

BOF Calculator

El BOF Calculator es un modelo de convertidores que se puede adaptar completamente a las necesidades de su empresa. Es la herramienta perfecta para desarrollar y adaptar la receta de distintos grados de acero de acuerdo a sus especificaciones.

Es compatible con todos los escenarios comunes de cálculos, desde cálculos para encargar chatarra hasta cálculos de calor con cargas de pesos determinados. Asimismo, incluye subprogramas para objetivos específicos como temperatura de tapping y basicidad de la escoria.

Todos los conocimientos técnicos incluidos en este modelo son accesibles para el usuario. Se pueden ingresar nuevos resultados estadísticos en el modelo sin perder ninguna funcionalidad. Los conocimientos técnicos permanecen comprensibles para cualquier persona o colega, permitiendo la mejora continua del modelo.

Funciones:

- Cálculo de calor para el carbono final en acero.
- Balance automático de energía con carga de refrigerante, temperatura final en el baño y más.
- Sub-cálculos de basicidad objetivo, MgO en escoria o cantidad mínima de escoria.
- Editor de ecuaciones para personalizar el modelo del proceso.
- Exportación de datos en MS-Excel y PDF.
- Flujo de balance detallado para todos los elementos químicos y balances de energía.
- 30 elementos considerados en los cálculos. Incluidos todos los elementos comúnmente denominados residuales.

El software, después de una instalación muy simple, funciona en cualquier versión moderna de Windows. Actualizaciones son lanzadas frecuentemente para mejorar el rendimiento del cálculo y añadir nuevas funcionalidades. Algunas de las actualizaciones previstas son, por ejemplo:

- Cálculo de escenarios múltiples
- Conexión a la base de datos del usuario
- Optimización costo/carga
- Simulación Monte-Carlo

Tecnología:

El BOF Calculator es un modelo estático del proceso del convertidor, que calcula la masa y el balance de calor entre el inicio y el final del proceso.

El balance de calor está basado en la energía contenida en cada materia prima y producto de proceso con respecto a su análisis químico y temperatura. Para cada material, el calor específico y la entalpía de formación o disolución son considerados. La pérdida de energía es estimada en base al volumen interior del convertidor, el peso y la temperatura del acero y el tiempo tap-to-tap. El usuario puede escoger la variable objetivo para obtener automáticamente el balance de energía térmica. Este puede ser el peso de la carga refrigerante (por ejemplo,

escoria), la temperatura final del acero o la energía liberada. El balance es resuelto iterativamente encontrando el valor adecuado de la variable objetivo previamente definido por el usuario.

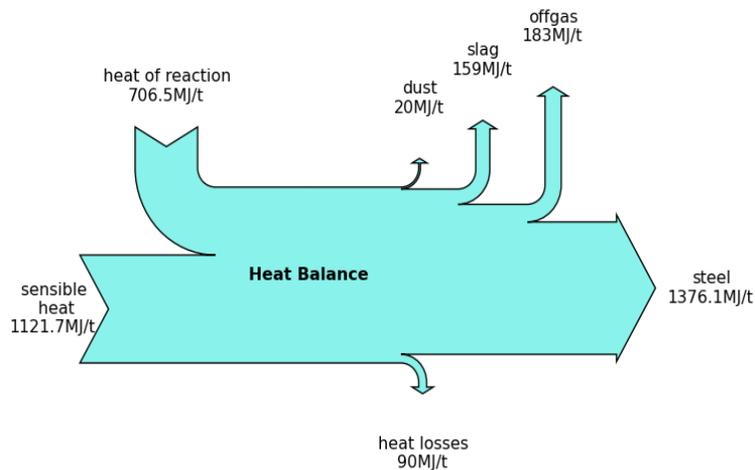


Figure 1: Resultados de la balance de calor

El balance de masa considera 30 elementos químicos, teniendo cada uno de ellos un conjunto de posibles reacciones a productos químicos. La cantidad específica de cuánto reacciona un elemento a cierto producto es definida por funciones y valores derivados de datos empíricos. Durante el cálculo, estas funciones son actualizadas de acuerdo a las condiciones del proceso y parámetros actuales. Todas las funciones son fáciles de comprender y pueden ser adaptadas a un convertidor metalúrgico específico.

