

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS. CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

NUEVAS REGLAS ALEMANAS

PARA UNIFORMAR EL SUMINISTRO Y LOS ENSAYOS

D.M.L.

CEMENTO PORTLAND (1)

El día 13 de Octubre de 1908, la Unión Alemana de fabricantes de cementos Portland aprobó en la Asamblea general y extraordinaria celebrada en Heidelberg un proyecto de reglas nuevas, que sometió á la aprobación del Gobierno imperial.

La Comisión especial encargada de redactar dicho proyecto, presidida por el Dr. Müller, de Ruderford, verificó durante muchos años millares de ensayos con objeto de recoger datos seguros que sirvieran de base para realizar su trabajo. Han tomado parte en esta información el Laboratorio Real de ensayo de materiales, el de la unión Alemana de fabricantes de cementos Portland y otros varios de distintas fábricas; los resultados de todos los ensayos fueron recogidos y resumidos por el Presidente de la Comisión. To los ellos dan idea clara de la manera como actúa el cemento, según sea el tratamiento que recibe.

En tres puntos principales se diferencian las reglas nuevas de las antiguas:

1. En que para definir el cemento Portland no tiene en cuenta su composición química.
2. En que se suprimen los ensayos por tracción, dando una gran importancia á la resistencia por compresión del mortero normal, así como el molido del cemento.
3. En que se adopta como ensayo normal característico el de compresión de cubos que se conservarán un día en el aire, seis días en el agua y veintiuno en el aire. Además, se hará un ensayo previo con cubos conservados un día en el aire humedo y seis en el agua.

Primer punto. En las reglas antiguas el cemento Portland se definía diciendo que era el producto «obtenido por la calcinación hasta un principio de fusión de una mezcla íntima de materias calizas y arcillosas como elementos esenciales y perfectamente molido; en las reglas nuevas se agrega que aquellas materias se trituran antes de la calcinación, y por lo que se refiere á la composición química del

cemento que la dosis en peso de cal será 1,7 partes por cada parte de sílice soluble + alúmina + óxido férrico. El residuo del molido no pasará del 3 por 100, por lo menos en ciertas aplicaciones. La dosis de magnesia será inferior al 5 por 100, y la del anhídrido sulfúrico al 2,5 por 100.

Estas condiciones disipan todas las dudas que pudieran existir sobre si los cementos mixtos se han de considerar ó no como Portland.

El límite superior que se fija para la dosis de magnesia se ha deducido de numerosos ensayos hechos con todo cuidado durante muchos años, los que han demostrado que no excediendo aquel límite no hay que temer los aumentos de volumen en el cemento Portland vitrificado.

Por igual procedimiento se ha comprobado que no pasando del 2,5 por 100, el anhídrido sulfúrico es completamente inofensivo, y que no ofrecen ninguna ventaja los cementos desprovistos en absoluto de esta sustancia.

Segundo punto. Habiendo demostrado la experiencia que los resultados de los ensayos de resistencia obtenidos con el cemento Portland sin arena no pueden dar lugar á conclusiones definidas por lo que se refiere á la adherencia de uno y otra, se ha conservado el ensayo de morteros con arena de Freinwalde, empleado hasta ahora con tanto éxito. Ahora bien; como los morteros trabajan siempre por compresión y la resistencia correspondiente se puede medir con gran seguridad, los ensayos de resistencia por compresión son los únicos decisivos.

Los resultados del gran número de ensayos comparativos, verificados en el Laboratorio Real de ensayo de materiales han demostrado que la seguridad del ensayo por compresión es notablemente superior á la del ensayo por tracción. Es evidente que únicamente se deben admitir como ensayos concluyentes los más seguros y los que en absoluto garanticen que procediendo siempre de la misma manera y con todo cuidado los resultados que se obtengan serán concordantes. Además, para aumentar la eficacia de los ensayos se prescinde del empleo de pastas y se conserva la compresión con el aparato Böhme, que se aplica en Alemania desde hace muchos años.

