

- 18 -

FABRICACION SIMULTANEA DE CEMENTO Y FUNDICION DE HIERRO.

Dr. K. Koyanagi

De "ROCK PRODUCTS" 60, mayo 1949

---

Hace algunos años, de 1931 a 1935, una compañía cementera española, la "Asland", puso en práctica el procedimiento Bassett para la fabricación simultánea de cemento y hierro. La empresa tenía un horno rotatorio de 2,7 x 42,6 metros y, después de resolver diversos problemas planteados, se llegó a la **fabricación** de 60 - 80 Tm. de fundición y otras tantas de clínker, diariamente. En aquel tiempo aparecieron algunas notas - relativas al nuevo proceso, pero, desde entonces, la literatura técnica ha sido parca en las referencias a dicho método.

Durante la última guerra, los japoneses emprendieron la fabricación combinada de hierro y cemento en una escala mucho mayor que en España, obteniendo hierro y cemento de buena calidad. Se pusieron en funcionamiento algunos hornos de las empresas de cemento más poderosas del Japón; el autor del trabajo presente, fué Jefe de una de ellas, durante cierto tiempo.

Los hornos que, por vía de ensayo, se dedicaron a esta nueva fabricación tenían las siguientes características:

Instalación A: Un horno de 2,7 x 3 x 54,8 metros

Instalación B: Un horno de 3,1 x 3,4 x 61 metros

Instalación C: Un horno de 3,3 x 3,5 x 73 metros.

Todos ellos equipados con utillaje moderno, recuperación de calores perdidos (para alimentación de calderas), sistemas Cottrell para los polvos, enfriadores Unax, etc.

La instalación dirigida por el Sr. Koyanagi trabajaba con un horno del tipo B, con enfriador rotativo, con una inclinación de 4,7 % girando a 0,3 - 0,6 r. p. m.

La primera materia estaba constituida por cenizas de pirita, piedra caliza y carbón. También se utilizó, en algu caso, hematites como mineral de hierro en sustitución de las piritas tostadas. En la tabla siguiente se da el análisis químico de los crudos:

Materia prima	Pérdida al fuego	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	CaO	MgO	S	P	Cu
Caliza	43,2	0,57	0,81	-	-	54,37	0,78	-	-	-
Cenizas de pirita	4,5	9,64	3,9	-	54,9	0,3	0,27	2,6	0,3	0,89
Hematites	1,75	5,28	2,37	-	51,68	0,3	0,69	0,02	0,12	0,008

Como agente reductor se utilizan coque ordinario o antracita cuya composición y características, en el caso que nos ocupa, es la siguiente:

Réductor	Humedad	Volátiles	C	Cenizas	Composición de las cenizas					
					SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Coque	1,47	4,81	73,5	20,2	42,1	26,6	7,3	1,9	3,5	16,5
Antracita	4,7	6,85	77,4	11,0	53,1	25,6	2,7	1,0	0,2	25,6

El combustible utilizado en la alinentación de esta clase de hornos es hulla ordinaria con un 40-50 % de carbono fijo, 2,1 - 3 % de humedad 40 % de volátiles y el resto de cenizas. - El análisis químico de éstas dá:

SiO <sub>2</sub> .....	47,2 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	28,1 %
CaO .....	10,0 %
MgO .....	2,3 %
SO <sub>3</sub> .....	3,5 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	5,5 %

Indicamos las características de las primeras materias, debido a que la dosificación de los crudos en este tipo de fabricación, es mucho más complicada que en la práctica ordinaria del cemento Portland. La dosificación óptima, trabajando con las materias precitadas es:

Cenizas de pirita .....	100 partes
Caliza .....	120-130 partes
Coque triturado .....	60-70 partes.

La mezcla debe regularse de tal modo que el óxido de hierro sea totalmente reducido a hierro metálico y que, al mismo tiempo, la escoria posea la composición adecuada para dar una elevada hidraulicidad.

Los crudos se preparan mezclando las piritas tostadas con el coque y la caliza, todo bien seco y cuidadosamente pesado. Se lleva la mezcla a un molino en el que se tritura hasta que el 90-95 % pase por tamiz de 200 mallas (americanas). Si la mezcla seca se introdujese en el horno en forma pulverulenta, el coque, menos denso, se marcharía arrastrado por el viento de soplado. Es pues necesario granular o briquetear previamente, lo mismo que se hace en la fabricación de cemento por vía seca.

