

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

615-26 EL CEMENTO SULFOMETALURGICO

(Der Sulfat-Hüttenzement)

W. Kramer

De: "DIE BAUWIRTSCHAFT", nº 3, 17 de Enero de 1953, pág. 60

- - -

La estabilidad de los hormigones frente a los influjos químicos no es solamente un problema de tecnología del hormigón, sino que depende mucho también de la clase de cemento que se emplea. Se sabe desde hace mucho tiempo que los silicatos y aluminatos ricos en cal, que se presentan como componentes mineralógicos del clinker de cemento portland, son los menos estables frente a los mencionados influjos.

La industria de los cementos metalúrgicos supone una aportación fundamental para la obtención de aglomerantes químicamente estables. Las escorias de alto horno constituyen un valioso material para este fin, ya que, no solamente son muy resistentes por razón de su composición química, sino que, además, presentan la gran ventaja de poseer de suyo propiedades hidráulicas, con lo que contribuyen a mejorar las resistencias de los cementos con ellas fabricados. Estas ventajas se manifiestan en el cemento de escorias, que puede constar de hasta un 85% de escorias granuladas, y que presenta una elevada resistencia frente a los agresivos. Los silicatos y aluminatos ricos en cal del clinker de cemento portland contenido en el cemento de escorias se transforman durante el endurecimiento en compuestos pobres en cal; el hidróxido cálcico que se libera es combinado por las escorias -

granuladas, dando lugar igualmente a compuestos bajos en cal, y, al mismo tiempo, activa las propiedades hidráulicas de aquellas.

Las excelentes propiedades del cemento de escorias, entre las que se cuenta su pequeño calor de hidratación, han hecho de él en los últimos decenios el valioso cemento normalizado que constituye actualmente en la práctica. Entre tanto, el deseo de reducir aún más el contenido de cal de los cementos, haciéndolos así más resistentes al ataque de los agresivos -y conservando o mejorando sus propiedades técnicas-, ha conducido a la fabricación e introducción del cemento sulfometalúrgico. Se trata de un cemento en el que las escorias granuladas de alto horno se activan por molturación conjunta con un "excitador" sulfatado.

Estos cementos aparecieron hace ya bastantes años en el mercado alemán, pero no consiguieron imponerse por razón de sus propiedades poco uniformes y porque, además de una resistencia inicial baja, presentaban la desagradable característica del enarenado. Actualmente, las investigaciones realizadas permiten fabricar un cemento sulfometalúrgico, en el que se han superado las desventajas que ofrecían las formas primitivas de este aglomerante.

La fabricación del cemento sulfometalúrgico tiene lugar en las mismas fundiciones a partir de escorias de alto horno obtenidas específicamente para este objeto. Los ensayos realizados han demostrado la necesidad de este modo de proceder. La composición de la carga del horno, que consta de mineral de hierro, caliza y cok, debe controlarse de acuerdo con determinados puntos de vista. A fin de obtener un buen cemento sulfometalúrgico es preciso vigilar las proporciones de los tres componentes fun-

damentales, cal, alúmina y sílice, así como el enfriamiento de las escorias fundidas con objeto de granularlas.

La gran atención prestada a la formación de las escorias fundidas, así como al desarrollo óptimo de la fase vítrea en la granulación de las mismas ha convertido el cemento sulfometalúrgico en un aglomerante de valor análogo a los cementos normalizados, que reúne, además, determinadas propiedades características entre las que merecen mencionarse su pequeño calor de hidratación y su elevada resistencia frente a sales y soluciones agresivas.

El cemento sulfometalúrgico se suministra en dos calidades: Z 225 y Z 325. Sus propiedades técnicas, como son estabilidad de volumen, fraguado y resistencias, corresponden a las de los cementos normalizados. Sin embargo, se distingue, a la par que por una buena resistencia a la compresión, por una excelente resistencia a flexión-tracción, como ponen de manifiesto las figuras 1 y 2. Los valores que se indican representan las resistencias medias del cemento fabricado durante un período de 1 año.

La preparación de hormigón con cemento sulfometalúrgico tiene lugar de modo análogo a cuando se emplean cementos normalizados. Esto es particularmente cierto en lo que se refiere a elección de los áridos, relaciones de mezcla, cantidad de agua a añadir, duración del amasado y compactación. No obstante, es preciso tener en cuenta que el cemento sulfometalúrgico no puede mezclarse con otros aglomerantes, pues esto perturba el mecanismo de su fraguado y endurecimiento e impide conseguir las propiedades deseadas en el hormigón con él fabricado.