Según las nuevas reglas, el cemento se molerá en un grado tal, que el residuo sobre el cedazo de 900 mallas por centímetro cuadrado sea inferior al 5 por 100; el ancho de aquéllas será 0,222 milímetros.

El mortero de una parte de cemento Portland de fraguado lento y tres de arena (medidas una y otras en peso),

(1) Nota presentada por M. M. Gary en el Congreso V de la Asociación Internacional para el ensayo de materiales. Copenhague, 1909.

alcanzará una resistencia por compresión superior á 120 kilogramos por cm^2 al cabo de siete días, conservado durante el primero en el aire húmedo y durante los seis restantes en el agua; al cabo de veintiún días más en el aire á temperatura comprendida entre 15° y 30° C., dicha resistencia será superior á 250 kilogramos por cm^2 . En caso de discusión, el ensayo á veintiocho días es el único decisivo.

La resistencia por compresión del cemento Portland que se ha de emplear en obras hidráulicas será superior á 200 kilogramos por cm^2 después de conservado un día en el aire húmedo y veintisiete en el agua.

Con los cementos Portland de fraguado rápido las resistencias á los veintiocho días son inferiores á los límites que se acaba de indicar, por cuya razón á los números que expresan las resistencias debe acompañar siempre la duración del fraguado.

Tercer punto. Existe el convencimiento de que para comparar los cementos es indispensable que los ensayos se hagan con dosis grandes de arena, considerándose como normal el mortero formado con una parte en peso de cemento y tres de arena, también en peso. Pero si se trata de determinar el coeficiente de aprovechamiento de un cemento Portland, se recomienda que se hagan ensayos con morteros más arenosos que el normal.

El método de ensayo adoptado con endurecimiento combinado (un día en el aire, seis días en el agua y veintiún días en el aire) se adapta perfectamente á las condiciones de la realidad, puesto que la mayor parte del cemento Portland se emplea en construcciones aéreas. Se ha llegado á este método después de haber comprobado reiteradamente que tanto éste como el antiguo se pueden emplear con el mismo grado de seguridad; á esta consecuencia han contribuido las curvas de frecuencia de los resultados individuales de los ensayos hechos en el Laboratorio Real de ensayos materiales, con endurecimiento de los morteros en el aire y en el agua.

Los trabajos realizados para encontrar un método de ensayo seguro con endurecimiento en el aire han sido completamente infructuosos. Se ha comprobado que la temperatura y la humedad del aire, así como las demás circunstancias locales, influyen de una manera tan marcada en los resultados de los ensayos cuando el endurecimiento se verifica en el aire, que es imposible que aquéllos sean concordantes cuando los segundos se verifican en localidades diferentes. Las antiguas reglas prusianas entraron en vigor el 28 de Julio de 1887, han constituido una guía excelente de la industria alemana del cemento Portland durante más de veinte años y fueron aceptadas por muchos países civilizados. Es de esperar que las nuevas reglas contribuirán en mayor escala que las antiguas al desarrollo de la industria, y es de desear que las demás Naciones se adhieran al movimiento de la industria alemana y concedan gran importancia á la seguridad de los métodos de ensayo.

Ω.

LOS IONES GASEOSOS ⁽¹⁾

(CONCLUSIÓN)

Con tan firme apoyo y con la ayuda de ulteriores trabajos, vino á generalizarse la teoría de Crookes, si bien con ligeras modificaciones; pues se admite comúnmente que las partículas

(1) Véase el número anterior.

negativas que parten del catodo, cuyas trayectorias constituyen los rayos catódicos, no son los átomos del gas enrarecido ni del metal del catodo, ya que gozan de idénticas propiedades sea cual fuere la naturaleza de éstos, y además (y es la razón principal) tienen *masa muy inferior á la de los átomos*; por este motivo se les ha dado el nombre de CORPÚSCULOS.

