

La ecuacion $Q = \frac{Px^2}{2} - \frac{Pl}{2}x$ será, pues, en este caso $Q = 1358,75x^2 - 50571,87x$.

Cuando $x = 0 \dots Q = 0$, de consiguiente la curva, segun se manifiesta en el adjunto trazado, parte del punto A, fig. 16.

Cuando $Q = 0 \dots x = 22,50$, á cuya distancia el momento es nulo y corta al eje.

Cuando $x = 11^m,25 \dots Q$ es un máximo $= 171.966,74$, lo que nos da el vértice ó punto más alto de la curva.

Cuando $x = 30 \dots Q = 505719$.

Con estos datos se han trazado las dos curvas fig. 17) correspondientes á los tramos representados en la adjunta lámina, y de las cuales se han deducido por medio de sus ordenadas las secciones de las vigas en los diferentes puntos, resultando los espesores marcados en las figs. 10, 11 y 12 de la hoja segunda, los cuales están conformes con los adoptados en la práctica en casos análogos y en puentes proyectados por la Comision, que tienen la misma luz de 50 metros.

Madrid 10 de Abril de 1861.—Lucio del Valle
=Victor Martí =Angel Mayo.

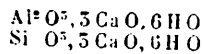
V.

INVESTIGACIONES QUIMICAS

SOBRE LOS CEMENTOS HIDRAULICOS,

POR M. E. FREMY.

Los excelentes trabajos de Vicat sobre los cementos hidráulicos, han dejado fuera de duda el hecho fundamental de que la hidráulidad de un cemento es debida al compuesto que se forma cuando una caliza está calcinada en presencia de la arcilla. Vicat ha admitido que este compuesto es un silicato doble de alúmina y cal que, hidratándose, produce el endurecimiento de los cementos hidráulicos. MM. Rivot y Chatonay, en un trabajo importante sobre los cementos, que nunca se elogió bastante, han admitido que la calcinacion de una caliza arcillosa da origen al aluminato de cal que tiene por fórmula $Al^2O^3, 5CaO$, y al silicato de cal que debe estar representado por la fórmula $SiO^2, 5CaO$, y estas dos sales puestas en contacto con el agua producen los dos hidratos:



que son la causa del fraguado de los cementos.

En estas dos teorías, la hidráulidad de los cementos sería, pues, debida á un simple fenómeno de hidratacion, que recuerda como fragua el yeso.

De mis investigaciones resulta que el fraguado en el agua de los cementos hidráulicos es debido á dos acciones químicas diferentes: 1.º, á la hidratacion de los aluminatos de cal; 2.º, á una accion puzolánica, en la cual el hidrato de cal se combina con los silicatos.

Esta teoría de la hidráulidad de los cementos está basada sobre experiencias, en las cuales he estudiado

las propiedades y la accion mútua de los cuatro cuerpos que, segun los hábiles ingenieros que he citado, constituyen los cementos hidráulicos, á saber: 1.º, el silicato de cal; 2.º, el silicato de alúmina y de cal; 3.º, el aluminato de cal; 4.º, la cal cáustica.

Silicatos de cal.—He producido sintéticamente los silicatos de cal por todos los métodos y bajo todos los estados, agregados, en grano y fundidos.

Todas esas sales reducidas á polvo impalpable y mezcladas en seguida con agua, han producido pastas que se han desecado lentamente, pero que nunca han fraguado; luego me creo autorizado para decir que si en la calcinacion de una caliza arcillosa se forma silicato de cal, no es por la hidratacion de esta cal por lo que se puede explicar el endurecimiento.

Silicatos dobles de alúmina y de cal.—He combinado la sílice por vía seca, en todas proporciones, no solamente con la alúmina y la cal, sino que he agregado tambien á los silicatos alúmíno-calizos, los álcalis, la magnesia y el óxido de hierro. Con estos silicatos múltiples ha sucedido en su contacto con el agua lo mismo que con los silicatos de cal; nunca han producido fraguado comparable al que caracteriza los cementos hidráulicos. La hidratacion del silicato doble de alúmina y de cal, que puede tomar origen en la calcinacion de una caliza arcillosa, no es, pues, la causa de la solidificacion en el agua de los cementos hidráulicos.

