

- 30 -

617-3 UN MODELO PERFECCIONADO DE LA PIPETA DE ANDREASEN

Autor: Adrián Margarit, Ingeniero.

Jefe de la Sección de Cementos y Hormigones del
Instituto de Investigaciones Técnicas, de Barcelona.

S I N O P S I S

=====

El autor, que está llevando a cabo una investigación acerca de los procedimientos modernos para la medición de la finura de los cementos, ha introducido un perfeccionamiento en la conocida Pipeta de Andreasen, instrumento ya clásico, que utiliza el método de sedimentación para efectuar los análisis granulométricos de los cementos. Gracias a la adición de un aspirador adecuado, las extracciones periódicas que hay que hacer se logran con toda precisión y seguridad aparte de una mayor comodidad para el operador. Da también, a continuación una idea de la aplicación que en la investigación llevada a cabo en aquél Instituto se hace de este aparato para el estudio comparativo entre los procedimientos de determinación a base del Turbidímetro de Wagner y del Permeabilímetro de Blaine, que se deben extender en un futuro próximo a los fluorómetros y a otros métodos aún más nuevos, destinados en principio a sustituir con ventaja a los anticuados métodos de determinación a base de tamices que aún se hallan en vigor en la mayoría de los países.

En el curso de la investigación que la Sección de Cementos y Hormigones del Instituto de Investigaciones Técnicas, de Barcelona, pertenece al Patronato Juan de la Cierva, está llevando a cabo bajo la dirección del que suscribe, y que en líneas generales está encaminada a dilucidar qué método debe conceptuarse como más adecuado entre los hoy día pro-

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

puestos y algún otro nuevo aún poco conocido e insuficientemente ensayado para la medición de la finura de molido de los cementos, se maneja a diario la Pipeta de Andreasen, sencillo instrumento, tal vez algo rudimentario, pero que puede considerarse clásico en esa clase de trabajos y que presta todavía muy interesantes servicios para determinar la composición granulométrica, es decir la proporción en que entran los diferentes tamaños de grano comprendidos entre 2 ó 3 micras y 90 ó 100 micras en la misma forma en que se lograría si se pudiera disponer de un completo juego de tamices escalonados entre esos tamaños cuyas luces variarían por ejemplo de 5 en 5 micras; viene así a constituir una continuación o prolongación de la serie de tamices mecánicos actualmente empleados por la industria del cemento en sus laboratorios de ensayo, ya que el más fino que en nuestro país se emplea, por ejemplo, es el de 4900 mallas por centímetro cuadrado, que corresponde a un tamaño máximo de partícula de 93 micras.

A base de los resultados obtenidos con la pipeta de Andreasen se trazan curvas de composición granulométrica en que las abscisas indican los tamaños de granos máximos de cada fracción y las ordenadas los tantos por ciento en peso que aquella fracción representa de la cantidad total analizada. Pueden deducirse entonces fácilmente y mediante algunas hipótesis simplificadoras, las superficies específicas, que se suelen expresar en centímetros cuadrados por gramo y que hoy día van ya reemplazando a los residuos sobre los tamices en la caracterización de los cementos, por su finura de molido.

Aunque es un punto bastante conocido, recordaremos que el principio en que se basa el funcionamiento de la Pipeta de Andreasen deriva de la Ley de Stokes que relaciona la velocidad de descenso de las partículas en el seno de una suspensión con el tamaño de dichas partículas, y que exige únicamente el conocimiento de los pesos específicos de la suspensión y del líquido dispersor así como la viscosidad de dicho líquido.

El aparato en esencia no es más que una probeta con tapón esmerilado en que va fija una pipeta que permite por aspiración hacer extracciones

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

del líquido contenido en aquella. Su manejo es sencillo. Se prepara una suspensión de cemento en petróleo, para la que se utiliza la fracción destilada entre 180 y 210°C. La concentración usada actualmente es de 10 g. de cemento bien seco por 500 centímetros cúbicos de petróleo. La preparación de la suspensión es algo delicada si se ha de lograr una buena dispersión de las partículas más finas. Es indispensable además la adición de un agente dispersor (ácido oléico) destinado a evitar que se produzcan fenómenos de aglutinación de partículas.

Una vez se deja de agitar y empieza la sedimentación, se pone en marcha el cronómetro y en el momento en que ha transcurrido el tiempo indicado por el cálculo para que toda partícula de tamaño superior al indicado como máximo haya tenido tiempo para descender por debajo de la línea cero, aún partiendo del nivel superior o superficie libre del líquido contenido en la probeta, se procede a la primera extracción de 10 ml. de líquido por medio de la pipeta, cuyo extremo inferior llega exactamente a la línea del cero mencionada. Aspirada esa muestra y depositada rápidamente en una cápsula se efectúa la evaporación del líquido y una vez seco el residuo se pesa, conociéndose así la cantidad de partículas de tamaño igual o inferior a la dimensión prefijada, es decir, lo mismo exactamente que se obtiene en el caso de la fracción de polvo que pasa por un determinado tamiz. Son datos del problema las cantidades de líquido y de cemento que entran a formar la suspensión y la cantidad de ésta que se extrae cada vez.

Con los resultados obtenidos se traza como antes se ha dicho, - la curva granulométrica y se calcula la superficie específica teniendo presente desde luego que los gránulos de cemento no son precisamente las esferas perfectas que admite la ley de Stokes sino cuerpos irregulares cuya superficie es siempre algo mayor a igualdad de masa que aquellas esferas equivalentes desde el punto de vista de la velocidad de descenso. Hay que tener esto en cuenta mediante la introducción de oportunos coeficientes, - que pueden admitirse como constantes dentro de ciertos límites prácticos - que la experiencia demuestra ser utilizable.

