

Energía suficiente para producir nanopartículas

Los molinos vibratorios son verdaderos todoterrenos que se utilizan en laboratorios de todo el mundo para la rápida pulverización de sólidos. RETSCH ha desarrollado el primer molino vibratorio que es adecuado para la molienda húmeda eficiente de muestras hasta el rango nanométrico sin generación significativa de calor.



Fig. 1: El nuevo molino mezclador MM 500 de RETSCH

Hasta ahora, los molinos planetarios de bolas eran la primera opción para la molienda de alta energía por varias horas para producir tamaños de partículas < 1 µm o reacciones químicas, por ejemplo, en aleaciones mecánicas. A pesar de su buena idoneidad para estas aplicaciones, los molinos planetarios de bolas tienen la desventaja de que requieren pausas de enfriamiento durante la molienda; además, no son tan fáciles de manejar como los molinos mezcladores. RETSCH ha desarrollado el nuevo molino mezclador MM 500, el primer molino de este tipo en el mercado con una frecuencia de hasta 35 Hz que genera la energía necesaria para producir partículas nanométricas. Con dos puestos de molienda, tamaños de recipientes de 50 ml, 80 ml y 125 ml y la posibilidad de triturar hasta 99 horas, este molino mezclador es una alternativa real a los molinos planetarios de bolas - con todas las ventajas de un molino mezclador, como un fácil manejo y un calentamiento de la muestra muy bajo.



Fig. 2: Los nuevos recipientes de molienda Screw-Lock son muy fáciles de manejar: sólo se necesitan unos segundos para introducirlos en el molino.

Funcionamiento seguro y sencillo

El MM 500 ofrece el máximo confort de manejo y seguridad. Las tapas se atornillan de forma segura y sencilla en los recipientes de molienda y son absolutamente herméticas a la presión hasta 5 bar, lo que es importante, por ejemplo, para la molienda húmeda o las reacciones mecanoquímicas. El diseño innovador de los recipientes de molienda Screw-Lock permite un uso óptimo del

volumen del recipiente. Esto es ventajoso en comparación con los recipientes de molienda de los molinos mezcladores clásicos, donde parte del volumen del recipiente se encuentra en la tapa, por lo que resulta difícil conseguir un llenado con bolas del 60%, como el que se utiliza para la molienda húmeda. Además, llenar el recipiente de molienda con material de muestra fibroso es mucho más fácil si el volumen del recipiente no forma parte de la tapa. Es muy fácil fijar el recipiente de molienda en el nuevo MM 500, especialmente en comparación con el sistema usado en los molinos planetarios de bolas. Los recipientes se insertan simplemente en el dispositivo de fijación; incluso pueden permanecer fijados en el soporte para el muestreo intermedio o la prueba de la viscosidad de las suspensiones. Otra ventaja del MM 500 es la gran pantalla táctil de 4,3 pulgadas que permite ajustar cómodamente todos los parámetros. Con la nueva aplicación RETSCH App, el molino puede controlarse a través de un smartphone o una tableta. El usuario puede crear y almacenar registros de molienda y tiene acceso a más información, como vídeos, instrucciones de uso o a la base de datos de aplicaciones RETSCH. La aplicación también puede utilizarse para establecer contacto directo con el Servicio RETSCH.

Además de estas ventajas operativas, el nuevo MM 500 es ideal para las aplicaciones clásicas de los molinos mezcladores: Pulverización rápida de muestras duras y frágiles o molienda criogénica de muestras elásticas-duras. Además, el MM 500 también puede utilizarse para aplicaciones que antes no eran posibles con molinos mezcladores, como la molienda ultrafina hasta el rango nanométrico <100 nm o la aleación mecánica. El MM 500 tiene la gran ventaja de que, por regla general, no necesita interrupciones de enfriamiento. Los ejemplos de aplicación en este artículo muestran de forma impresionante que el MM 500 produce mejores granulometrías finales que los molinos mezcladores clásicos e incluso puede superar a los molinos planetarios de bolas en términos de finura de partículas y tiempos de proceso.

