

tinuar sus estudios en clase de alumnos externos, reservando el derecho de adquirir el título de *Director de caminos vecinales* á los que siguieran con la misma nota los estudios correspondientes á todos los años, menos el último. Por Real orden de 16 de Octubre de 1849, se concedió á los alumnos de la Escuela el derecho de repetir examen parcial, siempre que fuesen desaprobados con nota de *medianos* en una sola clase y aprobados en todas las demás, quedando, por lo tanto, reformadas las condiciones para ganar curso en el sentido de dar algunas mayores facilidades á los alumnos.

(Se concluirá.)

REVISTA EXTRANJERA

Teoría del endurecimiento de los cementos hidráulicos calizos, por el Dr. W. Michaelis.

(Conclusión)

El proceso del endurecimiento hidráulico en el caso de los cementos hidráulicos calcinados, de la cal hidráulica, de los cementos romanos y de los cementos de Portland es algo más complicado.

Los cementos de escorias, salvo algunas excepciones, son semejantes á los cementos de puzolanas. Cuando se añade agua á estos productos, el aluminato de calcio fragua primero (con tal que no se haya vuelto inerte por absorción de agua de la atmósfera ó por el agua y yeso que pueda contener la mezcla); así la cal condensada y dividida, y el ferrato de calcio se combinan con el agua. Bajo la influencia de una solución de cal se realiza el mismo proceso de hidratación con entumecimiento de los factores hidráulicos, tal como se ha explicado ya.

Todos los cementos calizos calcinados deben ser considerados como silicatos de aluminio disociados descompuestos por la cal, salvo en el caso en que contengan solamente sílice hidráulica y cal. El fraguado rápido se produce en este caso por el aluminato de calcio, el cual, aun fundido, una vez pulverizado absorbe agua inmediatamente con gran desprendimiento de calor. El fraguado lento se efectúa absorbiendo agua la cal condensada en primer lugar, y después los factores hidráulicos; el mismo proceso se realiza á consecuencia de la influencia del agua de cal sobre los factores hidráulicos, y de la reacción de éstos sobre el hidrato de calcio; se forma un hidrosilicato coloidal de calcio. Pero la sílice no puede combinarse con más de $1\frac{1}{2}$, equivalentes de cal próximamente, el óxido de hierro absorbe 2 y la alúmina 2 y $\frac{1}{2}$ á 3. La cal que existe en exceso sobre estas proporciones está completamente libre y solamente rodeada más ó menos por el ácido hidrosilícico. La cal libre cristaliza en su mayor parte como monohidrato.

La sílice retiene, sin embargo, la cal, envolviéndola más enérgicamente que la alúmina; el compuesto de hidrato de calcio con óxido de hierro es muy poco estable. Los factores hidráulicos absorben la totalidad del agua de la mezcla con tal que no se halle combinada con la cal ó con sulfato de calcio.

El fraguado es un proceso exclusivamente de absorción de agua; el endurecimiento y aumento de resistencia resultan realmente, en primer lugar, de la unión del hidrato de calcio con la sílice, producida por la atracción superficial, y luego de los

compuestos cristalinos de cal con alúmina y óxido de hierro. Este proceso se verifica gradualmente á medida que aumenta la expansión y se van rellenando todos los intersticios con los compuestos de cal que se forman. De aquí se deduce la necesidad de la presencia en todas partes de un exceso de cal durante la absorción del agua, y de que el entumecimiento quede comprendido entre ciertos límites para que pueda formarse una masa realmente sólida; porque si la sílice ha completado su hidratación bajo la sola influencia del agua de cal, no puede, á causa de su poca estabilidad, endurecerse con la pasta de cal; no produce entonces más que una crema blanda muy cargada de agua; pero si durante la hidratación se encuentra en presencia de hidrato de calcio sólido (monohidrato), se consolida y da una masa tanto más firme cuanto más densa es la masa de la mezcla que constituye el mortero.

La observación demuestra con mucha claridad que la nota característica común del endurecimiento de los cementos calizos consiste en un proceso de expansión; así es que cuando va aumentando el endurecimiento no puede menos de reconocerse una condensación creciente.

Los álcalis cáusticos, la barita y la estronciana, según mis observaciones, no comunican á la sílice la propiedad de entumecerse absorbiendo agua.

