

Sistema de Rastreo de Tamaño de Partículas (PST) CYCLONetrac™ versus Sistema Tradicional

Técnicas de Medición de Tamaño de Partículas

Aplicación: Medición de Tamaño de Partículas en el Flujo Overflow de un Hidrociclón en una Concentradora de Minerales

Autor: Dylan Cirulis, CiDRA Minerals Processing

Introducción

Las plantas de procesamiento de minerales generalmente usan molinos de molienda en circuito cerrado con hidrociclones para obtener un producto con una distribución de tamaño de partícula que optimice la recuperación en el proceso aguas abajo. La instrumentación existente que se utiliza para medir el tamaño de partícula se consideraría como estándar en la mayoría de las plantas concentradoras modernas. Sin embargo, la disponibilidad de instrumentación es frecuentemente muy reducida, principalmente debido a los altos requerimientos de mantención que exige el analizador y el sistema de muestreo asociado.

CiDRA Minerals Processing Inc. ha desarrollado una tecnología novedosa y robusta para la medición en línea del tamaño de partícula en el flujo overflow de los ciclones individuales a través de un sistema confiable que requiere mínima mantención. El sistema se basa en un diseño de sensor húmedo sin partes móviles y proporciona la tendencia del parámetro de tamaño de molienda objetivo en tiempo real, como el porcentaje retenido en el tamiz (Por ej. % +100mesh). El sistema no requiere muestreo ni la tubería de transferencia de muestras asociada que generalmente tiende a obstruirse, evitándose así el elevado requerimiento de mantención.

Comparación de la Tecnología CYCLONetrac PST

La tecnología CYCLONetrac PST se diferencia en diversas formas del enfoque tradicional que se ha dado a la medición del tamaño de partícula. La Tabla 1 indica algunas de las diferencias fundamentales entre las tecnologías disponibles que se utilizan para la medición del tamaño de partícula en los circuitos de trituración. El Sistema CYCLONetrac PST fue desarrollado para ofrecer una solución para la medición del tamaño de partícula en los circuitos de trituración. La combinación comprobada de una alta disponibilidad en línea y una alta frecuencia de actualización permite el control del ciclo completo en el circuito del producto.

Tabla 1 Comparación de Tecnologías para la Medición del Tamaño de Partícula

Propiedad	CYCLONetrac PST	Sistemas Consolidados de Medición de Flujo Overflow del Ciclón Utilizando Calibradores, Ultrasonido o Difracción con Láser	Tamizado en Laboratorio
Frecuencia de actualización	4 segundos	3-9 minutos	Generalmente 2 horas con 12-24 horas de latencia
Permite un control sostenible del ciclo completo	Sí	No, (generalmente está limitado por la disponibilidad del sistema y la latencia de los datos)	No
Análisis del flujo completo	Sí	No	No
Muestreador	No necesita	Sí necesita	Sí necesita
Disponibilidad	>98%	Generalmente baja con excepciones	Alta
Número de tamaños de partícula informados ^a	El tamaño de partícula clave que se necesita controlar. (Posiblemente 2 o más en el futuro)	Múltiples ^b	Múltiples ^b
Frecuencia de Calibración	Una vez	Continua	No disponible
Monitoreo de funcionamiento de hidrociclones individuales	Sí	No	Posible, pero no es lo habitual

a. Actualmente la mayoría de los sistemas de control sólo utilizan un tamaño de partícula como dato de entrada

b. Los tamaños múltiples generalmente incluyen un tamaño informado al sistema de control, el resto para los informes generales y monitoreo del proceso

Beneficios de Controlar el Tamaño de Partícula

El tamaño de partícula del flujo de producto proveniente del circuito de molienda es un indicador clave crítico de rendimiento (KPI) pues está directamente relacionado con la recuperación de mineral, la eficiencia de la molienda y la capacidad de producción general de la planta. Existe una cierta relación compensatoria entre la entrada al circuito (esto es, alimentación fresca o producción) y el producto del circuito (esto es, el tamaño de partícula del flujo overflow del ciclón). Con el desarrollo del CYCLONetrac PST se pone a disposición de la industria un sistema robusto para la medición en línea de tamaño de partícula que permite el desarrollo y optimización de los esquemas de control del tamaño de partícula que puede beneficiarse de esta relación de compensación dentro de las restricciones del circuito

Recientemente una planta concentradora de gran tamaño desarrolló un nuevo esquema de control de variables múltiples utilizando el sistema CYCLONetrac PST. La eficiencia de la molienda se mantiene reteniendo el tamaño de partícula y la potencia del molino de bolas dentro de un rango deseado por medio de la manipulación del porcentaje de sólidos alimentados al ciclón. La Figura 1 muestra un ejemplo de las variables bajo control y sus puntos de ajuste/objetivos.