El alto aporte de energía resulta en una alta finura final

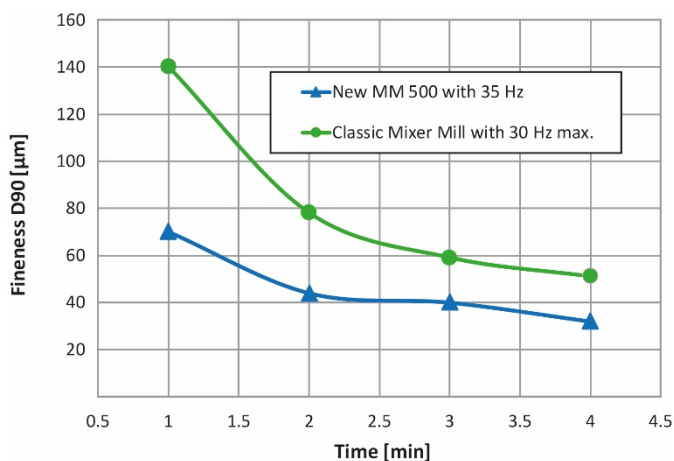


Fig. 3: La molienda en seco del basalto en el MM 500 produce una mejor granulometría final en comparación con los molinos mezcladores clásicos gracias a la mayor frecuencia de 35 Hz en lugar de un máximo de 30 Hz (tamaño de grano inicial de 2-5 mm; recipiente de molienda de 50 ml + bolas de molienda de 12 x 12 mm, resultados similares en recipientes de 80 ml o 125 ml).

Los ejemplos de aplicación en este artículo muestran que el MM 500 produce granulometrías finales especialmente altas gracias a la frecuencia más alta de 35 Hz, mientras que los molinos mezcladores clásicos funcionan a un máximo de 30 Hz o menos. La figura 3 muestra la influencia del mayor aporte de energía en la granulometría final de la molienda en seco del basalto. El efecto de los 5 Hz adicionales es particularmente impresionante en los dos primeros minutos, cuando se producen partículas más finas de 35 Hz por un factor de 2. Además, el MM 500 tiene dos puestos de molienda con recipientes de hasta 45 ml de volumen utilizable, que es más del doble en comparación con los molinos mezcladores clásicos. Por lo tanto, se acerca al campo de aplicación de los molinos planetarios de bolas. Los siguientes ejemplos muestran que el nuevo MM 500 es ideal para aplicaciones que tradicionalmente se llevan a cabo en molinos planetarios de bolas, como la molienda ultrafina hasta el rango nanométrico <100 nm.

Pulverización hasta el rango nanométrico sin sobrecalentar las muestras

Los tiempos típicos del proceso de molienda ultrafina son de varias horas; en los molinos planetarios de bolas, se debe planificar un tiempo adicional para las pausas de enfriamiento a fin de evitar el sobrecalentamiento de las muestras. A diferencia de los molinos planetarios de bolas, el nuevo MM 500 produce tamaños de partículas en el rango de nanómetros sin pausas de molienda, ya que el movimiento del recipiente genera menos calor que el de los molinos de bolas planetarios.

El ejemplo de aplicación de la figura 4 muestra que durante la molienda de óxido de aluminio, la temperatura en los recipientes de molienda del MM 500 y del molino planetario de bolas se desarrolla de forma similar, con la diferencia decisiva de que la molienda en el MM 500 puede tener lugar de forma continua, mientras que en el molino planetario de bolas es indispensable una pausa de cuatro minutos después de cada minuto de molienda. Sin estas pausas, las temperaturas por encima de los 100°C ya se generarían en los primeros minutos. La finura máxima alcanzable de 0,14 µm de la muestra se producía mucho más rápido en el MM 500 que en el molino planetario de bolas (2 h en lugar de 5 h de tiempo total de proceso, finura final en el molino planetario de bolas 0,18 µm).

