



MICRORADAR

Laboratory and on-line microwave moisture meters

MICRORADAR-SERVICE LTD

<https://www.microradar.com>

MICRORADAR115 V 13 K est un moyen d'optimiser la teneur en humidité des matières premières lors de l'agglomération et de la production de granulés de concentrés de minerais métalliques.

Selon les documents de l' ESTAD (Union européenne des sciences et technologies) , Acier Technologie et Applications En 2015, l'installation d'un humidimètre et l'automatisation du système d'humidification des agglomérats chez SAIL ont permis d'augmenter la productivité de 12 %, la résistance de 68 à 71 et de réduire la fraction fine de 12 % à 8 %.

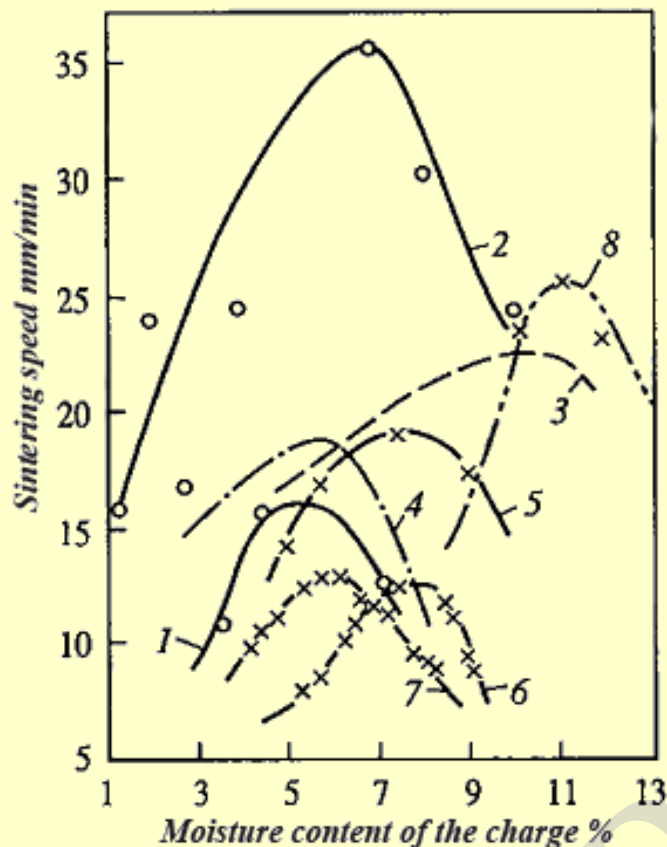


L'agglomération du minerai de fer et des concentrés fins avant la fusion au haut fourneau améliore considérablement les performances techniques et économiques de ces derniers et accroît leur productivité. Les investissements importants liés à la construction et à l'exploitation des usines d'agglomération de minerai sont rapidement amortis par les économies de coke et l'augmentation de la production de fer à partir de matières premières pré-agglomérées. Actuellement, l'industrie utilise deux méthodes d'agglomération : l'agglomération des minerais et des concentrés et la bouletage des concentrés.

Agglomération

La première machine de frittage à bande, dont la conception a été proposée en 1906 r1947 par les Américains A. Dwight et R. Lloyd, a été mise en service en 1911 r1968. Ce type de machine s'est largement répandu dans de nombreux pays. Actuellement, plus de 1 000 machines de frittage sont en

service dans le monde, avec une capacité totale de production de 500 millions de tonnes d'aggloméré par an.



Le procédé d'agglomération consiste à aspirer ou à insuffler des gaz à travers le lit fritté. La quantité d'air fournie à la zone de combustion du combustible solide détermine la vitesse de combustion des particules de coke, tandis que la quantité et la température des gaz sortant de la zone de combustion ont un impact sur cette vitesse. Les produits de réaction gazeux influencent l'intensité du transfert de chaleur sous cette zone. À cet égard, la vitesse de frittage vertical lors de l'agglomération sous vide est, dans la grande majorité des cas, directement proportionnelle à la perméabilité aux gaz du matériau. Par conséquent, lors de la préparation du lot pour le frittage, les ingénieurs des usines de frittage doivent veiller à augmenter sa perméabilité aux gaz.

Figure 1. Relation entre la teneur en humidité de la charge et la vitesse de frittage vertical 1 — charge du gisement de Magnitogorsk, Oural ; 2 — minerai de manganèse ; 3 — concentré d'enrichissement de minerai de Kertch ; 4 — concentré d'Olenegorsk, péninsule de Kola ; 5 — charge de l'usine d'agglomération de Vysokogorsk, Sibérie ; 6 — concentré de l'anomalie magnétique de Kursk ; 7 —

concentré de magnétite de Nijni Taguil, Sibérie ; 8 — minerais de fer brun anglais.