Para facilitar un manejo rápido y seguro del aparato en cuestión lo hemos completado, de acuerdo con la experiencia adquirida en nuestro Laboratorio, con un aspirador del tipo que se vé en la figura 4 y que está formado por un tubo en U que lleva en lo alto de su rama izquierda un ensanchamiento esférico y una llave de tres direcciones que pueden ser enlazadas dos a dos según la posición de dicha llave. La salida de la izquierda está conectada con el tubo de aspiración de la pipeta y la de la derecha lleva un pequeño embudo que sirve para comunicar con la atmósfera y para el llenado del tubo en U. Como líquido manométrico se emplea simplemente agua coloreada.

La tercera salida de la llave es la que va enlazada a la rama izquierda del tubo en U.

La otra rama de este tubo va unida a una pera de goma impulsora de aire con interposición de una llave metálica de tres vías que además de abrir o cerrar la comunicación entre la pera y el tubo permite poner a voluntad el tubo en comunicación con la atmósfera, dejando salir el aire de manera tan gradual como se desee con el fin de afinar con toda precisión la cantidad de líquido extraída con la pipeta al hacer la aspiración. Además permite una mayor rapidez en la sucesión de esas extracciones aumentando así el rendimiento del aparato. Es tan sencillo el manejo de este aspirador que parece superfluo insistir más en los detalles que cualquier operador apreciará enseguida, pudiéndose adquirir rápidamente una práctica y seguridad que hace de la pipeta un aparato de verdadera precisión.

En nuestro Instituto se lleva ya bastante tiempo operando con este aparato así modificado y los resultados con él obtenidos son sumamente satisfactorios.

La comprobación de la correcta granulometría obtenida puede hacerse con la fracción que se desee a base de su examen con un microscopio provisto de una escala micrométrica, con el fin de darse cuenta de cuál -

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

es el tamaño o dimensión de las partículas de tamaño máximo y ver si realmente responden a la dimensión prefijada al calcular el tiempo en que se ha de hacer la extracción.

Las superficies específicas calculadas pueden ser luego comparadas con las que para las mismas muestras de cemento dan otros métodos hoy empleados en diferentes países. Por ejemplo, en nuestro Laboratorio se han hecho ya algunas comparaciones con los resultados de mediciones efectuados con un turbidímetro de Wagner puesto temporalmente a nuestra disposición por una conocida Empresa productora de cemento y asimismo con las cifras dadas por un Permeabilímetro de Blaine de la misma Empresa y que hemos utilizado en espera de que lleguen a nuestro poder los aparatos de la misma clase encargados a las casas constructoras de los mismos en los Estados Unidos o los equivalentes que se puedan construir en España de igual modelo. También se piensa establecer igual comparación con los métodos de determinación a base de fluorímetros y de algún otro método nuevo del que sería aún prematuro dar detalles hasta tanto que los resultados prácticos con él obtenidos no confirmen las previsiones concebidas.

Muchos son los puntos que habrá que tener en cuenta antes de poder recomendar cual de esos métodos sea el mejor para la futura sustitución de los tamices. En los Estados Unidos la adopción del turbidímetro de Wagner es ya un hecho. La superficie específica expresada para cada cemento en centímetros por gramo es la característica con que se designa la finura de molido y ha sustituido totalmente a los clásicos datos de los residuos sobre un determinado tamiz o de las fracciones que pasan a través de sus mallas según suelen prescribir aún los Pliegos de Normas de casi todos los países del mundo. En Alemania Occidental los investigadores que actualmente están trabajando en esta materia parecen cada vez más inclinados hacia la adopción de los permeabilímetros que utilizan como medida de la superficie específica la resistencia ofrecida por una cierta cantidad del polvo de cemento al paso de una determinada cantidad de aire en condiciones normales de temperatura y presión. Y los suizos en su mayoría manifiestan su prefe-

rencia por la adopción de los fluorómetros (sedimentación en columna de aire). Las condiciones de facilidad de manipulación, solidez y compacidad de los aparatos sencillez de su construcción y funcionamiento, rapidez en la obtención de resultados, reproducibilidad de los mismos y economía de adquisición o construcción son circunstancias muy apreciables y dignas de ser tenidas en cuenta; pero no lo son menos las circunstancias de que los resultados obtenidos en relación con la superficie específica respondan a un valor real de ésta en la parte en que tal superficie intervenga en los fenómenos de hidratación o reacción química con el agua que son los causantes del endurecimiento del cemento, el origen de sus resistencias y el verdadero centro de gravedad de su utilidad práctica. Estos fenómenos de hidratación son indudablemente de índole superficial y es muy posible que determinadas fracciones granulométricas que excedan de un determinado límite máximo o no lleguen a cierto límite mínimo, hasta ahora no bien definidos todavía, no intervengan prácticamente en tales fenómenos o tengan por lo menos una intervención despreciable. En tal caso aquellos métodos de medición que no hagan figurar en el cómputo o no tengan en cuenta las superficies de las fracciones virtualmente inertes o inútiles responderán mejor que otros a la apreciación de la finura tal como resulta interesante en la práctica de la aplicación. Los norteamericanos lo han entendido así al limitar las determinaciones turbidimétricas a las fracciones comprendidas entre los tamaños de 7,5 y 60 micras. Sin embargo otras autoridades en investigación no comparten todavía este criterio y es por esta razón que conviene multiplicar las investigaciones sobre este punto y acumular experiencia utilizando cuantos métodos se crean viables y prácticos.

La antigua pipeta de Andreasen remozada con sus nuevos accesorios puede y debe formar parte del instrumental de investigación utilizado y por esta razón hemos creído nuestro deber dar a conocer esta modesta aportación a la labor intensa que en esta rama de la técnica de los cementos se está llevando a cabo en diferentes países.