El cemento sulfometalúrgico da lugar a una plasticidad excelente en el hormigón, trabajando del modo ordinario. Los hor

migones de cemento sulfometalúrgico no tienen tendencia ni a la formación de exudaciones ni a la segregación. Por esta razón, son muy fáciles de trabajar y compactar. El tiempo de encofrado es el ordinario. Sin embargo, después de desencofrar, resulta conveniente mantener húmedo el hormigón durante cierto tiempo a fin de obtener unas resistencias óptimas. Los hormigones a base de cemento sulfometalúrgico poseen unas excelentes resistencias. En las figuras 3 y 4 se representa la resistencia a la compresión de estos hormigones en función de la relación agua/cemento, para cemento Z 225 y cemento Z 325. Se indican también las resistencias de los cementos normalizados correspondientes. Se observa que la resistencia a la compresión alcanza un valor óptimo para una determinada relación agua/cemento. A diferencia de los primitivos cementos sulfometalúrgicos que precisaban una elevada cantidad de agua, y cuyas resistencias óptimas se alcanzaban para una relación agua/cemento de 0,6-0,7, los actuales requieren una cantidad de agua prácticamente igual a la de los cementos normalizados. Esto hace posible el empleo del cemento sulfometalúrgico para hormigones vibrados.

No obstante, el cemento sulfometalúrgico combina, al hidratarse, una cantidad de agua mayor que cualquier otro tipo de cemento, pues el proceso de su fraguado y endurecimiento transcurre con formación de un compuesto rico en agua, el sulfoaluminato tricálcico, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$. Por esta razón, para conseguir unas resistencias óptimas en aquellos elementos cuya superficie, referida al volumen de hormigón, es elevada, conviene llegar al límite máximo admisible en la cantidad de agua añadida. De este modo es posible preparar elementos prefabricados con buenas resistencias. Otra ventaja, digna de notar, es que los elementos de hormigón a base de cemento sulfometalúrgico, presentan una exce-

lente impermeabilidad al agua, por lo que este hormigón resulta - particularmente adecuado para canalizaciones.

Después de elaborado y desencofrado, el hormigón de cemento sulfometalúrgico debe mantenerse lo más húmedo posible durante el primer período de su endurecimiento, pues de este modo se consiguen las resistencias óptimas. La fig. 5 indica el desarrollo de las resistencias a compresión de dos hormigones con 200 y 300 Kg de cemento SHZ 325, respectivamente, /m³, conservados en agua y al aire. Para el contenido bajo de cemento de 200 Kg/m³, - la diferencia de las condiciones de conservación influye intensamente, mientras que dicho efecto disminuye al aumentar el contenido de cemento de la mezcla. Para un hormigón con 200 Kg de cemento, la diferencia de resistencias es del 18%, a partir del sexto mes, mientras que, con 300 Kg/m³, es sólo del 8%. La citada figura pone de manifiesto el excelente endurecimiento posterior que poseen los hormigones de cemento sulfometalúrgico, tanto conservados al aire, como en agua.

El excelente endurecimiento del cemento sulfometalúrgico, unido a su composición química especial, da lugar a una elevada resistencia contra las soluciones y las sales agresivas, en particular, contra el ataque de los sulfatos. El "bacilo del cemento", o sulfoaluminato tricálcico, que se origina cuando un hormigón a base de cemento rico en cal es atacado por aguas selenitosas y que da lugar a la destrucción total de aquél, no puede formarse en el caso del cemento sulfometalúrgico, por la sencilla razón de haberse formado ya en la hidratación del mismo; se trata del "terrible enemigo transformado en aliado" según expresión gráfica del señor Garcia de Paredes (*)

(*) Véase el artículo de dicho autor, "El agua del mar y los aglomerantes hidráulicos", INFORMES DE LA CONSTRUCCION, nº 44, - 610-4.

La elevada resistencia a los agresivos del cemento sulfometalúrgico queda patente en la fig. 6 . Reproduce ésta el desarrollo de la resistencia en probetas prismáticas de mortero, - sumergidas durante 10 meses en distintas soluciones agresivas. - Se ha supuesto igual a 100 la resistencia determinada al cabo de un mes. Este gráfico demuestra que los prismas de cemento sulfometalúrgico han experimentado en todos los casos un crecimiento continuo de la resistencia y, por tanto, no han sido atacados - por las soluciones agresivas.

El cemento sulfometalúrgico resiste durante 14 días el ensayo de Le Chatelier-Anstett, sin experimentar alteración alguna. Los restantes cementos resisten tanto mejor este ensayo, cuanto más elevado es su contenido de escorias granuladas. Después - del cemento sulfometalúrgico, el más estable es el cemento de escorias.

Los primitivos cementos de escorias y yeso toleraban - únicamente unos tiempos de almacenaje muy limitados, pero la capacidad de almacenaje del cemento sulfometalúrgico actual es muy buena. Los ensayos realizados a lo largo de un año de almacenaje, ponen de manifiesto que las resistencias del cemento sulfometalúrgico no se modifican nada prácticamente durante los primeros 8 meses, y sólo de un modo insignificante después. Por el contrario, en los cementos que no poseen la composición adecuada, disminuyen intensamente no sólo las resistencias iniciales, sino - también a los 28 días. L.S.C.

- - -