

1

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

615-32 EL CEMENTO SOREL. SUS APLICACIONES

Editorial

GENERALIDADES

No puede decirse que el cemento Sorel sea un material reciente, pues se conoce y se investiga sobre él desde el siglo pasado; pero, sin embargo, presenta, en todo momento, una constante actualidad, como lo demuestra la continua atención que se le viene prestando. No solamente se dedican a su estudio numerosos investigadores aislados (de los cuales presentamos una reducida reseña bibliográfica al final), sino que la mayoría de los Centros de investigación de Materiales de Construcción - abordan su estudio, entre las distintas y numerosas investigaciones que realizan sobre materiales. Incluso existen Centros extranjeros cuya única misión consiste en fomentar el conocimiento y desarrollo de este material.

MATERIAS PRIMAS

El cemento Sorel se forma propiamente, por la reacción de magnesia (MgO), sólida, y cloruro magnésico ($MgCl_2$), en solución acuosa.

La magnesia se obtiene por calcinación de la magnesita (carbonato magnésico con algo de carbonato de hierro y de óxido férrico). La magnesita cristaliza en el sistema romboédrico, en variedad cristalina o criptocristalina (amorfa). El contenido en MgO , después de la calcinación, es de 85%, si se ha partido de la variedad cristalina, y de 85-92%, si de la amorfa. Desde luego, el contenido de MgO no es factor determi-

nante, de forma incondicional, de la calidad y condiciones de utilización del producto; en cambio, los distintos tipos de magnesita presentan una influencia diversa sobre la velocidad de endurecimiento, la facilidad de reacción con la solución de $MgCl_2$, la sensibilidad al envejecimiento y la estabilidad de volumen. En este sentido, diversos autores han estudiado diferentes magnesitas, comprobando que no sólo difieren en su contenido en MgO , sino también en cuanto a componentes secundarios, tales como CaO , etc. El contenido de este último compuesto tiene importancia por su influencia sobre la adherencia de la xilolita -sobre la cual hablaremos más adelante- a la base sobre la que se coloca.

La calcinación de la magnesita se detiene cuando se ha conseguido la expulsión total del anhídrido carbónico, pero sin llegar a la sinterización. De esta forma, se consigue que el producto resultante posea numerosos puntos activos. Este hecho se debe a que como la magnesita sinterizada posee una red cúbica, durante la calcinación de la magnesita se ha de verificar la transformación de un tipo de red en el otro. Pero, como no se alcanza la sinterización, la transformación es incompleta, con lo cual resulta una mezcla de ambas redes; es decir, existe, en cierto modo, una perturbación, que lleva asociada una cierta energía latente: el sistema se encuentra activado.

Esta actividad de la magnesita se puede perder por envejecimiento; sobre todo si se conserva en presencia de humedad, pues tiene lugar la formación del hidróxido correspondiente. Evidentemente, el núcleo no habrá perdido su actividad; por lo cual, si se realiza la molienda de la magnesita, poco antes de su empleo, se tendrá una mezcla de producto activo e inactivo.

De acuerdo con estas consideraciones parece lógico indicar que la magnesia ha de emplearse lo antes posible, una vez preparada; claro está, que con un cierto margen (podríamos decir que de seguridad), pues un uso inmediato a la calcinación puede conducir a la aparición de grietas en el material fabricado.

Ahora bien, en el caso de que sea forzoso almacenar durante un cierto tiempo la magnesia, es preciso que, por lo menos, se encuentre en completa ausencia de humedad. Y recalcamos este hecho en vista de la importancia que tiene, por ser un factor decisivo de la calidad del material preparado con ella.

También puede partirse -y así se hace en algunos sitios- de la kieserita ($MgSO_4 \cdot H_2O$, con diversas impurezas). Por cocción de este compuesto se obtiene, como producto fundamental, MgO, junto con pequeñas cantidades de CaO, Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 , y sulfatos y sulfuros cálcicos y magnésicos (en la relación de 0,06-0,08 moles de sulfato por 1 mol de MgO).

