

MICRORADAR115V13K - um meio de otimizar o teor de umidade das matérias-primas durante a aglomeração e produção de pelotas de concentrados de minério metálico.

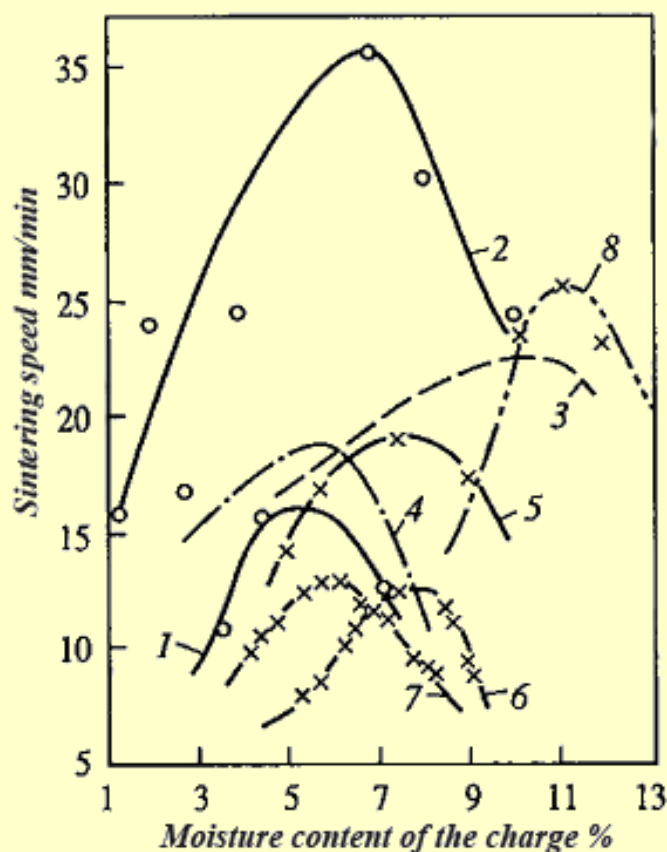
De acordo com a conferência ESTAD (European Steel Technology and Applications Days) de 2015, a instalação de um medidor de umidade e a automação do sistema de umidificação de sinterização no SAIL contribuíram para um aumento de 12% na produtividade, força de 68 para 71 e uma redução na fração fina de 12% para 8%.



A aglomeração de minério de ferro e concentrados finos antes da fundição em alto-forno melhora significativamente o desempenho técnico e econômico dos altos-fornos e aumenta sua produtividade. Os consideráveis investimentos de capital na construção e nos custos operacionais de plantas de aglomeração de minério são compensados relativamente rápido pela economia de coque e pelo aumento da produção de ferro a partir de matérias-primas pré-aglomeradas. Atualmente, a indústria utiliza dois métodos de aglomeração: aglomeração de minérios e concentrados e pelletização de concentrados.

Aglomeração

A primeira máquina de sinterização por correia, cujo projeto foi proposto em 1906 pelos americanos A. Dwight e R. Lloyd, entrou em operação em 1911. Máquinas de sinterização desse tipo se tornaram comuns em muitos países. Atualmente, mais de 1.000 máquinas de sinterização estão em operação no mundo todo, com uma capacidade total de até 500 milhões de toneladas de sinter por ano.



O processo de aglomeração envolve a sucção ou insuflação de gases através do leito sinterizado. A quantidade de ar fornecida à zona de combustão do combustível sólido determina a taxa de combustão das partículas de coque, e a quantidade e a temperatura dos produtos gasosos da reação que saem da zona de combustão determinam a intensidade da transferência de calor nessa zona. Nesse sentido, a taxa de sinterização vertical durante a aglomeração a vácuo, na grande maioria dos casos, é diretamente proporcional à sua permeabilidade ao gás. Portanto, ao preparar a mistura para sinterização, a equipe de engenharia das usinas de sinterização deve dar mais atenção ao aumento da sua permeabilidade ao gás.