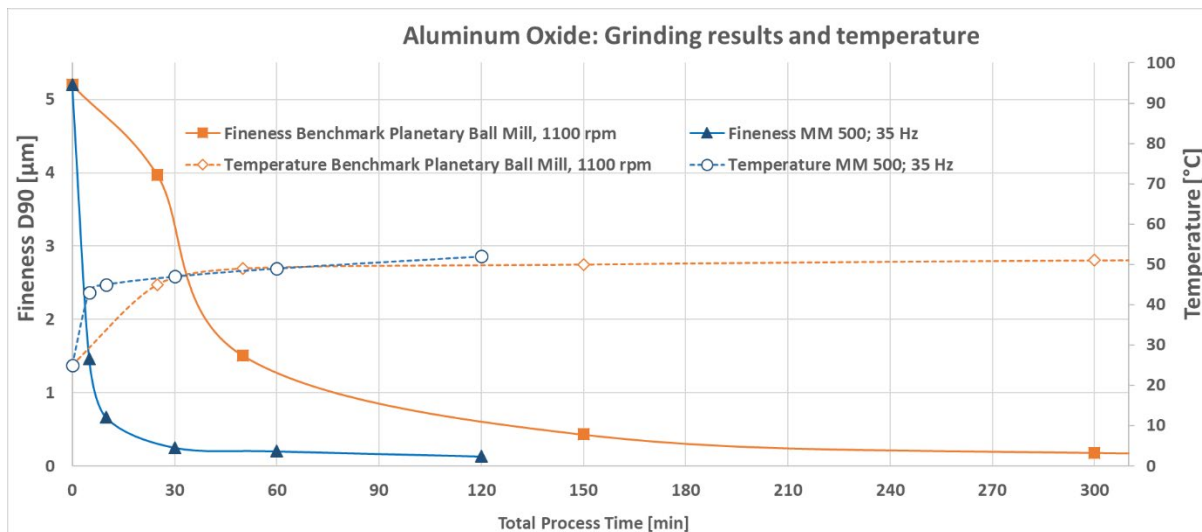


Figura 4: Finura de las partículas y temperaturas durante la molienda húmeda de óxido de aluminio con bolas de molienda de 0,1 mm de óxido de circonio. El MM 500 funciona sin interrupciones de refrigeración, por lo que el tiempo total de proceso es igual al tiempo neto de molienda. En el MM 500 se necesitaron 2 h de tiempo neto de molienda para obtener partículas de 0,14 µm, mientras que en el molino planetario de bolas se necesitaron 5 h de tiempo total de proceso, incluidas las pausas de enfriamiento (1 h de molienda neta)

En la figura 5 se muestra otro ejemplo de molienda ultrafina: La molienda húmeda de dióxido de titanio en el MM 500 resultó en una finura final mucho mejor de 90 nm que en el molino planetario de bolas de referencia (130 nm); el MM 500 sólo tardó una cuarta parte del tiempo.

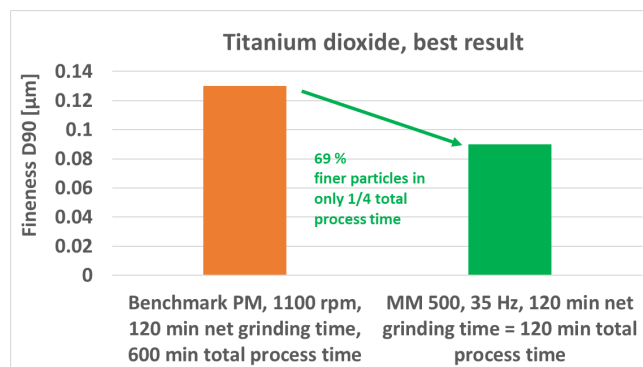


Fig. 5: Mejor resultado de una molienda húmeda de dióxido de titanio con bolas de molienda de 0,1 mm de óxido de circonio. El MM 500 funciona de forma continua y sin interrupciones de enfriamiento, por lo que el tiempo neto de molienda es igual al tiempo total de proceso. 2 h de molienda resultó en un tamaño de partículas de 90 nm. En el molino planetario de bolas de referencia, la mejor finura de 130 nm se alcanzó después de 2 h de tiempo neto de molienda (10 h de tiempo total de proceso debido a las pausas de enfriamiento necesarias).

Trituración de material fibroso

Además de la homogeneización de muestras muy frágiles, los molinos planetarios de bolas y los molinos mezcladores clásicos también se utilizan para la trituración de materiales fibrosos como el heno o el pelo de animales. La regla general para una molienda eficaz en los molinos de bolas es llenar el 30% del recipiente de molienda con la muestra. Otro tercio se llena con bolas de molienda (molienda seca). Dado que los materiales fibrosos tienden a perder mucho volumen durante la molienda, es aconsejable rellenar más del 30% del recipiente con la muestra al principio para evitar el desgaste. Los recipientes de molienda para molinos planetarios de bolas son adecuados para muestras fibrosas y voluminosas, así como los innovadores recipientes "Screw-Lock" del MM 500, porque tienen tapas planas. En los molinos mezcladores clásicos, por el contrario, parte del volumen del recipiente se encuentra en la tapa, lo que dificulta el llenado con suficiente material de muestra. El siguiente ejemplo de aplicación muestra el resultado de moler pelo de perro. 1,2 g de la muestra muy ligera se llenaron en el recipiente de 80 ml y se trituraron durante 7 min con 30 bolas de 10 mm diámetro. Esto permitió producir mejores finuras finales en el MM 500 que en el molino planetario de bolas de referencia (Figura 6).