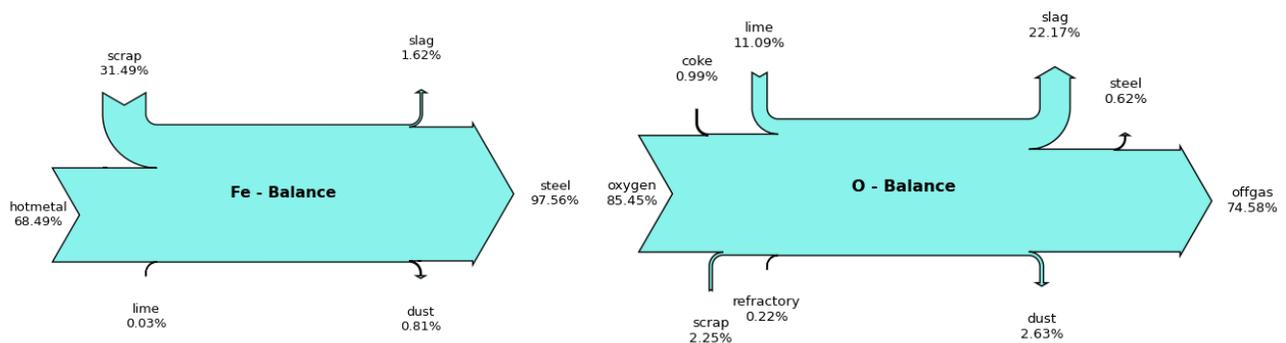


Figure 2: La balance de masa considera 30 elementos químicos. Aquí ejemplar para Fe y O.

Funciones empíricas y adaptación:

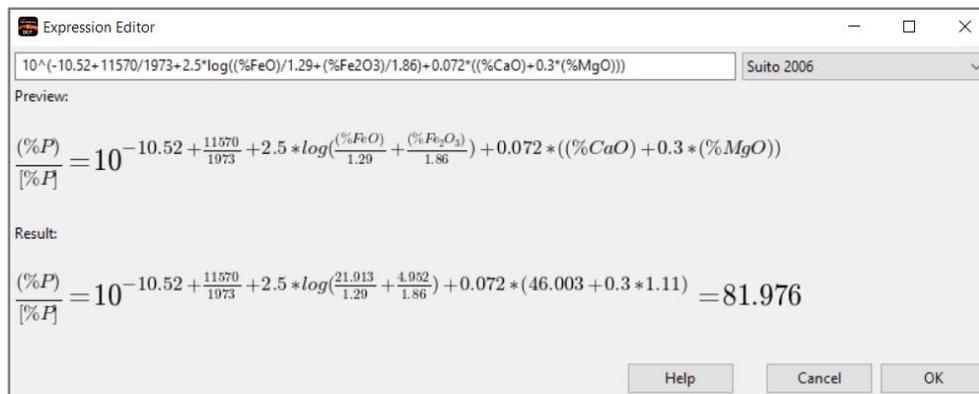
El BOF Calculator cuenta con funciones y datos empíricos. Muchas de las ecuaciones como la proporción de distribución de elementos entre escoria y acero, el producto CxO o el contenido FeO en la escoria han sido publicadas en literatura pertinente a través del tiempo. Estas han sido obtenidas estadísticamente a través de

smart steelmaking

medición de datos de procesos, por lo que los resultados pueden variar de planta a planta. En el caso del fósforo, por ejemplo, una descripción general de diferentes funciones ha sido publicada (Urban, et al., 2014) ¹:

$$L \frac{(\%P)}{[\%P]} = -5,71 - \frac{13590}{T(K)} + 0,384 * \log(\%Fe_{total}) + 0,431 * [(\%CaO)/(\%SiO_2)] - 0,361 * \log(\%MgO)$$
$$L \frac{(\%P)}{[\%P]} = 5,41 - 0,00218 * T(K) + 0,00382 * (\%FeO) + 0,0228 * [(\%CaO)/(\%SiO_2)] - 0,0029 * (\%MgO)$$
$$\log \frac{(\%P)}{[\%P]} = 10,6 + 2,5 * \log(\%FeO) + 0,5 * \log(\%P_2O_5) + 5,0 * \log(\%CaO)$$

Para emplear estas relaciones en el BOF Calculator, solo se tienen que ingresar la ecuación en el editor de ecuaciones.



El editor de ecuaciones está diseñado para comprender la lógica de paréntesis usada comúnmente para diferenciar entre [acero], (escoria), <polvo> o {descarga gaseosa}. De esta manera, el editor reconoce cualquier elemento químico o compuesto de una de las fases específicas del producto. Parámetros como temperatura y basicidad, además de operaciones matemáticas básicas (logaritmos, exponentes, etc.), se encuentran incluidos. Las ecuaciones pueden ser guardadas en el software para ser utilizadas luego en otros procesos de cálculo. Esta metodología también se aplica para:

- (% FeO)
- (% FeO) / (% Fe2O3)
- [% C] x [% O]
- (% MnO) / [% Mn]
- (% S) / [% S]

Siguiendo este método, se tiene una manera sencilla de implementar sus conocimientos técnicos en el modelo del convertidor. Sólo debe implementar los resultados de sus análisis estadísticos directamente en el editor de ecuaciones y usarlos para modelar su proceso.

¹ W. Urban, M. Weinberg und J. Cappel, „Strategien und Modellierung der Entphosphorung von Roheisen im Sauerstoffaufblaskonverter,“ *Stahl und Eisen*, Bd. 08, pp. 27-39, 2014.