tablas y gráficos que es totalmente imposible reproducir en este resumen. Se expresan, también en forma tabular, las propiedades físicas de ambas formas, alfa y beta, del semihidrato o yeso ordinario de construcción. Puede observarse que, cualesquiera que sean las condiciones del amasado, las resistencias mecánicas alcanzadas por las probetas fabricadas con yeso alfa son muy superiores a las del yeso beta .

---