

Nouvel algorithme EERC pour la mesure infrarouge de la température lors de l'extrusion de l'aluminium

par **Albert Book**

La température est l'un des paramètres de production les plus importants lors de l'extrusion de l'aluminium. Les thermomètres de contact ne conviennent que partiellement. C'est pourquoi la mesure infrarouge sans contact est de plus en plus utilisée dans ce domaine. Cependant, la mesure optique de la température lors de l'extrusion de l'aluminium est une opération de mesure complexe. Des pyromètres spéciaux multi-canaux ont été développés à cet effet il y a plus de 40 ans. Le rapport suivant décrit les particularités du rayonnement thermique de l'aluminium et compare l'état de la technologie des méthodes de mesure antérieures avec le nouvel algorithme EERC de mesure infrarouge de la température.

Importance de la température dans la fabrication des profilés en aluminium

Même si la fabrication de profilés extrudés en aluminium est très développée, le processus thermique d'extrusion de profilés de haute qualité reste complexe. Lorsque le bloc d'aluminium chauffé est pressé à travers la matrice, il se produit un frottement entre le bouillon et le récipient. Il en résulte une augmentation de la température du début à la fin du profilé. Si la température du bloc est trop froide, la matrice peut s'user plus rapidement dans l'extrudeuse en raison de la plus grande dureté du métal, ce qui entraîne une modification des dimensions du profilé. C'est pourquoi le contrôle de la température pour réguler la vitesse d'extrusion et la pression pendant l'extrusion est crucial pour la qualité des profilés.

Mesure par contact de la température du profilé

Généralement, la température est mesurée par contact au moyen d'une sonde de pénétration. L'inconvénient majeur est que la mesure est effectuée manuellement et seulement de manière sporadique. Il n'y a donc pas de surveillance continue, si bien qu'aucune régulation automatique n'est réalisable. De plus, la surface de l'aluminium chaud est endommagée par la sonde de pénétration ce qui entraîne des rebuts. La durée de vie des pointes de mesure de la sonde est limitée, car elles sont soumises à l'usure. Leur remplacement régulier entraîne des coûts de consommation.

Mesure infrarouge de la température

Par rapport à la mesure par contact, les pyromètres détectent optiquement en quelques millisecondes et à une distance sûre le rayonnement infrarouge de l'objet à mesurer et en déduisent la

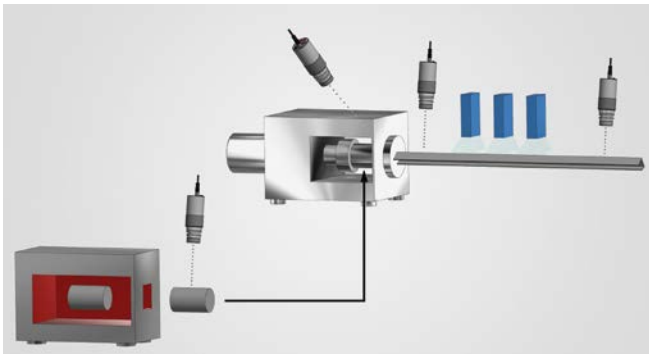


Image 1 Mesure pyrométrique de la température à la sortie de l'extrudeuse.

température. Cela permet de mesurer en continu la température du profilé en aluminium à la sortie de l'extrudeuse (**image 1**) afin de réguler la vitesse d'extrusion et la pression de compression. Cette méthode de mesure sans contact exclut tout endommagement de la surface. Cette mesure ne produit pas de rebuts et n'entraîne pas de frais de consommation réguliers. C'est pourquoi la mesure infrarouge de température est, sur le principe, la méthode de mesure idéale. Cependant, la mesure pyrométrique de la température de l'aluminium est une opération de mesure exigeante qui présente quelques particularités.