Comme le montre la figure 1, le taux de frittage présente un maximum clairement défini à une certaine humidité pour les concentrés provenant de différents gisements.

Granulation



Avant le frittage, la charge humidifiée est granulée dans des tambours rotatifs, où le concentré roule sur la surface de particules de minerai plus grosses et de résidus. Ces mêmes tambours humidifient également la charge à un niveau optimal, garantissant une agglomération et une perméabilité aux gaz optimales, et par conséquent une vitesse de frittage vertical maximale. La teneur en humidité de la charge entrant dans le processus de granulation se situe généralement entre 2 % et 5 %. Un contrôle continu de la teneur en humidité de la charge est effectué à l'aide d'humidimètres, dont les mesures permettent de maintenir la teneur en humidité optimale. Pour la plupart **des procédés de granulation (granulateurs à disque et à tambour)**, l'humidité optimale en sortie se situe généralement entre 6 et 12 %, souvent autour de 8 à 10 % pour les concentrés de taille standard.

Les gâteaux de concentré plus humides nécessitent un ajustement/séchage préalable et/ou un ajustement du dosage du liant — les usines imposent des limites strictes à l'humidité du gâteau avant l'alimentation.

L'influence de l'humidité sur les propriétés des granulés : un manque

d'eau entraîne une mauvaise agglomération et des granulés souvent « poussiéreux » ; un excès d'eau augmente la porosité, diminue la résistance après séchage et réduit la durée de cuisson. Un équilibre est généralement obtenu par le choix et le dosage du liant (bentonite ou liant organique).

Dans des conditions d'humidité optimale, un compromis acceptable est trouvé entre :

Taux de granulation/ boulochage satisfaisant (productivité).

Haute résistance mécanique des granulés.

Consommation minimale de liant et porosité/perméabilité acceptable après cuisson.
Faible consommation d'énergie pour le séchage/la cuisson et stabilité du processus.

Dans la structure des matières premières du commerce mondial du minerai de fer, la part la plus importante est occupée par le minerai de magnétite fine (concentré), qui représente plus de 80 % de la production totale de concentrés de minerai de fer.

La magnétite, matériau ferromagnétique, possède des propriétés électriques très différentes de celles des autres minerais de fer. Sa conductivité, à une fréquence de 50 à 100 MHz, est 10 à 100 fois supérieure à celle de l'hématite et de la sidérite. Le coefficient d'absorption des micro-ondes dans la magnétite est des dizaines, voire des centaines de fois supérieur à celui des autres minerais, ce qui rend impossible la mesure de son taux d'humidité à l'aide d'analyseurs d'amplitude et de phase micro-ondes classiques, pourtant efficaces pour d'autres matériaux. Nos recherches montrent que le concentré de magnétite de minerai 1 cm de fer atténue le signal micro-ondes de 30 à 50 dB à une fréquence de 2 GHz, tandis que les diélectriques classiques l'atténuent de 3 à 5 dB. L'épaisseur typique d'une couche de concentré sur un convoyeur est de 150 µm 250 mm. La limite de sensibilité des humidimètres micro-ondes modernes fonctionnant en transmission étant de 75 à 80 dB, leur utilisation pour mesurer le taux d'humidité du concentré de magnétite de minerai de fer semble impossible.

Solution proposée



MICRORADAR LTD propose une nouvelle solution :

le MICRORADAR115 V 13 K, un humidimètre à contact doté de deux capteurs à antenne exposée immergée dans le matériau. Cette solution préserve la base de travail 50 mm, garantissant ainsi un fonctionnement stable du système. Fabriqué en carbure et en polyuréthane haute dureté résistant à l'usure. (Après six mois d'utilisation, l'usure est imperceptible.) [Lien 1](#)
L'humidimètre corrige automatiquement les résultats de mesure en fonction des variations de température du matériau, possède une sortie de courant et un canal de communication série RS-485 avec l'ordinateur. Le signal du capteur est transmis à l'unité de traitement par microprocesseur.



Les calculs d'humidité sont alors effectués. La valeur d'humidité est affichée sur le panneau indicateur de l'unité à microprocesseur et convertie en une sortie analogique de 4 à 20 mA.