El manganeso tampoco goza de esta propiedad, porque es insoluble en el agua y no bastante cáustico; el hidrato de magnesita no produce un mortero susceptible de endurecimiento con ninguna puzolana. Puede formar en el cemento hidráulico calcinado un aluminato de magnesita, que se endurece hidráulicamente y puede tomar parte en el endurecimiento hidráulico por cuanto se transforma en hidrato y carbonato, y de este modo forma una parte insoluble del mortero; el silicato de magnesita formado al fuego es una materia inerte ó inactiva.

La sílice es evidentemente el elemento esencial de los cementos hidráulicos; por razón de su cantidad y del papel importante que desempeña en las masas de cemento, éstos resultan tanto mejores, á igualdad de las demás condiciones, cuanto más ricos son en sílice hidráulica, al menos en cuanto á las principales condiciones que aquí tenemos en cuenta, que son el endurecimiento y la duración en el agua. Por lo tanto, no hay mejor puzolana que la misma sílice hidráulica condensada por una calcinación intensa, ó de entre las puzolanas naturales, el ópalo y la tierra de Santorino, que son aún más ricas que el tras en sílice activa; porque cuanto más ricos en sílice hidráulica sean estos cementos, mayor es el entumecimiento que experimentan bajo la acción de la cal, y cuanto más densos sean, llegan á hacerse más impermeables.

La tierra de Santorino es considerada con razón como un excelente elemento para obtener buen mortero; resiste á la influencia química del agua del mar de un modo muy notable. Este modo de formación de los morteros hidráulicos explica también, al mismo tiempo, el valor relativamente pequeño de estos productos empleados al aire libre, donde se hallan expuestos á la desecación; porque la hidratación y entumecimiento progresivos de los factores hidráulicos, que los hacen aptos como morteros de agua, aceleran en la misma proporción su desagregación al aire libre, donde los hidratos de sílice y de aluminio pierden, aun á las temperaturas ordinarias, casi toda su agua de hidratación, y á consecuencia de esto se contraen, se agrietan y se

desagregan tanto más cuanto mayor ha sido el entumecimiento debido á la hidratación.

De aquí se deduce el hecho conocido por la experiencia de ser los cementos hidráulicos tanto menos duraderos al aire cuanto mayor cantidad de agua se les mezcle, y que es muy importante, para obtener mayor duración al aire, disminuir todo lo posible el entumecimiento, lo cual puede conseguirse:

1.º Empleando la menor cantidad posible de agua (mortero seco).

2.º Por la consolidación mecánica durante la aplicación (mortero comprimido).

3.º Por el uso de cementos lo más densos posible.

Para las obras en el agua, especialmente para la aplicación de los cementos en el agua del mar, la principal garantía consiste en obstruir los poros y fijar la cal. Ambas cosas se consiguen en alto grado aumentando la riqueza en sílice hidráulica capaz de entumecerse considerablemente; porque, por una parte, la sílice fija la cal, y por otra rellena los poros todo lo posible.

La mezcla de cemento de Portland con puzolana activa es, pues, como no cabe duda alguna, el elemento mejor y más barato para formar morteros destinados á las obras en el mar; porque esta mezcla reúne las excelentes propiedades del mejor mortero de puzolana contra la acción química del agua del mar y las mejores ventajas del mortero de cemento de Portland contra el aire caliente y seco.

La absorción de agua por los factores hidráulicos bajo la influencia del agua de cal y el fraguado consiguiente, juntamente con la capacidad de los hidratos formados de este modo para combinarse con la cal, dan la explicación completa del proceso del endurecimiento hidráulico y de las propiedades de los cementos calizos.

La esterilización de los líquidos por filtración.

El Sr. J. Hausser ha presentado recientemente á la Academia de ciencias de París la siguiente nota:

Se han llevado á cabo muchas tentativas para obtener por medio de la filtración la esterilización de los líquidos. Los filtros Chamberland y sobre todo los de Garros, de porcelana de amianto, pueden esterilizar completamente, pero los rendimientos son muy pequeños y la limpia difícil. En estos filtros, constituyen la parte esterilizadora tierras aglomeradas por fusión parcial. Esta fusión parcial une las partículas demasiado íntimamente, disminuyendo mucho la porosidad de la materia, lo cual redundaba en beneficio de la solidez del filtro, pero en cambio es causa del gasto exiguo de estos aparatos.