Particularités du rayonnement thermique de l'aluminium

Les alliages d'aluminium sont des émetteurs de chaleur extrêmement mauvais. L'émissivité, c'est-à-dire la capacité d'un objet à émettre un rayonnement infrarouge, n'est que de 10 % dans certains cas. Dans cette hypothèse et pour une température de profilé de 500 °C, le pyromètre affiche une valeur mesurée d'environ 340 °C sans correction de l'émissivité. Pour une mesure de température correcte, il faut donc impérativement régler l'émissivité sur le pyromètre.

À une température d'extrusion de 500 °C et en raison de la très faible émissivité de l'aluminium, l'énergie du rayonnement infrarouge est faible. La préparation et le traitement des signaux dans le pyromètre doivent donc être de haute qualité. Même avec une compensation adéquate, des variations minimes de l'émissivité entraînent des différences importantes. Par exemple, si l'émissivité passe de 10 % à 15 %, le pyromètre indique déjà une température supérieure de 20 °C environ.

La méthode de mesure bichromatique a été développée il y a plus de 40 ans pour compenser les variations de l'émissivité. Le quotient est calculé à partir du rayonnement infrarouge détecté à deux longueurs d'onde différentes. Tant que l'émissivi-

té de l'objet à mesurer varie indépendamment de la longueur d'onde (émetteur gris), un pyromètre bichromatique détermine la température correcte. Toutefois, dans le cas de l'aluminium, il s'agit de ce que l'on appelle un «émetteur non gris» (**image 2**). Par conséquent, le rapport d'émissivité des deux canaux de mesure peut également varier, par exemple en présence de surfaces ou d'alliages différents. Un pyromètre bichromatique traditionnel réagit à ce phénomène avec des écarts de mesure non négligeables et n'est donc que partiellement adapté à la mesure de profilés en aluminium.

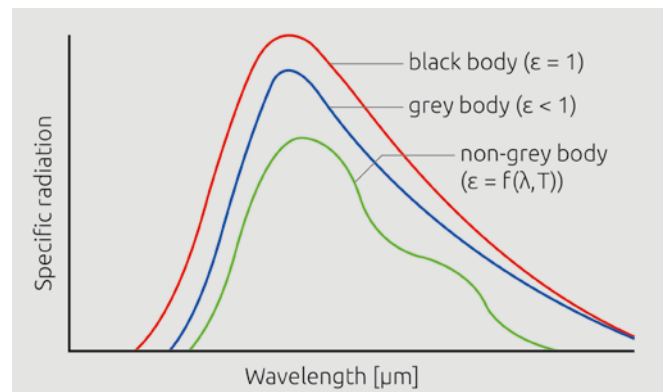


Image 2 Dans le cas de l'aluminium, l'émission dépend de la longueur d'onde (corps non gris/non-grey body).

Influence de la géométrie des profilés

Des géométries de profilés parfois très différentes sont fabriquées sur une extrudeuse (**image 3**). Il arrive ainsi que le champ de mesure du pyromètre soit purement orienté vers la surface ou, au contraire, vers un creux. Dans le cas d'un creux, la réflexion multiple entraîne une augmentation «artificielle» de l'émissivité. Un pyromètre indique alors une valeur mesurée nettement plus élevée pour le même réglage d'émissivité.

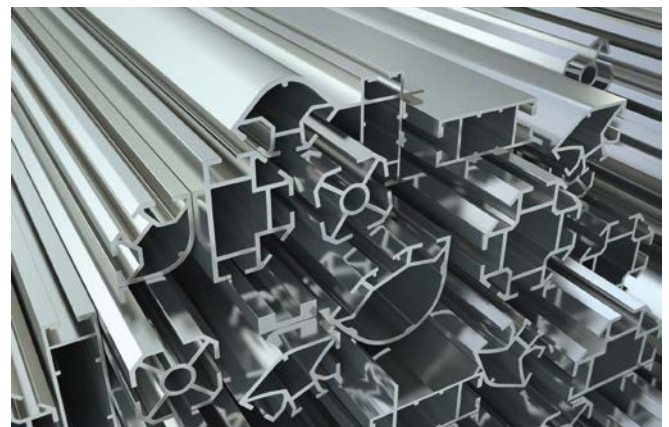


Image 3 Le profil de l'aluminium peut influencer la mesure de la température infrarouge.