MASA DE LOS CORPÚSCULOS, INFERIOR Á LA DE LOS ÁTOMOS.—Desde el momento que los corpúsculos son cargas en movimiento, su efecto electromagnético, conforme á las ideas de Maxwell, confirmadas por la experiencia, equivale al de una corriente eléctrica de intensidad $I = eu$, llamando e y u la carga y velocidad de cada corpúsculo. Colocado, pues, en un poderoso campo magnético el tubo donde se produce un *finísimo haz* de rayos catódicos, cada corpúsculo se verá sujeto á la fuerza electromagnética, perpendicular al mismo tiempo á las líneas de fuerza del campo magnético y á la trayectoria del corpúsculo (1), la cual fuerza sólo tendrá por efecto desviar al corpúsculo sin variar su velocidad, ya que la aceleración tangencial es nula. En el caso más sencillo, ó sea cuando el campo magnético sea normal al haz de rayos, las trayectorias de los corpúsculos serán arcos de círculo, y la fuerza electromagnética equivaldrá á la fuerza centrípeta; de aquí que, conocido experimentalmente el radio de dichos arcos y el valor del campo magnético (electroimán), podremos establecer una ecuación, cuyas únicas incógnitas sean

u y $\frac{e}{\mu}$ (μ representa la masa corpuscular), en la cual podemos tomar por valor de u el determinado por otros medios. También puede emplearse la acción combinada de dos campos eléctrico y magnético antagonistas, cuyas intensidades, cuando el efecto del uno sea anulado por el del otro, servirán para calcular separadamente los valores de u y $\frac{e}{\mu}$.

J. J. Thomson halló (1897) el valor $\frac{e}{\mu} = 7,7 \cdot 10^8$, independiente de la naturaleza del gas y del electrodo; y posteriormente, ya este señor, ya otros diferentes experimentadores, han encontrado valores bastante concordantes (dentro de los límites que permite la experiencia), pues oscilan solamente entre el inferior $6,39 \cdot 10^8$ (debido á Lenard, 1898), y el superior $1,867 \cdot 10^7$ (tomado por Simon, 1899, como promedio de numerosas experiencias); lo cual indica claramente que el valor verdadero de $\frac{e}{\mu}$ pertenece al orden 10^7 (2). Si se compara este valor con el que se obtiene por el ion electrolítico del hidrógeno $\frac{E}{M} = 9618$, ó sea del orden 10^4 , vemos que $\frac{e}{\mu}$ es próximamente *mil veces superior á* $\frac{E}{M}$.

Dos hipótesis pueden proponerse para dar razón de la diferencia enorme entre las dos susodichas relaciones; ó bien μ es igual á M , y por consiguiente la carga e de las partículas catódicas es mil veces mayor que la carga E del ion-hidrógeno; ó, permaneciendo igual la carga de ambos, tienen aquellas partículas una *masa muy inferior á la del átomo-hidrógeno*, el menor de los átomos conocidos, y por lo tanto son verdaderos *corpúsculos*, como veníamos llamándolos.

La primera de estas hipótesis suele ya descartarse con sólo atender al valor, también de orden sumamente elevado, que los citados físicos han hallado para $u = 3 \cdot 10^9$ cm/seg. aproximadamente (depende del grado de enrarecimiento del gas), ó sea *un décimo de la velocidad de la luz*; velocidad que de ningún modo puede atribuirse á las moléculas ó átomos del gas, ya por

(1) Personificada la corriente equivalente (siendo negativa la carga del corpúsculo, la corriente positiva equivalente iría en dirección contraria) mirando al polo + del campo magnético, la fuerza obrará de derecha á izquierda.

(2) Este mismo valor aproximado calculó H. Becquerel (1900) para las partículas negativas del Radio. Sin duda alguna, las diferencias entre estos valores pueden provenir de la diferente velocidad de las partículas, la cual influye en dicha relación, como veremos luego.