Aluminatos de cal.—He producido aluminatos de cal calcinando á distintas temperaturas, en crisoles dobles de carbon metálico, mezclas, en proporciones variables, de alúmina y cal. La alúmina era pura y provenia de la calcinacion del alumbre amoniacal; la cal era igualmente pura, y ha sido producida por la calcinacion del espato de Islandia. Cuando la cal se ha obtenido por la calcinacion, en hornillo de viento del espato de Islandia no se funde, pero se transforma en una masa cristalina cuya rotura se parece á la del mármol. Se evita en esta calcinacion la influencia del azufre, empleando un doble crisol de carbon y colocando la cal en polvo entre las dos paredes del crisol. Además he comprobado el hecho curioso de que la alúmina es muy buen fundente de la cal, que obra sobre esta base con mas eficacia que la sílice.

He podido obtener aluminatos de cal perfectamente fundidos calentando al hornillo de viento las mezclas de: 80 de cal, 20 de alúmina, 90 de cal, 10 de alúmina. Estos aluminatos calizos que contienen una cantidad de cal tan considerable salen cristalizados; su rotura es sacaroide, su reaccion fuertemente alcalina; se combinan en el agua con desprendimiento de calor; se les puede casi comparar á la cal fundida. Absorben y retienen con energia el azufre y el fósforo; su presencia en las escorias de los altos hornos podria, pues, en ciertos casos eliminar de las fundiciones el azufre y el fósforo que temen con tanta razon en las destinadas á afinarse y al acero.

Estos aluminatos de cal muy básicos que se hinchan en el agua como la cal viva, no pueden desempeñar ningun papel en el fraguado de los cementos hidráulicos; pero no sucede lo mismo con los aluminatos de cal que están representados por las fórmulas $Al^2O^3, 2CaO$; $Al^2O^3, 3CaO$, y que son menos básicos que los precedentes. Cuando se reducen estos aluminatos á polvo fino y se amasan con una pequeña cantidad de agua, se solidifican casi instantáneamente y producen hidratos que adquieren en el agua una dureza considerable. Además tienen la propiedad de aglomerar sustancias inertes como el cuarzo; he mezclado el aluminato de cal $Al^2O^3, 2CaO$ con 50, 60 y 80 por 100 de arena, y he obtenido polvos que en el agua adquirian la dureza y solidez de las mejores piedras. Se comprende el interés que pueden presentar bajo el punto de vista práctico estas mezclas de aluminatos de cal y sustancias silíceas, cuando se trata de producir masas que resistan á la influencia de los agentes atmosféricos y á la del agua.

de mar. La solución de las construcciones que resisten al mar, está probablemente en el empleo de hormigones formados casi enteramente de sustancias silíceas aglomeradas por una pequeña porción de aluminato de cal. En este caso se deberán tener en cuenta las excelentes indicaciones de M. F. Coignet sobre las condiciones de aglomeración de los cementos, cuya importancia yo mismo he comprobado.

Se sabe que los cementos de Portland, tan estimados en el día, no son de buena calidad sino cuando se producen a una temperatura muy elevada; y precisamente he reconocido que los aluminatos de cal que pueden, en razón de su composición, solidificarse en el agua, no adquieren esta propiedad en alto grado sino cuando se les expone a un calor intenso. En resumen, el aluminato de cal es el principal agente hidráulico de los cementos energéticos.

Acción de la cal grasa sobre diversos cuerpos.—Tenía que examinar desde luego si en los cementos y morteros la cal grasa obra de otro modo que absorbiendo el ácido carbónico del aire ó formando un hidrato que se solidifica al descarse. Mis experimentos prueban que realmente existe cierto número de cuerpos que pueden contraer en frío una combinación con la cal hidratada y producir masas que adquieran en el agua una gran solidez.

Los cuerpos que principalmente se han experimentado son: la sílice, la alumina, la arcilla seca y cocida a varias temperaturas, las tierras cocidas, los silicatos naturales ó artificiales, las principales rocas, los fosfatos y carbonatos insolubles, el carbon animal, muchos productos de ferrería; en una palabra, he tomado todos los compuestos que en razón de su constitución química ó de sus propiedades físicas, por afinidad química ó afinidad capilar, podían combinarse con la cal, ó unirse mecánicamente con ella.

Mis experimentos han demostrado desde luego que el compuesto que se forma hidratándose la cal con precaución, y que está representado por la fórmula CaO , H_2O , es el que, bajo la influencia del agua, se combina con las puzolanas con la mayor facilidad. He comprobado además que las verdaderas puzolanas, es decir, las que forman en frío con el hidrato de cal una combinación que se endurece en el agua, son mucho más raras de lo que se cree. Las tierras cocidas, las sustancias volcánicas, las arcillas más ó menos calcinadas que se consideran generalmente como puzolanas, no deben estar comprendidas en esta clase de cuerpos; y con algunas excepciones, no se endurecen en su contacto con el hidrato de cal. Las sustancias realmente activas, las verdaderas puzolanas, son los silicatos de cal simples ó múltiples no contienen más que 30 ó 40 por 100 de sílice y que son bastante básicos para producir gelatina con los ácidos.