La cocción se verifica siguiendo las líneas generales de la técnica cementera. Deberá procurarse que la llama se mantenga siempre oxidante puesto que la reductora no es suficiente para alcanzar la temperatura de fusión del hierro. Este fluye a través del orificio de descarga situado cerca de la boca de fuego del horno y se lleva a las lingoteras de arena. El clínker pasa al enfriador y de aquí al molino compound donde se convierte en cemento. Pasa luego el material a un separador de aire en el que se elimina aproximadamente la mitad de los granulos de hierro que contiene y después a un separador magnético que extrae el resto del metal. El plano general de una instalación de este tipo puede verse en la figura 2, en la que se

indica también la recuperación de calores perdidos para la obtención de vapor de agua.

Para adaptar un horno ordinario de cemento a la fabricación combinada de hierro y Portland hay que hacer algunos cambios. En primer lugar es preciso colocar un anillo de contención cerca de la boca de descarga del horno, construido de material refractario. Este anillo tiene 1,2 metros de altura / 0,4 m. de grosos; se trata pues de un angostamiento del horno que tiene por finalidad impedir la salida del hierro fundido (mas denso) sobre el cual flota el clinker que sale por la boca de descarga. Este anillo así como el orificio de salida de la fundición están colocados en los lugares precisos tal como se indica en la fig. 3. El orificio de salida, está protegido por un manguito de grafito cuyo diámetro interno es de 44,5 mm. Durante la marcha de la operación se ha visto que es mejor practicar en el horno dos de estos orificios. Por lo general son suficientes. La zona de fusión del horno debe enfriarse mediante rociado exterior con agua.

Como el clinker semifundido siempre contiene partículas de hierro metálico, tiende a adherirse al anillo de contención, por ello, deberá disponerse un rascador continuo, tal como puede verse en el esquema. El recubrimiento interno de la zona de fusión puede hacerse de ladrillos de cemento y clinker, aun los de magnesia dan mejor resultado.

La marcha de la cocción deberá controlarse con todo cuidado. El contenido en carbono del hierro debe mantenerse entre 4 y 4,5 % si se quiere evitar un taponamiento, por solidificación, de los orificios de salida. La instalación que se describe es capaz de producir 60-70 Tm. de fundición y 100-120 de cemento por día.

El hierro obtenido, fundición gris, cambia algo en su composición química según se utilicen cenizas de pirita o hematites. La composición media, tomada de varios niles de muestras es:

	C	Si	Mn	P	S	Cu
De cenizas	4,4	0,05	0,09	0,09	0,009	1,1
De hematites	4,3	0,06	0,08	0,2	0,04	0,06
De una mezcla de ambas	4,6	0,04	0,05	0,1	0,003	0,5

Como era de esperar, el hierro obtenido cuando se utilizan cenizas de pirita contiene más cobre que el de hematites. Los gránulos de hierro obtenidos por separación magnética en el cemento tienen una composición muy similar pero su contenido en carbono es inferior (0,8 % de término medio). - La separación magnética no es nunca completa porque el cemento, al recubrir las partículas de metal, actúa de "aislante" entre éste y el imán.

El cemento obtenido responde, en cuanto a composición, finura, resistencia, fraguado, etc., a las normas japonesas JES nº 28. Se ha utilizado durante la guerra en toda clase de obras y construcciones de hormigón con muy buenos resultados.

No es posible enjuiciar, a la vista de los datos que se poseen al presente, el valor práctico de este nuevo sistema de fabricación de cemento. No obstante, es digno de destacarse el hecho de que haya sido en nuestra Patria donde se realizaron las primeras experiencias con éxito. Es posible que los avances logrados en el Japón, tomando como base los ensayos de la "ASLAND", constituyan la clave para la iniciación de una nueva industria que produciría los dos materiales de construcción más importantes - hierro y cemento - aprovechando un subproducto de tan poco valor como las cenizas de pirita. Si ello fuese así, pronto veríamos desaparecer las ingentes escombreras de piritas tostadas, hoy por hoy inservibles, que constituyen un verdadero problema de espacio para nuestras fábricas de ácido sulfúrico y superfosfatos.

---