Figura 1. Relação entre o teor de umidade da carga e a velocidade de sinterização vertical: 1 — carga do depósito de Magnitogorsk, Urais; 2 — minério de manganês; 3 — concentrado do beneficiamento de minério de Kerch; 4 — concentrado de Olenegorsk, Península de Kola; 5 — carga da planta de aglomeração de Vysokogorsk, Sibéria; 6 — concentrado da anomalia magnética de Kursk; 7 —

concentrado de magnetita de Nizhny Tagil, Sibéria; 8 — minérios de ferro marrom ingleses.

Como mostra a Figura 1, a taxa de sinterização apresenta um máximo claramente definido a uma determinada umidade para concentrados provenientes de diferentes depósitos.

Pelletização



Antes da sinterização, a carga umedecida é pelletizada em tambores rotativos, onde o concentrado rola sobre a superfície de partículas maiores de minério e material de retorno. Esses mesmos tambores também umedecem a carga até um nível ideal, garantindo aglomeração e permeabilidade a gases otimizadas e, consequentemente, velocidade máxima de sinterização vertical. O teor de umidade da carga que entra no processo de pelletização varia tipicamente de 2% a 5%. O monitoramento contínuo do teor de umidade da carga é realizado por meio de medidores de umidade, cujas leituras são utilizadas para manter o teor de umidade ideal. Para a maioria **dos processos de pelletização (pelotizadores de disco e tambor)**, a umidade ideal de saída situa-se normalmente entre **6 e 12%**, frequentemente em torno de **8 a 10%** para concentrados com tamanho típico de moinho.

Tortas concentradas mais úmidas requerem ajuste/secagem prévia e/ou ajuste da dosagem do aglutinante – as factories estabelecem limites rigorosos para a umidade da torta antes da adubação.

O efeito da umidade nas propriedades dos grânulos: pouca água → má agregação, muitos grânulos "pulverulentos"; muita umidade →

aumento da porosidade, redução da resistência após a secagem e menor endurecimento (queima).

Um equilíbrio é frequentemente alcançado através da seleção e dosagem do aglomerante (bentonita /orgânico).

Em condições ideais de umidade, obtém-se um equilíbrio aceitável entre:

Taxa de granulação/ pelletização satisfatória (produtividade).

Alta resistência mecânica dos grânulos.

Consumo mínimo de aglomerante e porosidade/permeabilidade aceitável após a queima.

Baixo consumo de energia para secagem/queima e estabilidade do processo.

Na estrutura de commodities do comércio mundial de matérias-primas de minério de ferro, a maior participação é ocupada pelo minério fino de magnetita (concentrado), que representa mais de 80% da produção total de concentrados de minério de ferro.

A magnetita, um material ferromagnético, possui propriedades elétricas significativamente diferentes de outros minérios de ferro. A condutividade dos minérios de magnetita em uma frequência de 50-100 MHz é de 10 a 100 vezes maior do que a dos minérios de hematita e siderita. O coeficiente de absorção de micro-ondas nos minérios de magnetita é dezenas a centenas de vezes maior do que o de outros minérios, o que impossibilita a medição do teor de umidade de concentrados de magnetita utilizando analisadores de amplitude-fase de micro-ondas convencionais, que se mostraram eficazes na medição de outros materiais. Nossa pesquisa mostra que o concentrado de magnetita de minério 1 cm de ferro atenua o sinal de micro-ondas em 30 a 50 dB em uma frequência de 2 GHz, enquanto os dielétricos convencionais atenuam em 3-5 dB. A espessura típica de uma camada de concentrado em uma correia transportadora é de 150-250 mm. Como 75-80 dB é o limite de sensibilidade de todos os medidores de umidade de micro-ondas modernos que operam na transmissão de material, o uso desses medidores para medir o teor de umidade do concentrado de magnetita de minério de ferro parece inviável.

