

Combustibles secundarios, energía para la industria del cemento. Preparación de muestras altamente heterogéneas para el control de calidad.

Dr. Gerhard Beckers. *Application Support, Retsch GmbH.*

El agotamiento de los recursos y el aumento del precio de los combustibles primarios tales como el petróleo, el gas o el carbón han obligado a la industria del cemento a buscar fuentes alternativas de energía. Otro factor contribuyente es, sin duda, el comercio de emisiones que hace todavía más rentable el cambio a fuentes de energía con un balance neutro de CO₂, en su mayoría combustibles no fósiles. En los últimos años, se ha registrado un incremento en el uso de fuentes de energía alternativas, especialmente por aquellas industrias con una alta demanda energética. En consecuencia, viene ganando cada vez más importancia el empleo de combustibles secundarios o alternativos, que en su mayoría son extraídos de residuos urbanos e industriales – es decir, residuos urbanos que no han podido ser recuperados ni reciclados.

El control de las emisiones de CO₂ y la no producción de contaminantes constituyen retos importantes a cumplir. Además de los aspectos medioambientales, los operadores de las plantas también tienen que tomar en cuenta ciertos aspectos comerciales, siendo el más importante el de generar la mayor cantidad de energía posible a partir de los combustibles secundarios. Esto hace necesario que se lleven a cabo controles de calidad exhaustivos. La calidad de los combustibles alternativos puede evaluarse, por ejemplo, determinando su poder calorífico, su humedad residual o los contaminantes que liberan. Dependiendo del análisis a realizar, es factible que se requieran cantidades muy pequeñas de muestra (de apenas unos pocos gramos), las cuales se reducen a granulometrías entre 0,2 y 1 mm para mantener su representatividad y las propiedades de la muestra original. Además de cumplir con estos requisitos, se ha de tener especial cuidado durante el proceso de molienda para que no se produzcan contaminaciones cruzadas ni se liberen componentes volátiles de la muestra que afecten las propiedades del material.

Toma de la muestra

La basura residual es una mezcla altamente heterogénea de materiales. Si no está clasificada, contiene una gran variedad de materiales con diferentes propiedades de fractura, tales como plásticos, celulosa, cerámicas y metales (solos o combinados). Aquí, los métodos de muestreo in situ especificados para muestras a granel son difícilmente aplicables en vista del contenido de materiales con composiciones tan diversas. Los equipos automáticos de toma de muestras como los de tolva o palas tampoco cumplen con su propósito en este caso. Es por esta razón que la toma de muestras directamente de vertederos o transportes de residuos urbanos se realiza casi siempre de forma manual. La muestra de laboratorio se ha de preparar de tal manera que su composición cualitativa sea lo más similar posible y representativa de la muestra original. Ésta consiste generalmente en un número definido de fracciones individuales. El

número y el volumen de las mismas dependerá de la cantidad total de material, de su homogeneidad y de su "tamaño de grano" máximo. Ya durante el proceso de toma in situ debe ponerse especial atención en separar los componentes metálicos, ya que éstos resultan especialmente problemáticos a la hora de preparar la muestra en las trituradoras. Los componentes metálicos son analizados por separado.

Trituración previa

La muestra completa de laboratorio, consistente en una serie de fracciones individuales, se mezcla y se somete primero a una trituración, de ser posible en atmósfera seca. Esto puede realizarse con el molino de corte de alto rendimiento SM 300, un aparato ideal para la trituración previa de mezclas heterogéneas de materiales con diferentes propiedades de fractura. Gracias a su potente motor y al efecto de corte tangencial del rotor, este molino corta textiles, cueros, plásticos y latas de metal dúctil con la misma efectividad que residuos, p. ej. componentes electrónicos y partes no metálicas de automóviles. Aún cuando las herramientas de corte son de acero templado y metal duro (carburo de tungsteno), en algunos casos el efecto de corte se ve limitado, por ejemplo cuando la muestra contiene acero y hierro. Por tal razón, se recomienda el uso



de un separador magnético de metales antes de alimentar el molino con el material.

La granulometría final variará en función del tamiz de fondo y la abertura de malla seleccionada. La práctica nos ha demostrado que al emplear aberturas de malla de 4 ó 6 mm se obtiene una mezcla homogénea, de la cual se pueden extraer fracciones para el análisis o procesamiento subsiguiente. Entiéndase por procesamiento subsiguiente la molienda fina hasta obtener una fracción representativa en la granulometría analítica requerida. La granulometría final depende del procedimiento analítico al que se someterá la muestra, el cual por lo general está descrito en la normativa relevante.

