

MESURE DE NIVEAU DE VERRE

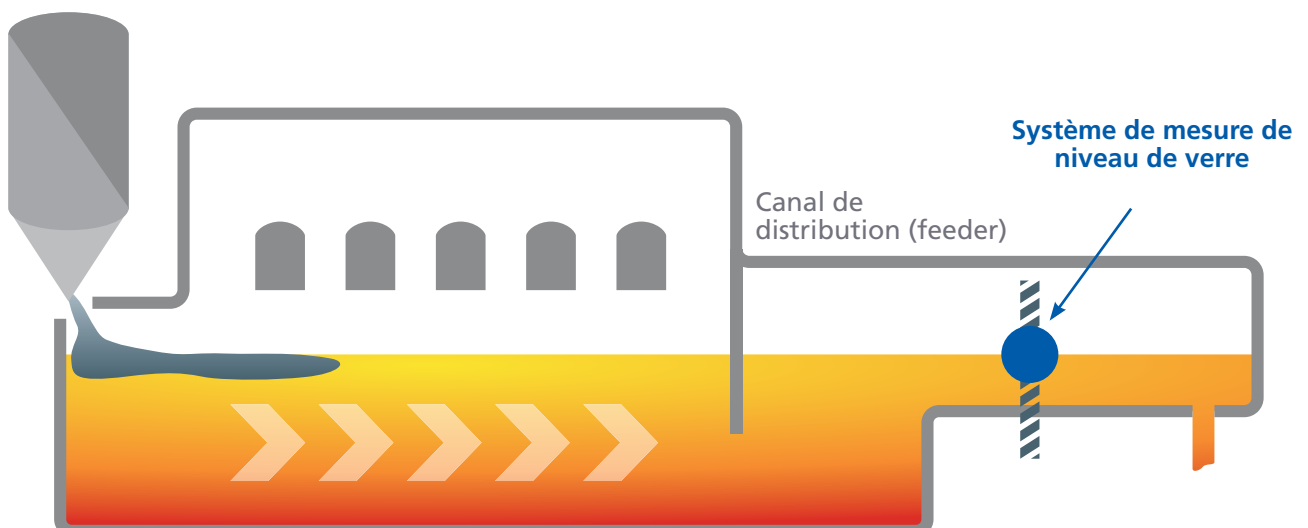
UNE MESURE FIABLE ET SÛRE POUR AMÉLIORER LA PRODUCTION DE VERRE

Pour la fabrication du verre, la matière première appelée composition est fondue dans un four industriel à une température supérieure à 1 200 °C. Le contrôle du niveau en sortie de four de fusion est l'un des paramètres les plus importants pour l'efficacité et la qualité de la production. Les conditions opérationnelles difficiles imposent des méthodes de mesure sans contact. Les méthodes standard de contrôle du niveau en ligne des fours, telles que les technologies optiques de type laser, n'offrent pas de résultats fiables et reproductibles sans une maintenance et un entretien quasi quotidiens. Les mesures optiques réclament le retrait complet du réfractaire, exposant le personnel à proximité à la chaleur et aux gaz du four et donc à un risque potentiel en matière de sécurité.

Avec les mesures de niveau radiométriques, l'industrie du verre dispose de solutions fiables et sûres, qui contribuent à rationaliser la production et à fabriquer un produit d'une qualité homogène en maximisant le rendement, tout en limitant les coûts.

Niveau de verre côté canal de distribution

Le verre est présent sous des formes et dans des tailles variées. Des applications optiques aux matériaux de construction en passant par l'emballage et les utilisations en laboratoire, le verre fait partie de notre quotidien. La fabrication du verre, quelles qu'en soient la forme et les dimensions, exige la fusion d'un mélange d'ingrédients bruts composé de silice, calcaire, carbonate de sodium et éventuellement du verre recyclé (groisil). Les fours de fusion sont de grandes enceintes de briques réfractaires, parfois dotées d'une couverture.



Ces fours utilisent le gaz ou l'électricité pour "cuire" la matière première du verre à une température de process supérieure à 1 200 °C. La composition fondue y est acheminée et remuée lentement pendant 24 à 48 heures. En sortie de four, elle entre dans le canal de distribution (feeder), qui dessert des canaux secondaires. Le verre est extrait de chaque canal secondaire par gravité, puis transformé selon la forme du produit final. La figure ci-avant illustre un four et sa mesure.

