



MICRORADAR

Laboratory and on-line microwave moisture meters

MICRORADAR-SERVICE LTD.

<https://www.mining-microwave-moisture-analyzer.microradar.com>

MICRORADAR115V13K es un medio para optimizar el contenido de humedad de las materias primas durante la aglomeración y producción de pellets de concentrados de minerales metálicos.

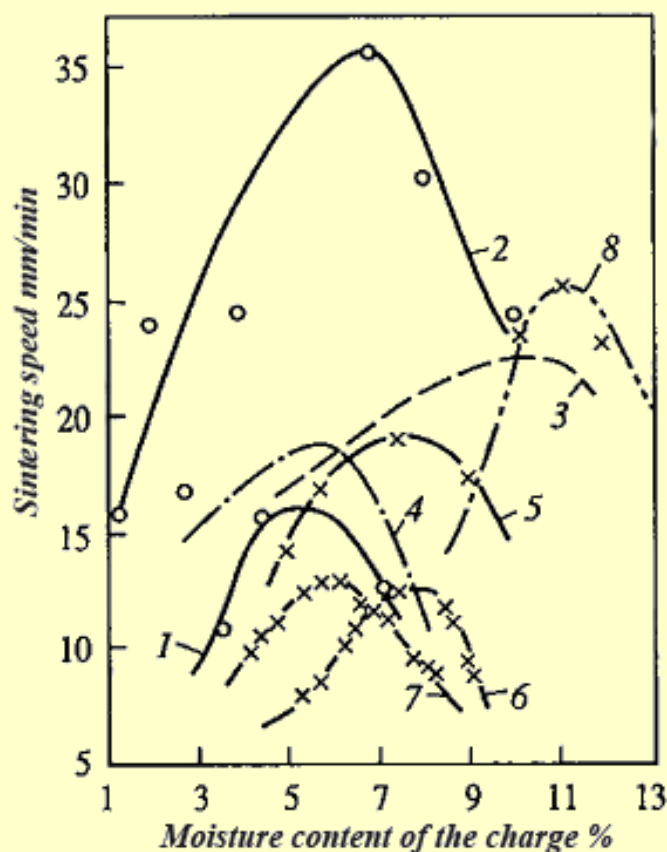
Según los materiales de la ESTAD (Europa Acero Tecnología y Aplicaciones Días) 2015, la instalación de un medidor de humedad y la automatización del sistema de humidificación de aglomerados en SAIL ayudaron a aumentar la productividad en un 12%, la resistencia de 68 a 71 y reducir la fracción fina del 12% al 8%.



La aglomeración de mineral de hierro y concentrados finos antes de su fundición en altos hornos mejora significativamente el rendimiento técnico y económico de estos y aumenta su productividad. Las importantes inversiones en construcción y operación de las plantas de aglomeración de mineral se compensan con relativa rapidez gracias al ahorro en coque y al aumento de la producción de hierro a partir de materias primas preaglomeradas. Actualmente, la industria utiliza dos métodos de aglomeración: la aglomeración de minerales y concentrados y la peletización de concentrados.

Aglomeración

La primera máquina de aglomeración de cinta, cuyo dispositivo fue propuesto en 1906 por los estadounidenses A. Dwight y R. Lloyd, entró en servicio en 1911. Este tipo de máquinas de sinterización se ha extendido en muchos países. Actualmente, más de 1000 máquinas de sinterización están en funcionamiento en todo el mundo, con una capacidad total de hasta 500 millones de toneladas de sinter al año.



El proceso de aglomeración implica la succión o soplado de gases a través del lecho sinterizado. La cantidad de aire suministrado a la zona de combustión de combustible sólido determina la velocidad de combustión de las partículas de coque, mientras que la cantidad y la temperatura de los gases que salen de la zona de combustión. Productos de reacción gaseosos: la intensidad de la transferencia de calor bajo esta zona. En este sentido, la velocidad de sinterización vertical durante la aglomeración al vacío, en la gran mayoría de los casos, es directamente proporcional a su permeabilidad a los gases. Por lo tanto, al preparar el lote para la sinterización, el personal de ingeniería de las plantas de sinterización debe prestar mayor atención a aumentar su permeabilidad a los gases.

