

# INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DEL AIRE SOBRE LA CALIDAD DE SEPARACIÓN DE PARTÍCULAS

Mirta R. Barbosa, Eugenia Borsa

Facultad de Ingeniería UNCPBA. Av. del Valle 5737 - B7400JWI - Olavarría, Buenos Aires.  
eborsa@fio.unicen.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

El material particulado tiene actualmente gran demanda industrial. Entre las principales aplicaciones pueden citarse el uso para refuerzo de polímeros y para hormigones de alta resistencia. En particular, los catalizadores requieren polvos de tamaño de partícula lo más uniforme posible para optimizar su área activa y su funcionamiento. Una de las formas más económicas de obtener estos materiales es empleando separadores ciclónicos de alta eficiencia. Estos dispositivos son esencialmente cámaras de sedimentación que inducen una aceleración radial sobre las partículas sólidas en suspensión en la fase gaseosa. Debido a este movimiento, las partículas de mayor tamaño migran hacia la pared externa y desde allí descienden hacia la boca inferior de salida de polvo. Las partículas más pequeñas se mueven más lentamente, por lo que son capturadas por el flujo gaseoso ascendente del helicoide interior.

La forma de caracterizar el tamaño de partículas es a través del  $x_{50}$ , es decir el tamaño de partícula para el cual la eficiencia fraccional de separación es de 0.5, este valor recibe el nombre de  $x_{\text{critico}}$  y puede calcularse teniendo en cuenta las características del ciclón, el caudal de entrada, la densidad del sólido a separar y las propiedades del aire.

El funcionamiento de los ciclones se encuentra condicionado por las variables de diseño, esto es la geometría y las de operación. Las condiciones mencionadas influyen tanto en la eficiencia de separación del polvo como en su tamaño.

En este trabajo se estudia la influencia de la temperatura de operación de un ciclón tipo Stairmand sobre la calidad de separación de partículas de caliza, filler calcáreo y cuarzo molido.

## RESULTADOS

La distribución de tamaño de los polvos utilizados se obtuvo empleando un analizador de tamaño de partículas por difracción láser. Con estos datos se aplicó la distribución de Rosin-Rammler para obtener las curvas de distribuciones de tamaño de partícula y las acumuladas correspondientes.

Por otra parte, se trabajó con un ciclón tipo Stairmand, de 20 cm de diámetro y considerando una concentración de polvo en el aire portador de  $2 \text{ g/m}^3$  de aire a 20, 100, 200, 300 y 500 °C.

Los resultados muestran una dependencia prácticamente lineal, de pendiente negativa, del tamaño de corte ( $x_{50}$ ) con la temperatura. Esto se verifica para los tres materiales analizados.

El menor valor de  $x_{50}$  corresponde al filler calcáreo, en tanto que el mayor es el del cuarzo, para todas las temperaturas de operación. Esto indica que el filler calcáreo es el material con mayor contenido de partículas finas.

Se ha postulado un gran número de modelos para el cálculo de la eficiencia fraccional. En este trabajo se emplea el de Dirgo y Leith, el cual expresa la eficiencia fraccional en función del  $x_{50}$ . Con este modelo se construyeron las curvas de grado de eficiencia fraccional para cada material y a cada temperatura de operación, observándose un

aumento de la eficiencia cuando se incrementa la temperatura de trabajo. La mayor eficiencia fraccional se obtuvo para el filler calcáreo.

Aplicando la ecuación de Smolik, se calcularon los valores de eficiencia fraccional para concentraciones de polvo en el aire en un rango de 2.5 – 100 g/m<sup>3</sup>. Los resultados indican que ésta aumenta a medida que lo hace la concentración de polvo. La situación descrita se repite para todas las temperaturas. La eficiencia fraccional presenta un salto cualitativo ente 300 y 500 °C, en tanto que para temperaturas menores el efecto es gradual.

El aumento de la cantidad de polvo en la corriente de entrada al separador ciclónico se ve limitada por el fenómeno de resuspensión de partículas (velocidad de saltación). Este fenómeno depende, entre otras variables, de la temperatura y de la concentración de partículas sólidas en el gas portador. La velocidad de saltación ( $V_s$ ) es fundamental en el diseño de un ciclón. Kalen y Zenz han definido una expresión semiempírica para la  $V_s$ , que describe el fenómeno de la disminución de la eficiencia de recolección cuando la velocidad de entrada supera determinado valor. Las correlaciones experimentales obtenidas por estos investigadores muestran que para obtener la máxima eficiencia, se debe cumplir que  $V_i = 1.25 V_s$ . Por otro lado, para que no se produzca la resuspensión del material ya recolectado, se debe respetar que  $V_i \leq 1.35 V_s$ .

Para temperaturas menores de 200 °C la eficiencia del ciclón es independiente del material. Trabajando a 500 °C se observa que la eficiencia fraccional resulta mayor para el filler calcáreo, en tanto que la menor corresponde al cuarzo.

## CONCLUSIONES

El tamaño de partícula de un determinado material puede ser controlado a través del diseño del separador ciclónico estableciendo su geometría y las condiciones de operación, en especial la temperatura. Esto permite una gran versatilidad en la determinación del tamaño de corte deseado ( $x_{50}$ ).

Los materiales más ricos en partículas finas permiten obtener mayores valores de eficiencia fraccional. Este efecto se ve acentuado cuando se incrementa la temperatura.

La eficiencia fraccional aumenta a medida que lo hace la concentración de polvo en el aire.

La mayor eficiencia fraccional de separación y el menor tamaño de corte se observó para el filler calcáreo, seguido por la caliza y finalmente el cuarzo molido.

## BIBLIOGRAFÍA

Hoffmann, A. C.; Stein, L. E. "Gas cyclones and swirl tubes. Principles, design and operation". Second edition, Springer. 2008.

Echeverri Londoño, C. A. "Diseño óptimo de ciclones". Medellín, 2006.

Cortés, C.; Gil, A. "Modeling the gas and particle flow inside cyclone separators". Prog. En. Comb. Sc. 33 . 409–452. 2007.

Kalen, B.; Zenz, F.A. "Theoretical Empirical Approach to Saltation Velocity in Cyclone Design". AIChE Symp. Vol. 70, n° 137, pp. 388-396. 1974.