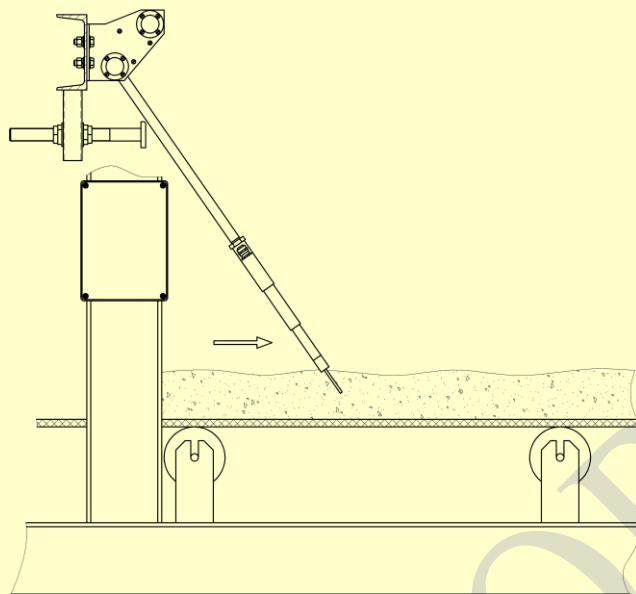
L'appareil est fourni avec un programme permettant de stocker et d'afficher l'humidité en temps réel, ce qui vous permet d'enregistrer, de surveiller, de stocker et d'imprimer les informations d'humidité pour n'importe quelle période sur votre ordinateur.

Principaux paramètres techniques de l' humidimètre MICRORADAR115 V 13 K pour mélange d'aggloméré et concentré de minerai de fer

Paramètre	Caractéristique du paramètre
Plage de teneur en humidité mesurée pour la charge d'agglomération et le concentré de minerai de fer, %	de 2 à 11
Température du matériau contrôlé, °C	de +5 à +95
Épaisseur de la couche de matériau sur le ruban, mm.	de 70 à 400
Norme de sortie du courant (sélectionnable), mA	0...5; 0...20; 4...20
Tension d'alimentation, V	~ 90-260 ou constante = 24

Paramètre	Caractéristique du paramètre
	±3
Consommation électrique, V • A	pas plus de 50
Dimensions globales des capteurs, mm	430x180x45

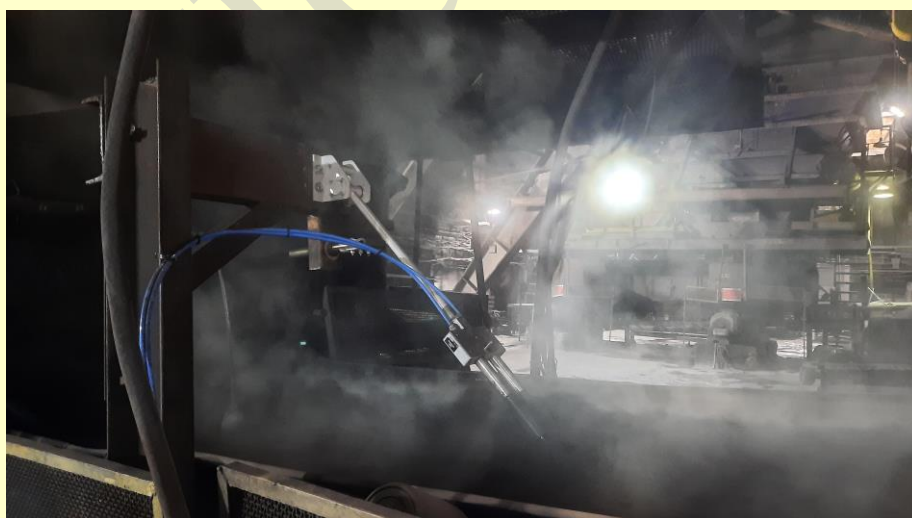
La précision de la mesure de l'humidité pour la charge d'agglomération et le concentré de minerai de fer varie de 0,15 % à 0,5 % abs. selon la plage d'humidité, en tenant compte de l'erreur d'échantillonnage et de l'erreur de mesure de l'humidité par une méthode standard, telle que le séchage dans un four de séchage.



Le schéma d'installation du capteur est présenté sur la figure. Sa conception permet de mettre le capteur hors service pour inspection et maintenance sans arrêter le convoyeur.