Figura 1. Relación entre el contenido de humedad de la carga y la velocidad de sinterización vertical: 1 — carga del depósito de Magnitogorsk, Urales; 2 — mineral de manganeso; 3 — concentrado de enriquecimiento de mineral de Kerch; 4 — concentrado de Olenegorsk, península de Kola; 5 — carga de la planta de aglomeración

de Vysokogorsk, Siberia; 6 — concentrado de la anomalía magnética de Kursk; 7 — concentrado de magnetita de Nizhny Tagil, Siberia; 8 — minerales de hierro marrón ingleses.

Como se muestra en la figura 1, la velocidad de sinterización tiene un máximo claramente definido a una determinada humedad para concentrados de diferentes depósitos.

Peletización



Antes de la sinterización, la carga humedecida se peletiza en tambores rotatorios, donde el concentrado rueda sobre la superficie de partículas de mineral más grandes y material de retorno. Estos mismos tambores también humedecen la carga a un nivel óptimo, garantizando una aglomeración óptima, permeabilidad a los gases y, en consecuencia, la máxima velocidad de sinterización vertical. El contenido de humedad de la carga que entra en el proceso de peletización suele oscilar entre el 2 % y el 5 %. El contenido de humedad real de la carga se monitoriza continuamente mediante medidores de humedad, cuyas lecturas se utilizan para mantener un contenido de humedad óptimo.

Para la mayoría de **los procesos de peletización (peletizadoras de disco y tambor)**, la humedad de salida óptima suele estar en el rango de **6 a 12 %**, a menudo alrededor de **~8 a 10 %** para concentrados de tamaño de molino típico.

Las tortas concentradas más húmedas requieren un ajuste/secado preliminar y/o un ajuste de la dosis del aglutinante: las fábricas establecen límites estrictos sobre la humedad de las tortas antes de alimentarlas.

Efecto de la humedad en las propiedades de los pellets: poca agua → mala agregación, muchos pellets polvorientos; demasiada → mayor porosidad, menor resistencia tras el secado y menor endurecimiento (cocción). El equilibrio suele lograrse mediante la selección y dosificación del aglutinante (bentonita /orgánico).

Con una humedad óptima se consigue un compromiso aceptable entre:

Tasa de granulación/ peletización satisfactoria (productividad).

Alta resistencia mecánica de los pellets.

Consumo mínimo de ligante y porosidad/permeabilidad aceptable después de la cocción.
Bajo consumo de energía para secado/cocción y estabilidad del proceso.

En la estructura de productos del comercio mundial de materias primas de mineral de hierro, la mayor participación la ocupa el mineral de magnetita fina (concentrado), que representa más del 80% de la producción total de concentrados de mineral de hierro.

La magnetita, un material ferromagnético, posee propiedades eléctricas significativamente diferentes a las de otros minerales de hierro. La conductividad de los minerales de magnetita a una frecuencia de 50-100 MHz es de 10 a 100 veces mayor que la de los minerales de hematita y siderita. El coeficiente de absorción de microondas en los minerales de magnetita es de decenas a cientos de veces mayor que el de otros minerales, lo que imposibilita la medición del contenido de humedad de los concentrados de magnetita mediante analizadores de amplitud-fase de microondas convencionales, que han demostrado su eficacia en la medición de otros materiales. Nuestra investigación muestra que el concentrado de magnetita de mineral 1 cm de hierro atenúa la señal de microondas entre 30 y 50 dB a una frecuencia de 2 GHz, mientras que los dieléctricos convencionales la atenúan entre 3 y 5 dB. El espesor típico de una capa de concentrado en una cinta transportadora es de 150 a 250 mm. Dado que 75-80 dB es el límite de sensibilidad de todos los medidores de humedad de microondas modernos que operan en la transmisión de material, el uso de dichos medidores de humedad para medir el contenido de humedad del concentrado de magnetita de mineral de hierro parece imposible.