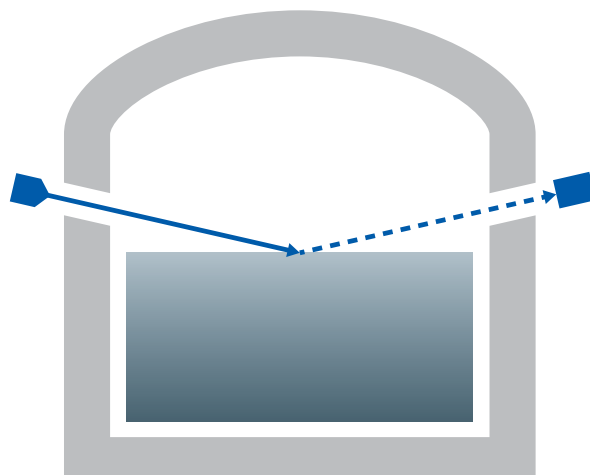
Une mesure et un contrôle fiables du niveau de verre en début de canal de distribution sont nécessaires pour une production rationalisée et efficace et une qualité de verre homogène. Des mesures de niveau de verre hors ligne classiques ou contrôles par immersion sont effectués manuellement selon un calendrier. Pour réaliser un contrôle par immersion, l'opérateur insère une tige métallique dans le bain de verre jusqu'au fond du canal de distribution (généralement à 200-400 mm de profondeur). Après un court laps de temps, il retire la tige et la place sur une échelle graduée pour mesurer le niveau de verre. Ce type de contrôle n'offre qu'une mesure à un instant précis dans le temps et peut varier d'un opérateur à un autre selon la méthode d'immersion. Le recours exclusif à des contrôles de niveau manuels fait également courir un risque inutile d'incidents ou d'accidents sur le lieu de travail. Avec les mesures de niveau de verre en ligne, les lectures sont continues, sans contact et d'une précision et d'une fiabilité supérieures. Le temps de réponse d'un tel système étant très court, de quelques secondes, il permet d'anticiper les dysfonctionnements, tels qu'un niveau bas ou élevé du silo à composition ou un problème d'extraction du verre.

Les mesures de niveau de verre en ligne confèrent au procédé industriel une sécurité et une fiabilité supérieures à celles des mesures hors ligne classiques, ce qui contribue à l'optimisation de la production et à l'obtention d'un verre d'une qualité homogène.

Mesures sans contact optiques / radiométriques

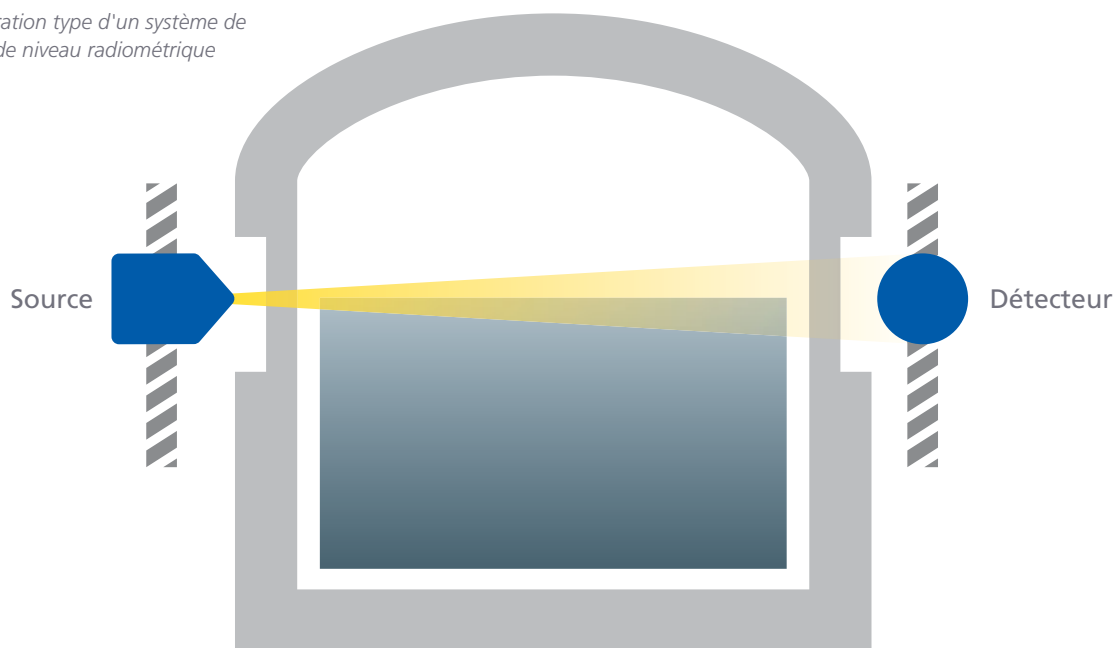
Beaucoup de mesures de niveau de verre en ligne sans contact utilisent des technologies optiques. Elles exigent le retrait complet du réfractaire du four sur un voûte ses deux côtés, créant ainsi une "fenêtre" ouverte sur le four pour le parcours du faisceau du laser ou de la caméra. Ce faisceau frappe transversalement le four, à un angle qui réfléchit le niveau de verre fondu. Le récepteur du signal optique évalue la réflexion de ce signal ou son interaction avec le niveau de verre fondu pour fournir le niveau en ligne. Les mesures optiques de niveau de verre sont sensibles aux environnements poussiéreux à l'intérieur ou autour du four ainsi qu'à la couche de poussière sur la lentille de l'émetteur ou du récepteur. Les gaz et la poussière des fours de verrerie sont susceptibles de fausser ces mesures, même si les lentilles sont nettoyées quotidiennement. Conscients de ces faiblesses, certains fabricants de systèmes optiques de mesure de niveau ont récemment abandonné leur production sans proposer de solutions de rechange (1).

