

De l'oxy-combustion dans les fours de réchauffage pour une production accrue et des émissions réduites

P. Vesterberg, J. von Schéele, F. Pingret
(Linde Gas/Stockholm-Suède, Lyon-France)

INTRODUCTION

Les objectifs des producteurs d'acier consistent toujours à mieux exploiter les investissements consentis dans les laminoirs et ateliers de forge. Non seulement ces solutions doivent-elles être rentables, mais elles doivent également satisfaire aux normes d'émissions de CO₂ et de NO_x toujours plus strictes. Un moyen direct d'y parvenir consiste à appliquer les bases d'une combustion efficace; c'est-à-dire le carburant, l'oxygène et une énergie suffisante pour l'allumage.

PAS DE BALLAST D'AZOTE

Le processus de combustion est le plus efficace quand le carburant et l'oxygène peuvent se rencontrer et réagir sans restrictions. Toutefois, dans les applications de réchauffage pratiques, il ne suffit pas de prendre en compte uniquement une combustion efficace; l'aspect du transfert de chaleur doit également être pris en considération. L'oxygène dilué dans 78% d'azote et 1% d'argon, c.-à-d. l'air, n'apporte pas les conditions idéales pour la combustion et le transfert de chaleur. L'azote sera chauffé pendant le processus de combustion et ensuite, l'énergie transférée à l'azote doit être récupérée pour économiser du carburant.

Pour un réchauffage efficace et uniforme, la composition gazeuse et le schéma de flux à l'intérieur du four sont importants. L'oxy-combustion va permettre une pression partielle bien supérieure des deux produits de combustion, le CO₂ et le H₂O, comparativement à une combustion à l'air. Etant donné que les fumées ne sont pas diluées dans l'azote, la phase gazeuse occupera une part plus active dans le processus de transfert de chaleur, non seulement parce que la conductivité du transfert de chaleur et la capacité thermique du CO₂ et du H₂O sont supérieures, mais également parce qu'il s'agit dans les deux cas de gaz à 3 atomes à rayonnements thermiques élevés.

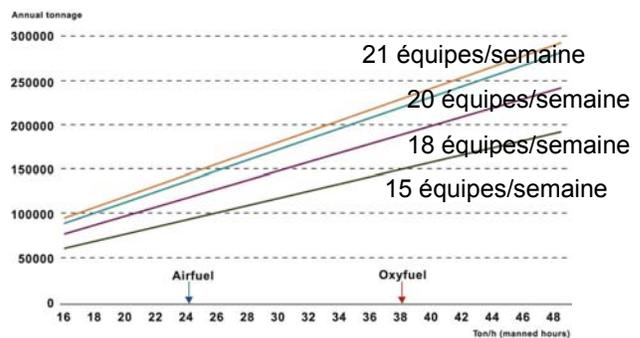
Le schéma des flux d'un four tout oxygène est avantageux par rapport à un four fonctionnant à l'air. Le volume des fumées est réduit de 70-80% parce qu'il n'y a pas d'azote présent et en raison des économies de carburant. Par conséquent, le temps de séjour du gaz sera plus long, avec une durée supérieure pour transférer la chaleur au produit.

UNE PRODUCTION ACCRUE A MOINDRE COÛTS

Initialement, c'était la recherche d'une consommation réduite de carburant qui ont amorcé l'intérêt pour l'utilisation d'oxygène supplémentaire dans le processus de combustion. L'économie de carburant, grâce à l'utilisation d'oxygène pur, peut atteindre 25-50%, soit des niveaux inférieurs à 250 kWh/tonne d'acier réchauffé.

Actuellement, nous nous concentrons sur le moyen d'utiliser l'oxy-combustion pour raccourcir la durée du cycle de chauffe afin d'augmenter la capacité de production instantanée. Des améliorations de l'ordre de 50% ne sont pas inhabituelles. L'augmentation de cette capacité peut être exploitée de différentes manières; augmenter la capacité de production totale des fours existants avec la flexibilité pour mieux gérer les fluctuations de commandes, faciliter la gestion des pics de commandes et la planification du travail et de la maintenance en évitant de faire appel à des équipes supplémentaires (voir ci-dessous).

Tonnage vs. capacity at different shift forms



La capacité supplémentaire peut également être utilisée pour réduire la taille des lots et minimiser le stockage de marchandises intermédiaires ou finies, ce qui réduit le coût en capital. La fermeture d'un ou plusieurs fours peut également donner lieu à une exploitation accrue des fours ou à des gains logistiques et à une réorganisation optimisée des sites de production.