Solución propuesta



MICRORADAR LTD ofrece una nueva solución: **el MICRORADAR115 V13K**, un medidor de humedad de contacto con dos sensores de antena expuestos e inmersos en el material. Esta solución mantiene la base de trabajo 50 mm, suficiente para el funcionamiento estable del sistema. Fabricado con materiales de carburo y poliuretano de alta dureza y resistente al desgaste. (Después de seis meses de uso, el desgaste es prácticamente imperceptible).

[Enlace 1](#)

El medidor de humedad corrige automáticamente los resultados de la medición cuando cambia la temperatura del material. Cuenta con una salida de corriente y un canal de comunicación serie RS -485 con la computadora. La señal del sensor se envía a la unidad de



procesamiento del microprocesador.

Se realizan los cálculos de humedad. El valor de humedad se muestra en el panel indicador del microprocesador y se convierte en una salida analógica de 4-20 mA.

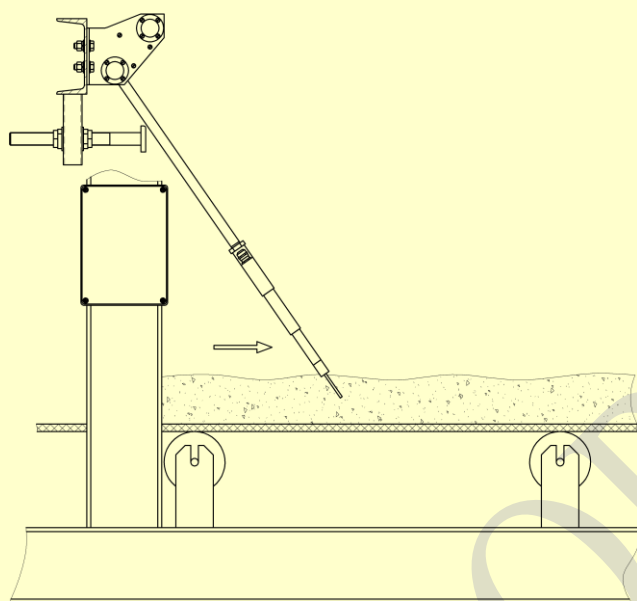
El dispositivo viene con un programa para almacenar y mostrar la humedad en tiempo real, que le permite registrar, monitorear, almacenar e imprimir información de humedad durante cualquier período de tiempo en su computadora.

Principales parámetros técnicos del medidor de humedad MICRORADAR115V13K para mezcla de sinterización y concentrado de mineral de hierro

Parámetro	Característica del parámetro
Rango de contenido de humedad medido para carga de sinterización y concentrado de mineral de hierro, %	de 2 a 11
Temperatura del material controlado, °C	de +5 a +95
Espesor de la capa de material en la cinta, mm.	de 70 a 400
Estándar de salida de corriente (seleccionable), mA	0...5; 0...20; 4...20

Parámetro	Característica del parámetro
Tensión de alimentación, V	~ 90-260 o constante =24 ±3
Consumo de energía, V •A	no más de 50
Dimensiones totales de los sensores, mm	430x180x45

La precisión de la medición de humedad para la carga de sinterización y el concentrado de mineral de hierro varía entre 0,15 % y 0,5 % abs. dependiendo del rango de humedad, teniendo en cuenta el error de muestreo y el error en la medición de humedad mediante un método estándar, como el secado en un horno de secado.



El diagrama de instalación del sensor se muestra en la figura. El diseño permite retirarlo del servicio para su inspección y mantenimiento sin detener la cinta transportadora.