Solução proposta



MICRORADAR LTD oferece uma nova solução – o **MICRORADAR115 V 13 K**, um medidor de umidade por contato com dois sensores de antena expostos imersos no material. Esta solução mantém a base de trabalho 50 mm, que é suficiente para a operação estável do sistema. Fabricado com materiais de carboneto e poliuretano de alta dureza resistente ao desgaste (após seis meses de uso, o desgaste não é perceptível.) [Link 1](#)

O medidor de umidade realiza a correção automática dos resultados de medição quando a temperatura do material varia, possui uma saída de corrente e um canal de comunicação serial RS -485 com o computador. O sinal do sensor é enviado para a unidade de processamento do microprocessador.



quais cálculos de umidade são realizados. O valor da umidade é exibido no painel indicador da unidade do microprocessador e convertido em uma saída analógica de 4-20 mA.

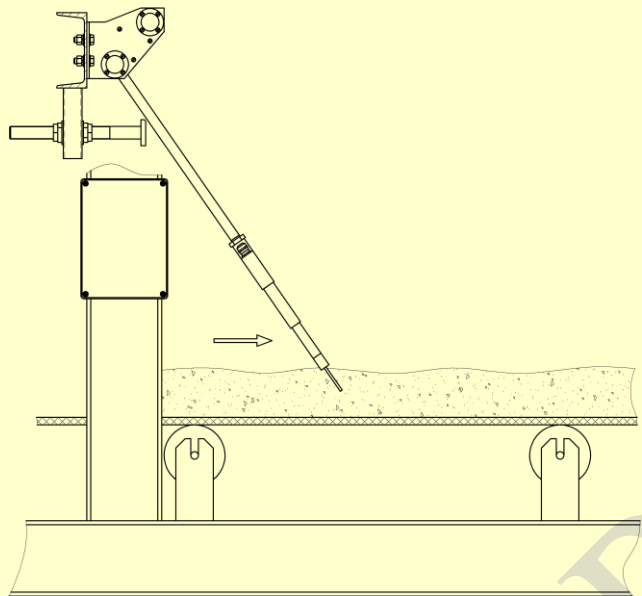
O dispositivo vem com um programa para armazenar e exibir a umidade em tempo real, o que permite registrar, monitorar, armazenar e imprimir informações de umidade para qualquer período de tempo em seu computador.

Principais parâmetros técnicos do medidor de umidade MICRORADAR115 V13K para mistura de sinterização e concentrado de minério de ferro

Parâmetro	Característica do parâmetro
Faixa de teor de umidade medido para carga de sinterização e concentrado de minério de ferro, %	das 2 às 11
Temperatura do material controlado, °C	de +5 a +95
Espessura da camada de material na fita, em mm.	de 70 a 400
Padrão de saída atual (selecionável), mA	0...5; 0...20; 4...20
Tensão de alimentação, V	~ 90-260 ou constante = 24 ±3

Parâmetro	Característica do parâmetro
Consumo de energia, V • A	não mais que 50
Dimensões gerais dos sensores, mm	430x180x45

A precisão da medição de umidade para carga de sinterização e concentrado de minério de ferro varia de 0,15% a 0,5% abs., dependendo da faixa de umidade, levando em consideração o erro de amostragem e o erro na medição de umidade por um método padrão, como a secagem em estufa.



O diagrama de instalação do sensor é mostrado na figura. O projeto permite que o sensor seja retirado de serviço para inspeção e manutenção sem interromper o funcionamento da esteira transportadora.