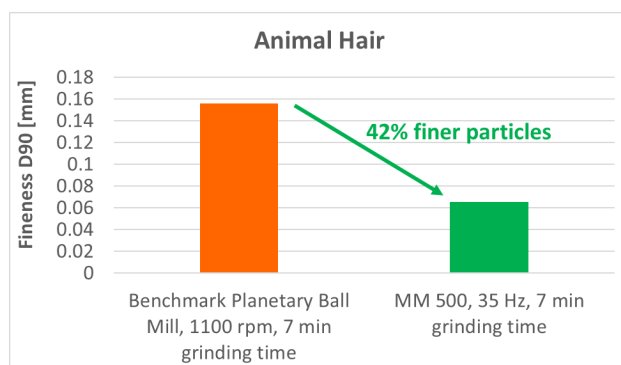


Figura 6: Granulometría final después de 7 minutos de molienda continua de pelo de perro en el nuevo MM 500 y en el molino planetario de bolas de referencia con bolas de acero inoxidable de 30 x 10 mm en recipientes de 80 ml.

Molienda criogénica de muestras elásticos

Los molinos mezcladores clásicos son idóneos para pulverizar materiales de muestra elásticos como caucho para neumáticos, polipropileno u otros plásticos. Procesados a temperatura ambiente, estos materiales sólo se deforman por los efectos del impacto en los molinos de bolas, la pulverización no es posible. Sin embargo, después de la fragilización con nitrógeno líquido, las muestras son lo suficientemente frágiles como para ser homogeneizadas en molinos de bolas. Para ello, las muestras junto con la bola de molienda se introducen en el recipiente, el cual se cierra herméticamente y se coloca en un baño con nitrógeno líquido para fragilizar indirectamente la muestra. La ventaja del MM 500 sobre los molinos mezcladores clásicos es la frecuencia superior de 35 Hz, así como el mayor volumen del recipiente de molienda. La figura 7 muestra el resultado de una molienda criogénica de materiales plásticos. El mayor aporte de energía del MM 500

permite obtener mejores granulometrías finales en comparación con los molinos mezcladores clásicos con una máxima frecuencia de 30 Hz.

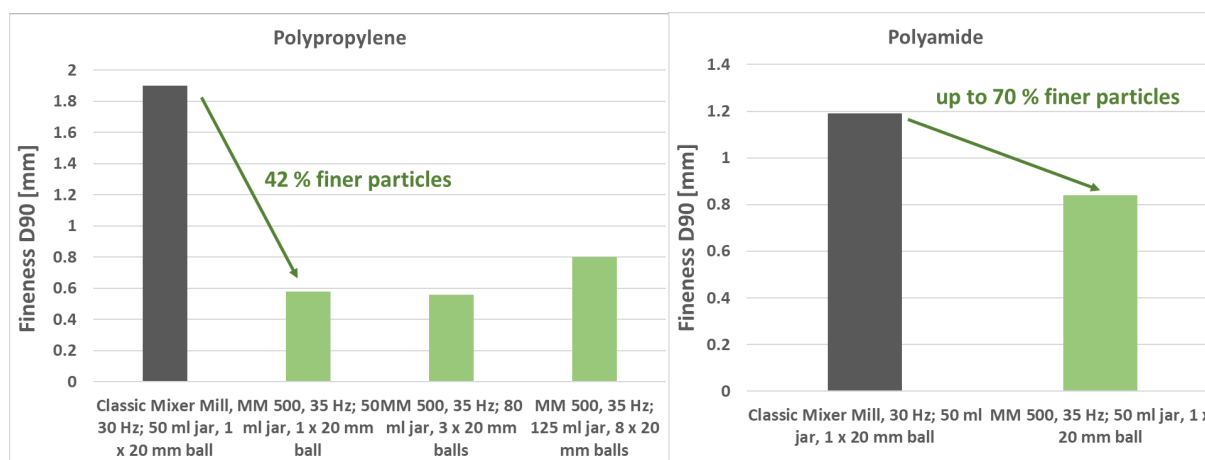


Figura 7: A máxima frecuencia, el MM 500 produce mejores granulometrías finales que los molinos mezcladores convencionales (izquierda: Resultados de la molienda de partículas de polipropileno de 3 mm después de 4 x 2 minutos con pasos intermedios de enfriamiento. Derecha: Resultados de la molienda de partículas de poliamida de 2 mm después de 7 x 2 min. con pasos intermedios de enfriamiento.)

Conclusión

El nuevo molino mezclador MM 500 es la combinación perfecta de un molino mezclador y un molino planetario de bolas. Por un lado, se obtienen excelentes resultados de molienda en un tiempo muy corto y, por otro, el molino es lo suficientemente fuerte y robusto para una molienda a largo plazo hasta el rango nanométrico o para una aleación mecánica. Además, es inmejorablemente fácil de manejar y permite un trabajo absolutamente seguro.

www.retsch.es