El cloruro magnésico se puede preparar a partir de la carnalita ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$); siendo preciso eliminar las impurezas que lleva consigo (KCl , $MgSO_4$); al menos, en la opinión de algunos autores (*). Después, la solución resultante se concentra por evaporación, hasta eliminar todo el agua; se obtiene, así, una mezcla líquida de cloruro magnésico y agua de cristalización, que solidifica al enfriar. El producto resultante es bastante higroscópico, disolviéndose fácilmente en agua; con lo cual se obtiene una solución pura de $MgCl_2$. Esta solución presenta un débil carácter ácido, debido a la hidrólisis del $MgCl_2$.

(*) Sobre este particular volveremos más adelante (véase el epígrafe "FRAGUADO"),

DOSIFICACION

Tanto el desarrollo del proceso de fraguado como las características del producto final dependen, considerablemente, de las cantidades de MgO y $MgCl_2$ utilizadas y de la cantidad de agua empleada para preparar la solución. Es decir, la relación en que se mezclan el MgO y el $MgCl_2$ influye en el tipo de compuestos que se forman y, por consiguiente, en la calidad del material obtenido. Las distintas opiniones de los diversos autores, sobre este particular, difieren, desde luego, notoriamente entre sí.

Consideraremos más detenidamente esta cuestión cuando tratemos el tema de la xilolita, la más importante aplicación del cemento Sorel. Sin embargo, aquí ya podemos indicar que, cuanto mayor sea la proporción de $MgCl_2$ en relación al MgO , tanto mayor será la sensibilidad frente a la humedad.

Por el contrario, un exceso de MgO (es decir, cantidad superior a la que corresponde a la formación de $MgCl_2 \cdot 5MgO \cdot 13H_2O$) ejerce un efecto favorable sobre el fraguado; pues, de esta forma, no quedará residuo de $MgCl_2$. Simultáneamente, un mayor contenido de MgO reprime la formación de carbonatos, lo cual influye también, favorablemente, sobre la estabilidad de volumen.

Claro está que si se emplea una cantidad elevada de MgO , y no hay cantidad suficiente de $MgCl_2$ para que pueda reaccionar todo el MgO , quedará favorecida extraordinariamente la formación de $Mg(OH)_2$, que, una vez seco, provoca la aparición de grietas.

FRAGUADO

Se han lanzado diversas teorías para intentar explicar cuáles son los fenómenos que tienen lugar durante el proceso de fraguado del cemento Sorel; pero, sin embargo, parece que ninguna es decisiva.

Desde luego, parece seguro que no se produce una unión directa entre el MgO y el $MgCl_2$, sino que, gracias al agua de la solución de $MgCl_2$, se producen reacciones intermedias que conducen a la formación de $Mg(OH)_2$ y de diversas sales complejas; jugando el $MgCl_2$ un papel decisivo en estas reacciones.

Las opiniones sobre los tipos de compuestos que se formen son muy diversas. Desde luego, esta es una cuestión que no puede resolverse por un simple análisis químico, que únicamente nos da la indicación de los tantos por ciento de Mg y Cl , sino que es preciso realizar una investigación mediante rayos Roentgen.

La formación de $Mg(OH)_2$ transcurre lentamente en agua pura; en cambio, en presencia de $MgCl_2$, en solución acuosa, es rápida. Pueden admitirse dos interpretaciones: bien que el MgO se disuelve parcialmente en la solución de $MgCl_2$, formando $Mg(OH)_2$, o bien que por influencia de la actividad del MgO se produce la descomposición del $MgCl_2$, formándose, a continuación, el $Mg(OH)_2$. Este compuesto cristaliza, lentamente, en agujas, lo cual determina la aparición de un cierto endurecimiento inicial, que es tanto mayor cuanto menor es la concentración de $MgCl_2$.

Considerando la tonalidad térmica del proceso, se observa que la reacción de formación del $MgCl_2$ es francamente exotérmica; pero, no así la cristalización de este cuerpo. Y como este último proceso parcial es el determinante de la velocidad, parece lógico que en ambiente frío

quede retardado, considerablemente, el endurecimiento; el intervalo óptimo de temperaturas es 25-30°C.