El autor ha pensado en utilizar tierras cocidas á una temperatura inferior á la de su fusión. La experiencia le ha demostrado que un gran número de materias minerales calcinadas á una temperatura más baja que su punto de fusión y reducidas á polvo fino, pueden, por medio de la aglomeración mecánica, formar excelentes paredes filtrantes y esterilizantes. Pero, de todas las que ha estudiado, la que ha dado mejores resultados ha sido la tierra de infusorios, conocida también con los nombres de *harina fósil* y de *kieselguhr*.

Hé aquí cómo conviene preparar esta materia: se tamiza para separar los granos de arena y las demás impurezas groseras que pueda contener. Se la somete luego á una temperatura comprendida entre 800 y 1000° próximamente. Después del en-

friamiento se pulveriza y si es necesario se reduce á polvo impalpable. Esta última condición no es necesaria más que para filtrar ciertos líquidos especiales, que sólo la experiencia puede indicar. El polvo así obtenido, por la simple calcinación y la pulverización subsiguiente, puede servir directamente para esterilizar la mayor parte de los líquidos, especialmente el agua y la cerveza. Para el vino es menester, á causa de su acidez, completar la purificación por un lavado con un ácido mineral ú orgánico. La materia obtenida á consecuencia de estos tratamientos sucesivos es insoluble en la mayor parte de los líquidos y no les comunica ningún gusto.

Para usarlo, se diluye en el líquido que se ha de filtrar y se vierte la dilución sobre un filtro cualquiera que le sirva de apoyo. El líquido pasa y el polvo, por razón de su ligereza, se deposita, al ser arrastrado, en una capa perfectamente regular. Esta capa constituye una pared filtrante muy compacta y de poros extremadamente pequeños. Es capaz de retener las menores partículas y los más menudos microorganismos en suspensión. Como no ha habido fusión, no hay motivo para que experimente reducción el gasto. Estos filtros, á igualdad de las demás condiciones, dan de un modo corriente un gasto quince ó veinte veces mayor que los filtros Chamberland, por ejemplo. La carencia de rigidez de estas capas es una ventaja más en su favor, porque permite su renovación y limpia con mucha facilidad. Cuando su poder filtrante se ha agotado, basta producir su arrastre por medio de una corriente de agua y reemplazarla por otra nueva. En cuanto al polvo engrasado, se le devuelven sus propiedades primitivas lavándolo con un ácido muy extendido, secándolo y calcinándolo de nuevo.

No hay que decir que las primeras porciones de líquido filtrado, las cuales no quedan esterilizadas, deben filtrarse nuevamente. Es importante además, si se quiere obtener la esterilización continua, no interrumpir la filtración sin motivo. Basta para esterilizar, un espesor de 4 á 5 décimas de milímetro sobre un apoyo rígido.

Es notable el poder absorbente que comunica á la materia la calcinación sin fusión. No solamente se hace capaz de absorber los gases, sino también de retener aun ciertas materias orgánicas en disolución. Hé aquí algunos hechos que lo demuestran.

En 100 centímetros cúbicos de agua se han encontrado la siguientes proporciones de materia oxidable por el permanganato:

	Sena. cc.	Bievre. cc.
Antes de la filtración.....	4,8	36,0
Después de la) Capa filtrante de 0 ^{mm} ,4 de		
) espesor.....	4,3	29,2
) Idem íd. de 0 ^{mm} ,8 de íd.....	3,65	23,2
) Idem íd. de 1 ^{mm} ,2 de íd.....	3,70	22,0

Todos los líquidos de estos ejemplos eran estériles. Es, pues, probable que la materia orgánica arrastrada se hallase en disolución. Y el cuadro demuestra que disminuye considerablemente cuando aumenta el espesor de la capa filtrante.

Alcantarillas de Londres.

Los Sres. J. E. Wortky W. S. Crimp han descrito en la revista *Minutes of Proceedings of Civil Engineers* las importantes obras que se han ejecutado recientemente en el alcantarillado de Londres. Las aguas sucias de aquella capital se evacuaban directamen-