Configuration type d'un système de mesure de niveau optique



Les mesures radiométriques de niveau de verre sans contact utilisent un rayonnement gamma traversant le canal de distribution pour établir une corrélation entre les variations du rayonnement mesuré et une hausse ou une baisse du niveau de verre fondu. La figure ci-après illustre la configuration type d'un système de mesure de niveau radiométrique sur le canal de distribution. Les rayons gamma interagissent avec la matière, il y a une atténuation du rayonnement (2). Ce phénomène tend à se produire davantage lorsque la densité du produit augmente. L'irradiation au niveau du détecteur dépend donc de l'intensité de l'énergie du rayonnement gamma initial, ainsi que de la densité et de l'épaisseur du produit dans le faisceau. Du fait de l'énergie élevée des rayons gamma et de la faible densité de poussière et de gaz, les mesures radiométriques ne sont pas impactées par ces éléments dans les fours de fusion. La résolution et la durée de vie d'un système de mesure de niveau de verre radiométrique reposent sur la quantité de rayonnement au niveau du détecteur, c.-à-d. la différence de rayonnement entre les deux niveaux extrêmes d'exploitation du four.

Configuration type d'un système de mesure de niveau radiométrique



Pour que ce rayonnement soit suffisant, lors de la mise en place d'une mesure radiométrique de niveau, il est donc courant de retirer une partie seulement du réfractaire des parois latérales du feeder. Le retrait partiel du réfractaire permet de concevoir un appareil de mesure de niveau radiométrique dont la durée de vie (source) correspond à l'utilisation du briquetage.

Le rayonnement reçu par le détecteur permet de calculer la valeur du paramètre process recherché. La technologie de mesure radiométrique est très reproductible. Grâce à son principe physique, aux algorithmes de calculs et aux logiciels perfectionnés, ces mesures sont extrêmement fiables. La définition correcte de l'appareil nécessite de disposer d'informations exactes sur l'application.

Rôle déterminant du radionucléide – exemple du Co-60

En applications industrielles, seuls quelques radionucléides sont utilisés pour les mesures. Les isotopes les plus couramment utilisés sont le césium 137 et le cobalt 60. Ces isotopes se distinguent par leur période (durée pendant laquelle la source perd la moitié de son activité) et l'énergie gamma qu'ils émettent.

L'"activité" et l'"énergie" du rayonnement émis par une source sont des notions faciles à confondre. Il est important de comprendre que le nombre de quanta gamma émis par une source, c'est-à-dire l'activité, ne dépend pas de l'énergie. De même que la couleur de la lumière n'est pas liée à son intensité.

- L'activité décrit le nombre moyen de décroissances nucléaires de l'isotope qui se traduisent par l'émission d'un quantum gamma, en d'autres termes : la quantité de matière radioactive.
- Chaque quantum gamma présente une énergie spécifique. La répartition de l'énergie des photons gamma émis est caractéristique de chaque isotope. L'énergie gamma est directement liée à la capacité du rayonnement à traverser les matériaux (produit, cuve, etc.).

Historiquement, les mesures radiométriques de niveau de verre exploitaient le Cs-137 comme émetteur de rayonnement. L'isotope Cs-137 est couramment utilisé dans les mesures sur les procédés industriels. La plupart de ces mesures sont possibles avec une activité de Cs-137.