Conclusiones. No admito, como todavía se cree generalmente, que el fraguado de los cementos hidráulicos es debido a la hidratación del silicato de cal ó a la del silicato doble de alumina y de cal. Estas sales no forman combinación con el agua.

El fraguado de un cemento hidráulico es el resultado de dos acciones químicas diferentes: 1.º, de la hidratación de los aluminatos de cal; 2.º, de la reacción del hidrato de cal sobre el silicato de cal y sobre el silicato de alumina y cal que obran en este caso como puzolanas. La calcinación de una caliza arcillosa no da lugar a un buen cemento hidráulico, sino cuando las proporciones de arcilla y cal son tales que este pueda formar en primer lugar un aluminato de cal representado por una de las fórmulas siguientes: Al^2O_3 , CaO ; Al^2O_3 , 2CaO ; Al^2O_3 , 3CaO ; en segundo lugar un silicato de cal simple, ó múltiple muy básico, que dé gelatina con los ácidos, aproximándose a las fórmulas siguientes: SiO_2 , 2CaO ; SiO_2 , 3CaO ; y en tercer lugar, cal libre que pueda obrar sobre los silicatos puzolánicos precedentes.

En gran número de casos, la composición química de la caliza arcillosa no es la sola condición que determina la calidad del cemento. Es necesario también que la reacción de la cal sobre la arcilla se efectúe en las temperaturas más elevadas. En efecto, este excesivo calor es el que produce los elementos hidráulicos del cemento en las condiciones básicas que exige el fraguado en el agua, y que, haciendo fundir el aluminato de cal, le da toda su actividad.

Permitaseme al concluir que aquí dirija mi mayor agradecimiento a un joven químico, M. Alfroy, que me ha ayudado en mis experimentos dándome numerosas pruebas de su celo é inteligencia.

(Les Mondes.)

SOBRE EL CEMENTO DE PORTLAND,

Por

Mr. G. F. EICHTINGER.

Uno de los mejores cementos que se encuentran en el comercio es el inglés de Portland; numerosas fábricas están destinadas en el Reino Unido a su preparación, que consiste en mezclar arcilla y creta en proporciones determinadas. La masa así obtenida se dispone en forma de ladrillos y se lleva al horno.

Hace mucho tiempo que en Alemania se trata de fabricar un cemento análogo al inglés, buscando materias primeras que, convenientemente combinadas, den un producto, cuya calidad no sea inferior a la de aquel. Estos trabajos no dieron resultado digno de mención, hasta que Mr. Hermann Bleibtreu, en 1832, consiguió preparar un cemento comparable al de Portland. Fundó en Stettin una fábrica, de cuyos productos, merced a sus excelentes cualidades, se hizo gran uso en la parte septentrional y en el oriente de Alemania, proscribiéndose casi por completo el empleo del cemento inglés. Posteriormente, Mr. Bleibtreu fundó una nueva fábrica en Bonn, obteniéndose cementos que se acreditan más de día en día, tanto en el Sur como en el Oeste de la Confederación.

En la actualidad funcionan en Alemania muchas fábricas de cemento, disminuyendo visiblemente la importación del de Portland, que llegará sin duda a anularse, pues la experiencia ha demostrado que en nada aventaja al alemán. Los mismos ingleses lo han reconocido, concediendo premio de medalla al cemento de Alemania en la exposición de 1862, distinción tanto más significativa, cuanto que en Inglaterra se creía que el cemento del país no tenía rival. El cemento de Portland, que costaba en Munich el año 1839, 152 francos por tonelada, no cuesta ya más que 109. Observaciones escrupulosas, químicas y prácticas patentizan que el producto alemán no deja absolutamente nada que desear.

Por el análisis químico se ha obtenido la siguiente descomposición.

	Cemento de la fábrica de Bonn.	Cemento de la fábrica de Kufstein.
Cal.	57,18	55,78
Magnesia.	1,52	1,62
Alumina.	9,20	8,90
Oxido férrico.	5,12	6,05
Potasa.	0,58	0,75
Sosa.	0,70	1,06
Sílice.	25,56	22,55
Acido carbónico.	1,90	1,46
Acido sulfúrico.	0,61	1,83
	100,00	100,00