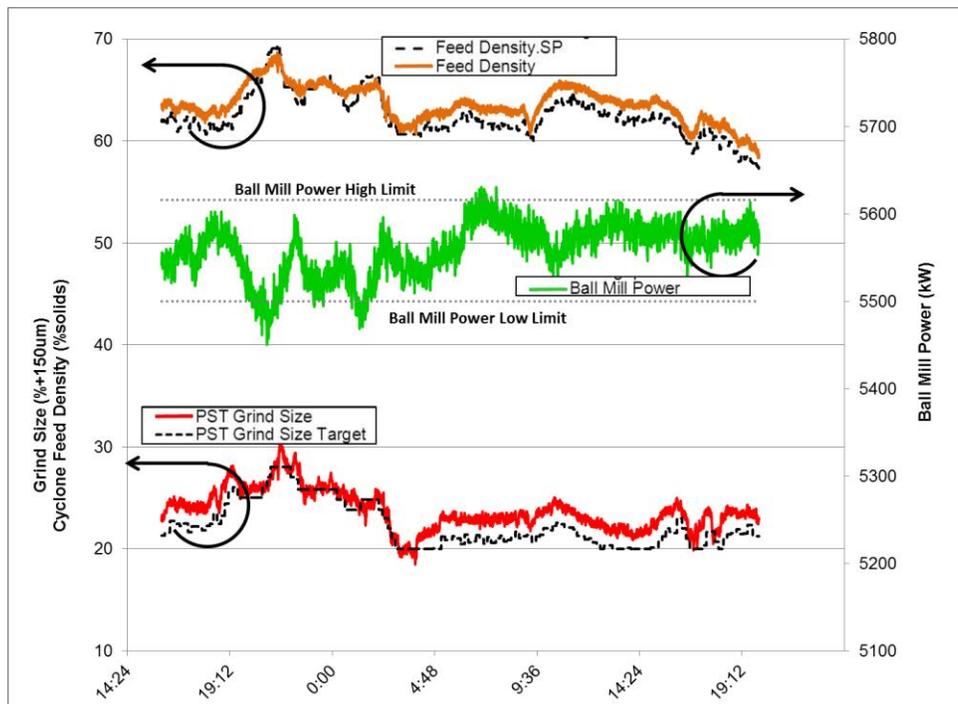


Figura 1 – Ejemplo de control utilizando el sistema CYCLONetrac PST

Un documento de Cirulis *et al*, 2015 describe el estudio del caso y el control en forma más detallada. **Al usar un esquema de control basado en el sistema CYCLONetrac PST la operación pudo demostrar:**

- una reducción de hasta 4,5% del tamaño de partícula en la misma producción
- un aumento de hasta 10% en la producción del mismo tamaño de partícula

Los Beneficios de Realizar Mediciones en los Ciclones Individuales

Hasta ahora no se ha utilizado instrumentación en los ciclones individuales, lo que hace muy difícil identificar los ciclones que están funcionando en forma deficiente y cuantificar su efecto en el proceso de clasificación de la molienda. El funcionamiento deficiente de tan sólo un ciclón puede tener un impacto significativo en el circuito completo de molienda y clasificación y causar con ello una alteración grave a los procesos aguas abajo. Los impactos de mayor importancia, pero sin limitarse a ellos, son los siguientes:

- Largos períodos de detención debido a bloqueos de las celdas, la línea de pulpa o el estanque
- Pérdida de eficiencia debido a una deficiente recuperación de partículas gruesas

Las causas raíz de estos eventos son diversas, pero generalmente se relacionan con bloqueos del ciclón (revestimiento de caucho, objeto) o por exceder la capacidad del ciclón, que está definida por la presión, el flujo y las dimensiones del ciclón. En la Figura 2 a continuación se muestra el ejemplo de un ciclón (Ciclón 7) ingresando a un estado irregular después de un aumento del 10% en la alimentación del molino SAG. Debido al cortocircuito en la alimentación del ciclón, la carga del resto de los ciclones se reduce, como se puede inferir a partir del producto de menor tamaño de partícula que cada ciclón produce. Cuando se cierra el ciclón 7, el flujo de alimentación del ciclón y la presión se recuperan y luego de un aumento repentino en la presión del ciclón, otros dos ciclones comienzan a trabajar en forma deficiente por diez minutos, después de los cuales se cierran.