División de la muestra

Los divisores de muestras de cabezal o tubo rotativo permiten obtener fracciones representativas de materiales a granel en conformidad con la norma DIN 51701 – si el material está bien seco y suelto. Estos divisores proporcionan resultados fiables y reproducibles. Si el material no está bien seco y suelto, puede emplearse como alternativa un divisor acanalado de tamaño apropiado. La toma de muestras al azar no se recomienda debido a la alta tasa de error. A la hora de seleccionar un divisor acanalado, debe ponerse especial atención en que las aberturas de paso sean por lo menos 3 veces mayores que el diámetro del grano de mayor tamaño de la muestra.

Molienda fina

La selección del molino más apropiado para la molienda fina del material se hará en base a las características de la muestra triturada, la carga máxima inicial que acepta el aparato y la granulometría final requerida. Otro criterio a tomar en cuenta es el efecto abrasivo de la muestra sobre las herramientas de molienda. La mayoría de las muestras de residuos urbanos tienen propiedades de fractura desfavorables, por lo que es muy difícil alcanzar granulometrías de grado analítico como en los campos de la mineralogía y agrología.

No obstante, las técnicas analíticas más importantes pueden perfectamente llevarse a cabo en muestras con una granulometría entre 200 y 500 μm . Si la muestra contiene una gran cantidad de materiales duros y frágiles tales como vidrio, cerámica o astillas de huesos, los molinos planetarios de bolas como el PM 100 de RETSCH son la mejor opción. Los componentes abrasivos de la muestra actúan, además, como ayudas de molienda sobre las sustancias más suaves.

En los molinos planetarios de bolas, el movimiento de rotación superpuesto de la rueda principal con respecto al de los recipientes transfiere niveles elevados de energía a las bolas de molienda. Esta energía permite obtener granulometrías finales muy finas y altamente homogéneas.



Para las mezclas de residuos urbanos con un alto porcentaje de celulosa y plásticos, es decir con materiales de estructura tenaz y fibrosa, los molinos de rotor son los más apropiados. El molino ultracentrífugo ZM 200 de RETSCH con recipiente colector patentado es un aparato muy fácil de usar e ideal para esta tarea. Éste consta de un tamiz anular que se coloca alrededor de un rotor horizontal. El material es alimentado a través de una tolva y molido entre el rotor y el tamiz anular por efectos de impacto y cizalla. La granulometría final alcanzada depende de la abertura de malla del tamiz anular. La práctica nos ha demostrado que una abertura de malla entre 0,5 y 1 mm es absolutamente suficiente para obtener granulometrías de grado analítico. Si se van a preparar muestras para el análisis de metales pesados, se recomienda usar herramientas de molienda (rotor y tamiz anular) de titanio – es decir libres de metales pesados – para eliminar todo riesgo de contaminación de la muestra. Los materiales suaves, dúctiles y elásticos pueden fragilizarse con nitrógeno líquido antes de introducirse en el molino con el fin de mejorar sus propiedades de fractura. Esto se recomienda en aquellos casos en que la muestra contiene grandes cantidades de termoplásticos o goma suave, que triturados a temperatura ambiente se derretirían en la cámara del molino obstruyéndola. Otra posibilidad es agregar hielo seco o hielo raspado a la muestra antes de la molienda.

En todos los procesos de molienda mecánicos puede producirse la contaminación de la muestra por abrasión de las herramientas de molienda. Esta abrasión variará en función de

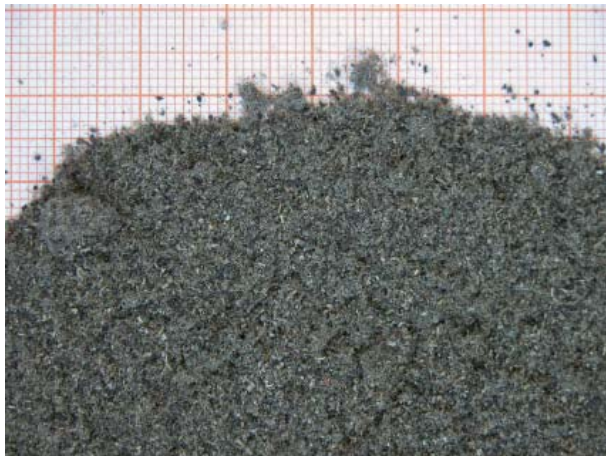
■ *Muestra inicial.*



■ *Después de la trituración previa en el SM 300.*



■ *Después de la molienda fina en el ZM 200.*



■ *Piezas de metal separadas.*



la dureza y la granulometría del material inicial, así como del tiempo que pasa en la cámara de molienda. Particularmente en el caso de la molienda fina, donde el nivel de energía requerido es mayor que para la trituración previa, hay que poner especial atención en que no se produzcan abrasiones. Para ello se tomará en consideración la composición básica

de la muestra a la hora de escoger el juego de molienda a usar. RETSCH ha colgado en su página web el documento "Material Analyses of Grinding Tools" (Análisis de materiales de las herramientas de molienda), en formato PDF, que se puede descargar sin ningún coste.