

## EMISIONES DE CO, CO<sub>2</sub> Y SO<sub>2</sub> DURANTE PROCESOS DE CALENTAMIENTO DE COQUE Y CARBÓN COMPACTADO Y NO COMPACTADO

*Nieves Fernández Áñez<sup>1</sup>; Arancha Álvarez Pérez<sup>2</sup>; Javier García Torrent<sup>1,3</sup>; Ljiljana Medic Pejic<sup>1</sup>*

*1 Departamento de Ingeniería Química y Combustibles, Universidad Politécnica de Madrid, C/ Alenza 4, 28003 Madrid, Spain.*

*2 PHB Weserhütte. Parque Científico y Tecnológico de Gijón. c/ Ada Byron 220. 33203 Gijón*

*3 Laboratorio Oficial J.M. Madariaga, C/ Eric Kandel, 1 - (TECNOGETAFE). Parque Científico y Tecnológico de la UPM. 28906 Getafe (Madrid),*

**Palabras clave:** Autoignición, compactado, no compactado, emisiones de gases.

### 1. Introducción

La autoignición de almacenamientos de carbón sigue siendo un fenómeno frecuente y desconocido [1], [2] en el que influyen tanto factores internos, [3], [4], como el estado de almacenamiento, principalmente la porosidad de la pila [5]. Este factor puede mejorarse mediante la compactación de las pilas, con lo que también se consigue una disminución de la accesibilidad del oxígeno y las pérdidas por oxidación [6].

El aumento de la temperatura durante el almacenamiento del carbón por oxidación causa la emisión de gran cantidad de gases nocivos a la atmósfera [7–9]. La composición de los gases emitidos depende también tanto de la composición del carbón como del estado de almacenamiento. Resulta de interés conocer estas emisiones y si es posible disminuirlas, ya que pueden ocasionar un elevado impacto ambiental y a la salud.

### 2. Experimental

El objetivo de los ensayos es la obtención y análisis de los gases emitidos por una muestra de carbón y una de coque de diferente granulometría. La muestra de coque se ensayó tamizada con una luz de malla de 9 mm y la muestra de carbón, recibida en trozos de varios centímetros, se trituró mediante un molino de mandíbulas. El tamaño medio de la muestra de carbón es de 0,65 mm y el de la muestra de coque de 2 mm.

Para su desarrollo, la muestra se introduce en un recipiente mallado de 100 cm<sup>3</sup>, el cual se dispone en un recipiente cerrado de 10 litros de volumen. Este se introduce en la estufa, precalentada a la temperatura de ensayo, y por su parte superior se extraen los gases emitidos a través de un tubo. Un termopar de tipo K permite registrar la temperatura de la muestra. Cuando la muestra alcanza la temperatura de ensayo  $\pm 1^\circ\text{C}$ , el tubo de plástico se conecta mediante una bomba peristáltica de succión, con un caudal de  $8,3 \times 10^{-4}$  L/seg, a dos bolsas de teflón de 1 L de capacidad. Una vez conectado se llenan las bolsas. Una vez llenas, estas bolsas son analizadas mediante dos analizadores de gas para determinar las cantidades de gases presentes en ellas.

El objetivo de este estudio es determinar la variación de las emisiones de gases en función de la temperatura, el peso y la compactación de la muestra, para lo cual se han ensayado tres temperaturas (65°C, 100°C y 135°C), tres pesos (250 g, 500 g y 750 g) y dos compactaciones (compactado y no compactado) en las dos muestras.

### 3. Resultados y discusión

Se observa un aumento de emisión de gases a medida que aumenta tanto la temperatura como el peso de la muestra. Estos resultados se observan en todos los casos medidos, tal como se muestra en los ejemplos de las figuras 1 y 2.