Les parois des fours à verre sont constituées de briques réfractaires denses pouvant atteindre 4 000 kg/m³ (3). Le bain de verre remplit le canal de distribution à des densités de ~2 200 kg/m³ (4). Sachant que plus la matière est dense, plus l'atténuation du rayonnement gamma augmente, le choix de l'isotope est essentiel dans la conception d'un système radiométrique de mesure de niveau de verre efficace.

Le Cs 137 émet un rayonnement avec une énergie de 662 keV.

Le Co-60 émet deux niveaux d'énergie gamma de 1 173 keV et 1 332 keV. L'énergie est près de deux fois supérieure à celle du Cs-137. Le rayonnement gamma du Co-60 traverse mieux les parois réfractaires denses.

L'utilisation du cobalt 60 permet de concevoir des systèmes dont l'activité de la source est sensiblement inférieure.

Alignement et étalonnage

Les fours de fusion du verre demandent une résolution élevée et un contrôle répétable du niveau dans le feeder pour obtenir une charge, un débit et une extraction du verre stables. La mesure exige un alignement et un étalonnage précis du système de mesure du niveau. Et les conditions difficiles à l'intérieur et autour du four imposent un support de montage solide et stable, ainsi qu'une procédure d'étalonnage efficace.

L'installation des systèmes de mesure du verre s'effectue à l'aide de structures externes en acier dont la déformation thermique ne pose aucun problème. La chaleur peut fausser les résultats si le système est monté sur un tube d'acier allongé ou en porte-à-faux, à l'instar de certaines solutions optiques. Ces dernières sont parfois conçues pour accepter jusqu'à 0,1 mm de déformation thermique dans la structure de montage moyennant une précision raisonnable. Or, il est fréquent que les fours de verrerie entraînent une déformation thermique de 0,6 mm (5), ce qui fausse sensiblement la mesure.

En raison du poids des systèmes de mesure radiométrique de niveau de verre et de leur proximité du four, la déformation thermique de leurs principaux éléments de montage structurels ne pose pas de difficulté. Il convient de s'assurer que la source et l'axe de la partie sensible de 50 mm du détecteur de rayonnement sont alignés verticalement et horizontalement en utilisant des points de référence communs à l'extérieur du four. Cet alignement peut être réalisé efficacement grâce à un niveau à laser à 360°.

Une mesure de niveau radiométrique peut être pré-calibrée four froid, mais un étalonnage final four chaud, en conditions de fonctionnement, est indispensable pour garantir la performance du système. Les points d'étalonnage sont généralement relevés aux niveaux maximum et minimum du verre, four en marche et à un débit de verre stable pour l'installation prévue. Pour lever et abaisser avec précision le blindage de la source et le détecteur parallèlement à chaque point d'étalonnage, l'utilisation d'un support intégrant des rails ajustables est recommandée. Cette procédure permet d'obtenir une courbe d'étalonnage efficace. Avec un alignement précis des éléments et une procédure d'étalonnage appropriée, un appareil de mesure de niveau radiométrique avec une source de Co 60 autorise une résolution une résolution de 0,05 mm. Cette résolution et cette répétabilité élevées fiabilisent la mesure et le procédé de fabrication, avec un meilleur rendement, une maintenance moindre et des interruptions réduites.



Synthèse

Les fours à verre constituent un environnement industriel très exigeant pour les appareils de mesure. Une production de verre efficace et de qualité impose une mesure fiable et sûre du niveau de verre dans le feeder.

Le principe de mesure de niveau radiométrique avec une source de Co-60, un alignement approprié des éléments du système et une procédure d'étalonnage efficace permet d'obtenir un résultat optimal, avec sécurité et fiabilité.

Date : 04/2020

Références

1. "Comax II Laser Level Gauge". Eclipse, Inc. www.eclipsenet.com/products/comax/.
2. "Parcours des gamma". Radioactivité, Institut national de physique nucléaire et de physique des particules (IN2P3). www.laradioactivite.com/site/pages/ParcoursGamma.htm.
3. "HARBISON-WALKER Handbook of Refractory Practice 2005". mhanet.org/docs/Harbison%20Walker%202005%20Handbook.pdf.
4. Fluegel, Alexander, et al. "Density and thermal expansion calculation of silicate glass melts from 1000°C to 1400°C". glassproperties.com/density/DensityCTE_GlassMelts_2006.pdf.
5. "RADAR GLASS LEVEL MACHINE". Glass Service, solutions pour l'industrie du verre. www.glassservice.it/en/products/radar-glass-level-machine/26/.

BERTHOLD FRANCE SAS

8, route des Bruyères · 78770 Thoiry · France
+33 (0)1 34 94 79 00 · berthold-france@berthold.com · www.berthold.fr

