

¿CUAL ES SU FACTOR CRUDO – CLÍNKER?



La producción y rendimiento de los hornos cementeros alcanzan niveles cercanos a la excelencia, pero dependen demasiado del cálculo del factor crudo – clínter, por lo cual no siempre son tan buenos como parece y/o quiere demostrarse.

Disponiendo de los modernos sistemas instrumentales de control, podemos asegurar la factibilidad de que corresponda a la realidad. Todo depende de que efectuemos correctamente su determinación.

El cálculo teórico para determinación del factor de conversión de crudo en clínter resulta simple, pero puede considerarse considerablemente en la práctica, al considerar la recirculación de polvo y las pérdidas en el sistema.

El factor teórico, sin considerar pérdidas, se obtiene directamente aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Factor CCK} = \frac{100 - PF_{CK}}{100 - PF_{CR}}$$

Donde PF_{CK} y PF_{CR} corresponden a las pérdidas al Fuego del Clínter y el Crudo de alimentación respectivamente.

Para una planta con los análisis de crudo, clínter y polvo recuperado que figuran en el Cuadro 1 el factor teórico sería

$$F_{CCK} = \frac{100 - 0.48}{100 - 35.60} = 1.545$$

CUADRO 1

	Crudo	Clínker	Polvo Filtro
CaO	43.04	65.54	41.25
SiO ₂	14.40	21.17	17.88
Al ₂ O ₃	3.31	4.79	3.77
Fe ₂ O ₃	3.02	4.78	2.91
MgO	0.52	0.78	0.59
SO ₃	0.27	0.57	0.30
NO _x	0.09	0.09	
K ₂ O	0.60	1.20	1.04
PPC	35.60	0.48	34.00
STC	93.26	96.54	73.31
MS	2.28	2.21	2.61
MA	1.10	1.0	1,1

Por cada tonelada de crudo alimentado se producirían 647 Kg de Clínker, si no existiesen ningún tipo de pérdidas, correspondiendo la diferencia exclusivamente al material descarbonatado (CO₂), vaporizado (H₂O) y volatilizado (Cl, SO_x, NO_x, etc).

Este factor teórico se incrementará en la medida que se produzcan pérdidas de polvo crudo en el sistema, llegando a la fórmula de cálculo siguiente:

$$\text{Factor CCK} = \frac{1}{100 - PF_{CR}} \cdot (100 - PF_{CK} + S/100 (100 - FP_p))$$

Donde se agregan a la fórmula anterior. S: porcentaje del polvo alimentado arrastrado por los gases y PF_p : Pérdida al fuego del polvo arrastrado por los gases. Las pérdidas de Clínker no se consideran en este cálculo por constituir pérdidas de producto, posteriores al proceso.

El principal factor de confusión en la práctica se produce por el destino del polvo arrastrado con los gases y recuperado en el filtro.

Los dos casos típicos que se presentan los podemos analizar con claridad, aplicándolos a un sistema de producción de clínker de características promedio típicas: Vía seca, precalentador de 5 etapas con precalcificación, horno con relación L/D :14, enfriador de parrilla y filtro de mangas para despolvorización de los gases de salida del horno con excelente rendimiento.

Caso 1 : Todo el polvo recuperado se retorna al precalentador sin volverse a pesar en la balanza de dosificación de crudo.

La concentración de polvo en los gases de salida al ambiente es de 250 mgr/m³N y el volumen de gases específico es de 1.7 m³N/Kg de Clínker.

La concentración de polvo en los gases que abandona el sistema es de 250 mgr/m³ y el volumen de gases específico de 1.69 m³N. Aplicando los valores con los valores de PF extraídos de los análisis tenemos :

$$PF_{CK} = 0.45$$

$$PF_{CR} = 35.8$$

$$PF_P = 34.2$$

$$S = 0.15$$

$$\text{Factor CCK} = \frac{1}{100 - 35.8} \cdot (100 - 0.45 + 0.15/100 (100 - 34.2)) = \mathbf{1.55}$$

Caso 2: El polvo recuperado se envía al silo de homogenización o a la tolva de la balanza, volviéndose a pesar en el crudo de alimentación.

En este caso, todo el polvo recuperado es considerado una pérdida de material que sale del sistema y se reincorpora como nueva materia prima, al recircularse al circuito de alimentación de crudo. El factor polvo/clínker es en este caso de 0.167 kg/kg Ck.

El cálculo con los datos anotados:

$$\text{Factor CCK} = \frac{1}{100 - 35.8} \cdot (100 - 0.45 + 0.167 (100 - 34.2)) = \mathbf{1.72}$$

Resulta evidente que ambos hornos finalmente deberían tener la misma producción de clínker y consumos específicos similares (Kcal/Kg de CK) , ya que en realidad terminan procesando cantidades similares de crudo.

Para ambos casos resultará justificado aumentar un punto (centésimo) el factor, para compensar las pérdidas no determinables. Así, para el mismo sistema de producción de clínker, el Factor CCK resultará :

$$F_{CCK} = \mathbf{1.56 \text{ sin volver a pesar el polvo recuperado.}}$$

$F_{CCK} = 1.73$ volviendo a pesar el polvo recuperado.

Además de estas dos condiciones y sus aproximaciones, podrían darse otros casos menos controlables, con los consiguientes errores, confusiones y descontrol operativo, al desconocerse realmente el material que se está procesando en el sistema. Comentemos los casos más frecuentes:

- **Descontrol del arrastre de polvo**

Por diferentes razones de carácter operativo, mecánico o fisicoquímico, el arrastre de polvo con los gases circulantes puede incrementarse, produciendo mayores pérdidas de material y calor fuera del sistema. Debido a la excesiva finura del polvo recuperado se forma una recirculación externa de finos en el sistema que limita la producción y afecta gravemente el consumo específico, incrementándose además las posibilidades de pegaduras y atoros en los ciclones y anillos en los hornos.

- **Factores variables externos**

Con cierta frecuencia se encuentra sistemas de captación de polvo que además de filtrar los gases del horno también reciben aire de barrido de molinos de crudo y otros sistemas. Si el polvo recuperado se retorna y vuelve a pesar no existe problema, tomando en cuenta la correspondiente dosificación química. Cuando se recircula directamente al precalentador, sin volverse a pesar, el material proveniente del molino recuperado en el filtro estará siendo enviado al horno sin pesaje ni control alguno.

El problema no es solamente de registro; la intermitencia operativa de los molinos creará un descontrol operativo permanente en el sistema del horno.

- **Desconocimiento**

Por razones derivadas de su variación granulométrica y temperatura, resulta muy complicado disponer de un eficiente sistema de pesaje del clinker producido, por lo cual el Factor CCK resulta siempre algo incierto. La pesada física de la producción de un mínimo de horas resulta una buena medida para comprobarlo, pero siempre resultará justificado invertir en la mejor tecnología para disponer de información precisa y confiable en la dosificación y pesaje de crudo y clinker.



¿Cuánto del crudo alimentado realmente se convierte en Clinker?

CONCLUSIONES

- 1. El desconocimiento o error en el Factor CCK puede producir graves inconvenientes sobre la producción y rendimiento de cualquier sistema de producción de Clíinker.**
- 2. La mejor forma de mantener un buen control sobre el Factor Crudo – Clíinker y otros factores operativos es mantener un conocimiento permanente de los balances de masa y calor del sistema.**
- 3. Siendo inevitable la presencia de finos y el consiguiente arrastre de polvo con los gases, la solución perfecta para tener hornos más estables y productivos será la pelletización del polvo recuperado y su alimentación directa al horno, rompiendo el ciclo externo de finos entre el precalentador y el filtro.**