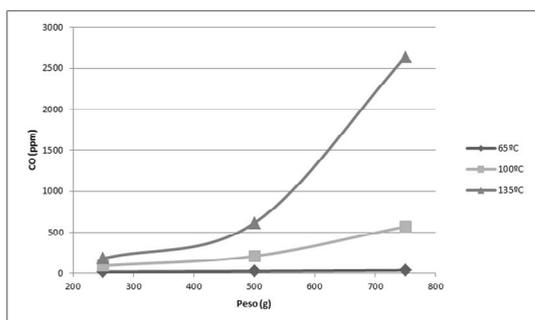


Fig. 1. Emisiones de CO coque compactado

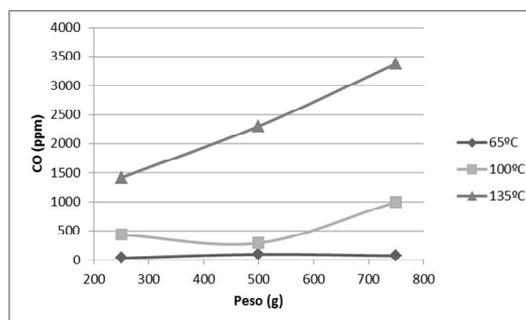


Fig. 2. Emisiones de CO carbón no compactado

En relación a la compactación, este fenómeno no tiene las mismas consecuencias en las dos muestras estudiadas. En el caso del carbón, las muestras no compactadas emiten mayor cantidad de gases que las muestras compactadas. En cambio, en el caso del coque esta variación depende del volumen de ensayo. En volúmenes pequeños, en general las muestras no compactadas emiten más gases que las compactadas. Pero cuando el tamaño de la muestra aumenta, sucede de manera inversa.

Se observa así que debido a la gran diferencia existente entre la granulometría de ambas muestras, la compactación no produce el mismo efecto. Esta diferencia de granulometría se observa ya que considerando como partículas finas aquellas menores de 1 mm, la muestra de coque tiene un porcentaje de material acumulado menor del 35%, mientras que en el caso del carbón este porcentaje es del 62%. Esto se debe al acceso del oxígeno, ya que a medida que el tamaño de grano es mayor, el acceso es también mayor por el porcentaje de huecos libres existente en la muestra.

### 4. Bibliografía

- [1] V. Fierro, J. L. Miranda, C. Romero, J. M. Andrés, A. Arriaga, and D. Schmal, "Model predictions and experimental results on self-heating prevention of stockpiled coals," *Fuel*, vol. 80, pp. 125–134, 2001.
- [2] B. Fabiano, F. Currò, A. P. Reverberi, and E. Palazzi, "Coal dust emissions: From environmental control to risk minimization by underground transport. An applicative case-study," *Process Safety and Environmental Protection*, 2013.
- [3] B. B. Beamish and A. Arisoy, "Effect of mineral matter on coal self-heating rate," *Fuel*, vol. 87, pp. 125–130, 2008.
- [4] B. B. Beamish, "Modelling Spontaneous Combustion of Coal," *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science*, vol. 30, pp. 193–201, 2006.
- [5] M. Krajčiová, L. Jelemenský, M. Kiša, and J. Markoš, "Model predictions on self-heating and prevention of stockpiled coals," *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, vol. 17, pp. 205–216, 2004.
- [6] V. Fierro, J. L. Miranda, C. Romero, J. M. Andrés, A. Arriaga, D. Schmal, and G. H. Visser, "Prevention of spontaneous combustion in coal stockpiles Experimental results in coal storage yard," *Fuel Processing Technology*, vol. 59, pp. 23–34, 1999.
- [7] H. Wang, B. Z. Dlugogorski, and E. M. Kennedy, "Coal oxidation at low temperatures: oxygen consumption, oxidation products, reaction mechanism and kinetic modelling," *Progress in Energy and Combustion Science*, vol. 29, pp. 487–513, 2003.
- [8] S. Davidi, S. L. Grossman, and H. Cohen, "Organic volatiles emissions accompanying the low-temperature atmospheric storage of bituminous coals," *Fuel*, vol. 74, pp. 1357–1362, 1995.
- [9] A. M. Mastral, M. S. Callén, and T. Garcia, "Toxic organic emissions from coal combustion," *Fuel Processing Technology*, vol. 67, pp. 1–10, 2000.