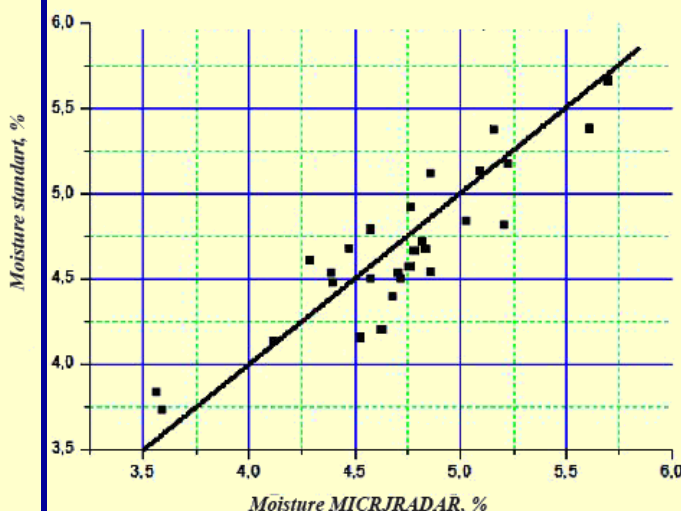
Tests et expérience

Résultats des essais industriels réalisés chez JSC EVRAZ KGOK, Kachkanar . Mélange d'agglomérats et tamis.



Plus de 10 appareils ont été installés chez EVRAZ KGOK JSC à Kachkanar . La photo montre l'un de ces appareils, installé dans l'unité de frittage. Au cours des essais, plus d'une centaine d'échantillons de matériau humide ont été prélevés et une comparaison de la teneur en humidité des échantillons obtenus par le laboratoire a été effectuée avec la teneur en humidité du mélange fritté mesurée par un humidimètre.

L'erreur de l'humidimètre, calculée sans tenir compte de l'erreur de laboratoire, était de 0,34 % ; en tenant compte de l'erreur de laboratoire, on obtient une erreur de 0,18 %, ce qui est nettement meilleur que l'erreur annoncée de 0,5 %.



Vous pouvez voir l'appareil en fonctionnement dans des conditions de production par [lien 2](#)

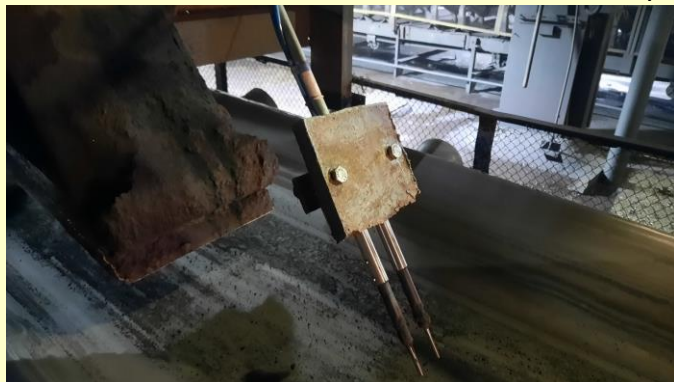
Plusieurs humidimètres ont été installés sur les tamis de l'usine de traitement et d'extraction de Kachkanar .

Vous pouvez voir l'appareil en fonctionnement dans des conditions de production grâce à la vidéo disponible au [lien 3](#).

Résultats des essais industriels chez JSC Karelsky Okatych , Kostomukcha . Concentré de minerais de fer.

Au cours des tests, 40 échantillons de concentré humide ont été prélevés et une comparaison a été effectuée entre la teneur en humidité des échantillons obtenus par le laboratoire et la teneur en humidité du lot de frittage selon l'humidimètre.

L'erreur de l'humidimètre, calculée sans tenir compte de l'erreur de laboratoire, était de 0,24 %.



Pour travailler avec du concentré de minerais de fer, des poids de capteur supplémentaires ont été utilisés, comme le montre la photographie. Vous pouvez voir l'appareil en fonctionnement dans des conditions de production par [lien 4](#)

Respect des normes du Règlement technique de l'Union douanière :

[004/2011 « Sur la sécurité des équipements basse tension »,](#)

[020/2011 « Compatibilité électromagnétique des équipements techniques »](#)

Conformité aux directives de l'UE :

- Directive relative à la compatibilité électromagnétique (CEM) Directive 89/336/CEE
- Directive Basse Tension (La directive basse tension 93/68/CEE)

Le niveau de densité de rayonnement du générateur de micro-ondes ne dépasse pas 0,5 mW /cm², ce qui est inférieur à la limite fixée pour les rayonnements non ionisants par la norme internationale OSHA 1910.97 (10 mW /cm²). Par conséquent, aucune mesure de sécurité particulière n'est requise.

Enregistré au registre des documents sous le numéro R031560

MICRORADAR