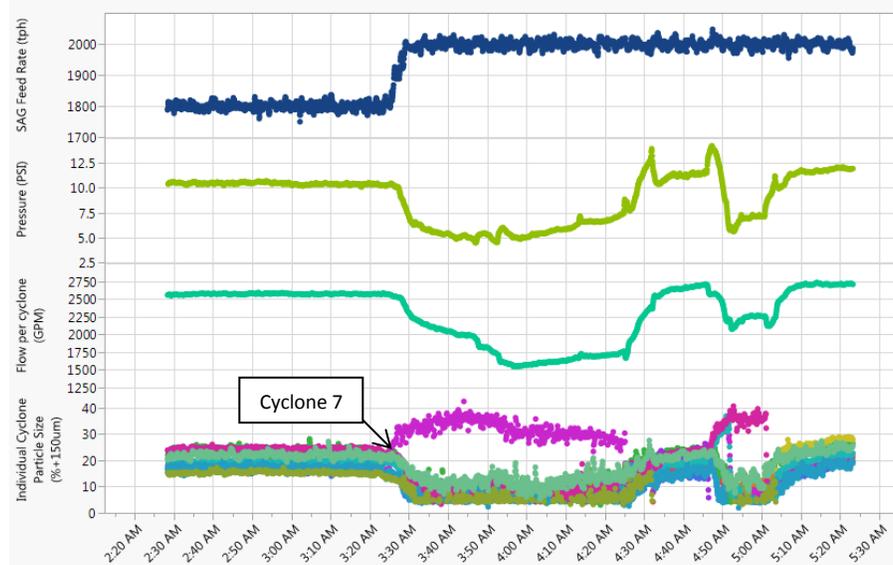


Figura 2 – Ejemplo de ciclón trabajando en forma deficiente

Además de los eventos irregulares, como el que se muestra en la Figura 2, los ciclones dentro de una batería se desempeñan en forma diferente en condiciones normales de operación. Esto puede deberse a elementos tales como una distribución dispareja de flujo y variabilidad de la tasa de desgaste. El sistema

CYCLONEtrac PST permite un control activo del ciclón a partir del cual se produce una distribución óptima del tamaño de partícula asegurando que los ciclones de calibre grueso se cierren.

Por ejemplo:

En un intervalo específico de tiempo, el ciclón del calibre más grueso se cierra si está a más de 1 sigma por sobre la señal media del CYCLONEtrac PST. Simultáneamente, otro ciclón se abre para reducir la alteración de la presión al mínimo.

Para modelar la recuperación por ciclón como una función de la señal del sistema CYCLONEtrac PST se utilizaron los datos de una concentradora con una recuperación ya conocida como una función del tamaño de partícula. Los resultados del control activo del ciclón se simularon entonces utilizando la siguiente estrategia:

- 1. El ciclón del calibre más grueso se cierra cada 30 minutos si está a más de 1 sigma por sobre la señal media del PST.*
- 2. Cuando se cierra, su señal se reemplaza por la media (a saber, estadísticamente el ciclón nuevo entrega la media de la molienda)*

La recuperación y la pérdida de cobre hacia las colas fueron entonces recalculadas y se obtuvo ahorros de aproximadamente US\$2 millones con el control activo del ciclón. Esto no incluye los beneficios de detectar un ciclón que esté funcionando en forma irregular o el control global del tamaño de partícula, que pueden ser, en orden de magnitud, valores todavía mayores.

Resumen

CiDRA Minerals Processing ha desarrollado una tecnología de medición de tamaño de partícula en línea que ofrece ventajas significativas con respecto de lo que hoy se considera el equipamiento estándar en la industria. El sistema de rastreo de tamaño de partícula CYCLONEtrac (PST) ha sido utilizado en diversas concentradoras de gran tamaño. Este documento ha sido preparado para entregar una comparación de tecnología y un análisis de los beneficios que pueden obtenerse instalando el Sistema PST y su posterior incorporación a un esquema de control de tamaño de partícula.

Referencias

Cirulis, D., Dunford, S., Snyder, J., Bartsch, E., Rothman, P., Maron, R., Newton, D., O'Keefe, C., and Mercuri, J., 2015. Process optimization using real time tracking of coarse material in individual cyclone overflow streams in *Metplant 2015 Conference Proceedings*, Perth, Australia, 7-8 September.