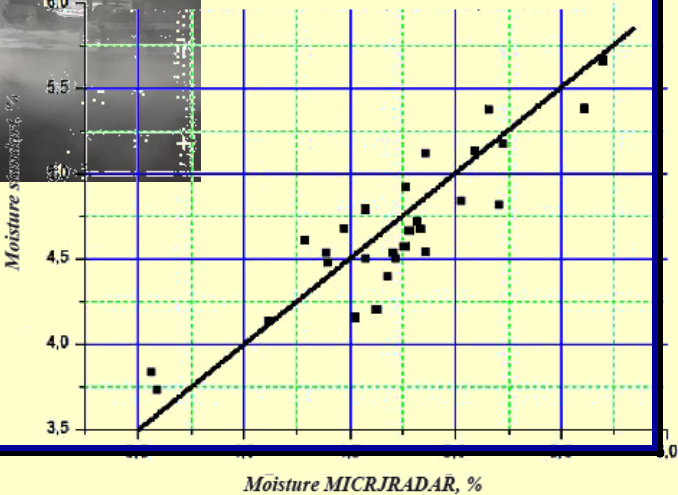
Testes e experiência

Resultados de testes industriais na JSC EVRAZ KGOK, Kachkanar. Mistura de aglomerados e granulometrias.



Mais de 10 equipamentos foram instalados na EVRAZ KGOK JSC em Kachkanar . A imagem mostra um dos equipamentos instalados na planta de sinterização em lotes. Durante os testes, foram coletadas mais de cem

amostras de material úmido e comparada a umidade das amostras obtidas em laboratório com a umidade da mistura de sinterização medida por um medidor de umidade. O erro do medidor de umidade, calculado sem levar em consideração o erro de laboratório, foi de 0,34%; levando em consideração o erro de



laboratório, o erro será de 0,18%, o que é significativamente melhor do que o erro declarado de 0,5%.

Você pode ver o dispositivo em operação em condições de produção por [link 2](#)

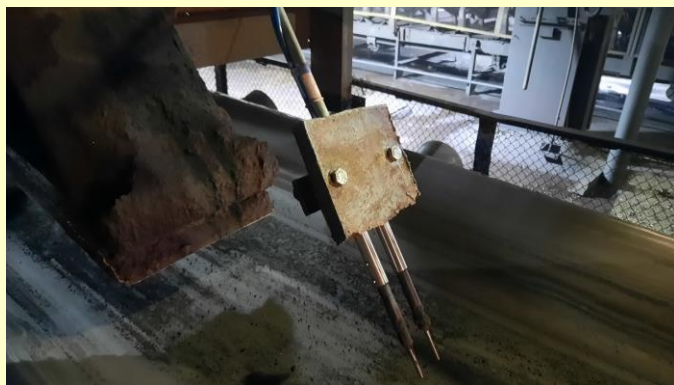
Diversos medidores de umidade foram instalados nos rejeitos da Usina de Mineração e Processamento de Kachkanar.

Você pode ver o dispositivo em operação em condições de produção usando a tela no [link 3](#).

Resultados dos testes industriais na JSC Karelsky Okatysh , Kostomuksha. Concentrado de minério de ferro.

Durante os testes, foram coletadas 40 amostras de concentrado úmido e comparadas as concentrações de umidade obtidas em laboratório com as concentrações de umidade da mistura sinterizada, medidas pelo medidor de umidade.

O erro do medidor de umidade, calculado sem levar em consideração o erro de laboratório, foi de 0,24%.



Para trabalhar com concentrado de minério de ferro, foram utilizados pesos sensores adicionais, conforme mostrado na fotografia. Você pode ver o dispositivo em operação em condições de produção por [link 4](#)

Conformidade com as normas do Regulamento Técnico da União Aduaneira:

[004/2011 "Sobre a segurança de equipamentos de baixa tensão",](#)

[020/2011 "Compatibilidade eletromagnética de equipamentos técnicos"](#)

Conformidade com as diretivas da UE:

- Diretiva de Compatibilidade Eletromagnética (EMC). Diretiva 89/336/CEE)
- Diretiva de Baixa Tensão (Diretiva 93/68/CEE)

O nível de densidade de radiação do gerador de micro-ondas não ultrapassa 0,5 mW /cm², o que não excede o limite estabelecido para radiação não ionizante pela norma internacional OSHA 1910.97 (10 mW /cm²), não sendo necessárias, portanto, medidas de segurança especiais.