Fonctionnement et limites des pyromètres multicanaux

Dans les années 1980, des pyromètres multicanaux ont été développés pour compenser les influences perturbatrices dues au degré d'émission et aux profilés. Ces pyromètres détectaient le rayonnement infrarouge sur 4 longueurs d'onde au maximum. Les appareils fonctionnaient avec une roue chopper interne dotée de différents filtres et qui tournait devant le capteur. La conception mécanique était complexe et l'entraînement motorisé était sujet aux pannes. Les signaux de mesure étaient analysés via un ordinateur distinct. Certes, pour l'époque, ces appareils fournissaient des résultats de mesure bien meilleurs que les pyromètres bichromatiques traditionnels, mais les différents alliages et profilés nécessitaient une procédure d'apprentissage (teach-in) complexe pour ajuster les appareils. En cas de changement de matériau ou de profilé, il fallait à chaque fois choisir un autre algorithme de correction.

La sensibilité de détection des capteurs infrarouges de l'époque, la puissance de calcul des microprocesseurs ainsi que la qualité inférieure de la technologie d'amplification ont entravé la mesure. De plus, en raison du chopping, la mesure des différents canaux n'était possible que l'un après l'autre. En combinaison avec le mouvement du profilé en aluminium, il y avait donc toujours un décalage temporel et local dans la saisie des différents signaux de mesure. C'est pourquoi cette technologie a rapidement atteint ses limites métrologiques.

Appareils modernes avec algorithme EERC

Les capteurs modernes d'aujourd'hui, les composants d'amplification de haute qualité et les convertisseurs à haute résolution permettent de développer des appareils qui fonctionnent sur la base de la technologie de lumière continue, c'est-à-dire sans moteur ni filtres mobiles. Pour compenser la modification physique du rapport d'émissivité de l'aluminium en fonction de la longueur d'onde, due aux différents alliages, KELLER ITS a développé l'algorithme EERC (Extended Emissivity Ratio Correction). En tant que méthode de mesure bichromatique étendue, les signaux des canaux spectraux sont également pris en compte de manière dynamique dans la détermination des valeurs mesurées. Le pyromètre compact CellaTemp PX 69 est basé sur la technologie de processeur la plus récente et la plus performante. Ceci permet d'exécuter les algorithmes de calcul complexes en temps réel (**image 4**). Pour vérifier l'alignement et la focalisation, le pyromètre est équipé au choix d'une visée optique, d'un pointeur laser ou, pour sur-



Fig. 4 CellaTemp PX 69 pyrometer with new EERC algorithm and modern IO-Link communication interface

veiller le point de mesure sur un écran de contrôle dans la salle de commande, d'une caméra vidéo.

Une mesure de référence au moyen d'un thermomètre de pénétration permet de déterminer la valeur à régler du nouveau paramètre EERC. Comme avec les méthodes de mesure infrarouge précédentes, il est toujours nécessaire de déterminer la valeur pour chaque profilé avec de différentes géométries de boudin. Les valeurs sont enregistrées dans le système de commande et transmises aux appareils via l'interface de communication moderne IO-Link lors d'un changement de profilé.

Conclusion

Pour des raisons physiques, la mesure infrarouge de température des profilés en aluminium reste aujourd'hui encore une opération de mesure exigeante. Pour une automatisation du processus de production en fonction de la température, la mesure continue de la température au moyen d'un pyromètre est la seule méthode de mesure applicable. Même si l'on souhaite toujours mesurer avec précision la température des différents profilés en aluminium au moyen d'un pyromètre, si possible sans aucune mesure corrective, il est désormais possible de le faire de manière largement automatisée en utilisant la technologie la plus récente pour les appareils et la mise en réseau pour la commande.



Author

Dipl.-Ing. Albert Book
KELLER HCW GmbH
Infrared Temperature Solutions (ITS)
Tél. +49 5451 85320
albert.book@keller.de
www.keller.de/its