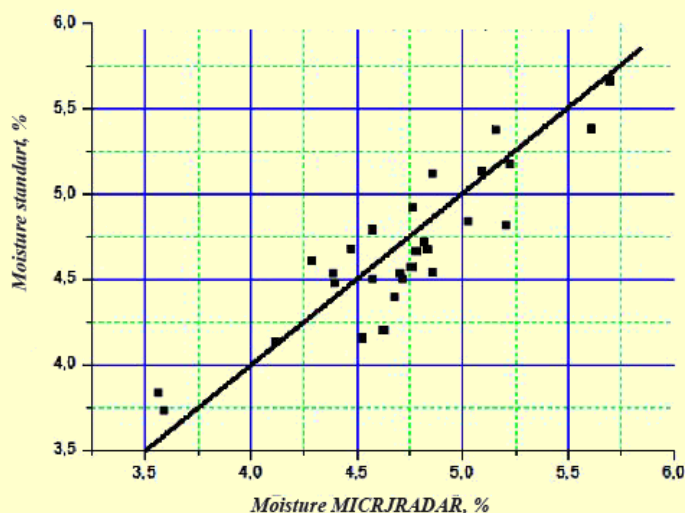
Pruebas y experiencia

Resultados de pruebas industriales en JSC EVRAZ KGOK, Kachkanar . Mezcla de aglomerados y residuos de cribado.



Se han instalado más de 10 dispositivos en EVRAZ KGOK JSC en Kachkanar . En la imagen se muestra uno de los dispositivos instalados en la planta de sinterización. Durante las pruebas, se tomaron más de cien muestras de material húmedo y se realizó una comparación del contenido de humedad de las muestras obtenidas por el laboratorio con el contenido de humedad de la mezcla de sinterizado medido con un medidor de humedad.

El error del medidor de humedad, calculado sin tener en cuenta el error de laboratorio, fue de 0,34%; tener en cuenta el error de laboratorio dará un error de 0,18%, que es significativamente mejor que el error indicado de 0,5%.



Puedes ver el dispositivo en funcionamiento en condiciones de producción. [enlace 2](#)

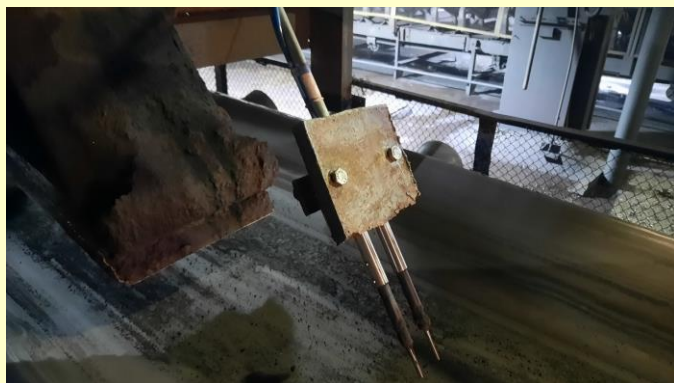
Planta de extracción y procesamiento de Kachkanar se han instalado varios medidores de humedad en las rejillas.

Puede ver el dispositivo en funcionamiento en condiciones de producción mediante en el [enlace 3](#)

Resultados de las pruebas industriales en JSC Karelsky Okatysh, Kostomuksha. Concentrado de mineral de hierro.

Durante las pruebas, se tomaron 40 muestras de concentrado húmedo y se realizó una comparación entre el contenido de humedad de las muestras obtenidas por el laboratorio y el contenido de humedad del lote de sinterización según el medidor de humedad.

El error del medidor de humedad, calculado sin tener en cuenta el error de laboratorio, fue del 0,24%.



Para trabajar con concentrado de mineral de hierro, se utilizaron pesos de sensor adicionales, como se muestra en la fotografía.

Puedes ver el dispositivo en funcionamiento en condiciones de producción. [enlace 4](#)

Cumplimiento de las normas del Reglamento Técnico de la Unión Aduanera:

[004/2011 "Sobre la seguridad de los equipos de baja tensión",](#)

[020/2011 "Compatibilidad electromagnética de equipos técnicos"](#)

Cumplimiento de las directivas de la UE :

- Directiva de compatibilidad electromagnética (EMC) Directiva 89/336/CEE)
- Directiva de baja tensión (93/68/CEE)

El nivel de densidad de radiación del generador de microondas no es más de 0,5 mW /cm², lo que no supera el límite establecido para la radiación no ionizante por la norma internacional OSHA 1910.97 (10 mW /cm²), por lo que no se requieren medidas de seguridad especiales.