Si se ha partido de kieserita se comprueba que, también en este caso, la magnesia obtenida, mezclada con agua, endurece; pero parece ser que, además, intervienen, ahora, el $MgSO_4$ y el $CaSO_4$ que se encuentran presentes. Desde luego, y como en el caso anterior, la presencia de una solución de $MgCl_2$ determina un mayor endurecimiento.

Parece oportuno hacer patente aquí que existe un cierto confu sionismo sobre la acción del $MgSO_4$, ya que, mientras unos autores recomiendan eliminarlo al preparar el $MgCl_2$, otros, en cambio, afirman que ejerce una extraordinaria influencia sobre el endurecimiento.

Como ya hemos indicado, independientemente de la formación de $Mg(OH)_2$, se producen diversas sales complejas. Desde luego, se ha comprobado la formación de productos solubles, pues se ha observado que la conductividad eléctrica crece. Estas sales complejas cristalizan al con centrarse la solución; cristalización que determina el endurecimiento fi nal del cemento Sorel fraguado. Esta es la razón de que un exceso de agua no permita alcanzar un endurecimiento suficiente; puesto que, cuanto mayor sea la concentración de la solución de $MgCl_2$, mayor será el en durecimiento final alcanzado, creciendo hasta un cierto grado, con tal de que las condiciones sean favorables. En este sentido, se recomienda una concentración de 20° Bé o superior (algunos autores consideran óptima una concentración de 22-24° Bé); o bien que las condiciones sean ta- les que el secado sea rápido, con lo cual aumentará la concentración, lle gándose a alcanzar un endurecimiento suficientemente rápido. Si el fra- guado se realiza en atmósfera húmeda o en presencia de humedad, el $MgCl_2$ no combinado impide el secado del conjunto, tanto más cuanto más desfa-

vorables sean las condiciones para la combinación del $MgCl_2$ y, de tal forma, que en vez de ceder agua, cada vez tomará más, aumentando de peso.

Las sales complejas formadas, según admiten corrientemente todos los autores, son $MgCl_2 \cdot 3MgO \cdot 11H_2O$ y $MgCl_2 \cdot 5MgO \cdot 13H_2O$. Desde luego, estas sales no se forman indistintamente, sino que el que aparezca una u otra depende de la relación $MgO/MgCl_2$. Así, según se ha comprobado experimentalmente, parece ser que se puede admitir la siguiente dependencia.

relación $p = MgO/MgCl_2$ (en moles)	compuestos formados
$p < 3$	$MgCl_2 \cdot 3MgO \cdot 11H_2O + sol. MgCl_2$
$3 < p < 5$	$MgCl_2 \cdot 3MgO \cdot 11H_2O + MgCl_2 \cdot 5MgO \cdot 13H_2O$
$p > 5$	$MgCl_2 \cdot 5MgO \cdot 13H_2O + Mg(OH)_2$

supuesto que la concentración de $MgCl_2$ no descienda por debajo de $14^\circ B^e$, durante el fraguado, y que no participen sustancias extrañas (anhídrido carbónico). Tanto el anhídrido carbónico como el vapor de agua de la atmósfera ejercen una influencia considerable sobre la naturaleza de los compuestos que se forman: el vapor de agua favorece la hidrólisis, y el CO_2 determina una carbonatación, apareciendo los compuestos $MgCl_2 \cdot 2MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 6H_2O$ y $4MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 4H_2O$.

Se ha observado, también, que las sustancias colorantes (óxidos) ejercen una acción catalítica sobre el proceso de fraguado. Hay que indicar, a este respecto, que se ha de procurar que las materias primas (sobre todo cuando se vaya a preparar la xilolita, para lo cual se utilizan diversos materiales de relleno), se encuentren libres, en lo que sea posible, de impurezas; pues éstas pueden ejercer acciones catalíticas diversas, no controlables.

(Continuará)

S.F.S.

- - -