BAISSE DES COÛTS ENVIRONNEMENTAUX

Les investissements réalisés pour réduire et répondre aux niveaux d'émission légaux, les taxes sur les émissions et aussi le besoin d'acquiescer des droits d'émission sont autant de coûts significatifs.

Les entreprises métallurgiques suédoises payent déjà une taxe de €0,02/kg de CO₂. Ils prédisent également qu'ils auront besoin d'autres droits d'émission de CO₂ qui augmenteront le coût des produits de l'acier de plus de €30/t.

La meilleure combustion et le transfert de chaleur efficace d'une solution tout oxygène peuvent réduire la consommation de carburant spécifique de près de 50% dans certains cas. Ce qui correspond grosso

modo une réduction identique des émissions issues du carburant comme le CO₂, le SO_x et les particules. Les volumes de fumées sont également considérablement réduits, jusqu'à 70-80%.

Les gaz à faible teneur calorifique, tels que le gaz de cokeries, le gaz de haut fourneau ou les gaz de convertisseur à l'oxygène, peuvent être réutilisés en oxy-combustion, étant donné que l'oxygène pur peut fournir les températures de flamme élevées nécessaires aux applications de réchauffage. Ceci réduit les coûts et l'impact sur l'environnement en abaissant les émissions totales de CO₂ du site de production.

Un aspect intéressant plus récent de l'oxy-combustion provient directement de ces concentrations élevées en CO₂. Bien qu'envisageables, les techniques de séquestration ne sont pas encore possibles. L'industrie de l'acier pourrait également trouver des solutions appropriées aux faibles teneurs en CO₂.

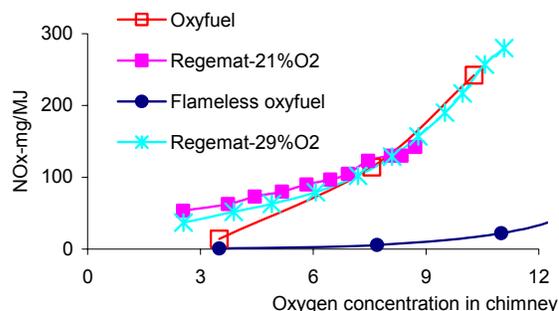
La formation de NO_x – ce qu'on appelle le NO_x thermique – est issue de l'azote libre dans l'atmosphère et de l'oxygène disponible, comme dans la combustion à l'air conventionnelle, ou est issue de l'azote contenu dans le carburant pendant la combustion avec l'oxygène. Toutefois, le niveau d'azote dans le carburant est presque négligeable.

L'oxy-combustion réduit la quantité de NO_x produite, mais la concentration semble élevée. C'est dû à l'absence d'azote dans le processus de combustion et par conséquent, aux volumes d'échappement bien plus faibles. Pour ces raisons, l'expression des émissions de NO_x se définit mieux comme étant le NO_x produit (mg) par rapport à l'énergie consommée (MJ) ou le volume d'acier chauffé (tonne). La législation suédoise sur le NO_x préconise 100 ou 150 mg/MJ en fonction du type de carburant. Toutefois, les clients exigent des fournisseurs satisfaisant au niveau de 70 mg/MJ.

Oxy-combustion sans flamme pour des NO_x ultra réduits

L'oxy-combustion sans flamme abaisse la température de combustion et est moins sensible aux variations de pression et à l'intrusion d'air dans le four, ce qui est particulièrement important pour les anciens fours et les fours en continu. Cette technologie présente également de bonnes propriétés de transfert de chaleur dans les grands fours avec un nombre limité de brûleurs.

Des tests en laboratoire effectués par l'Institut Royal de Technologie en Suède font état de niveau de NO_x ultra bas, comme le montre le graphique.



REFERENCES

Parmi les 80 installations d'oxy-combustion mises en oeuvre par Linde Gas depuis 1990, voici quelques exemples dans le groupe Outokumpu en Suède :

Outokumpu Stainless, Avesta. En 2001, un four caténaire pour le recuit de bande d'acier inoxydable a été remis en état. La capacité de production est passée de 75 à 150 t/h. La consommation de carburant a baissé de 40% comparativement au four précédent utilisant des brûleurs à air et des récupérateurs.

Outokumpu Stainless, Degerfors. En 2003, un four à longerons mobiles a été remis en état. La technologie d'oxy-combustion sans flamme a été mise en place avec des performances 30% supérieures. Une baisse de la consommation de carburant et des émissions de NO_x a été constatée et l'uniformité de la température améliorée.

Outokumpu Stainless, Nyby. La ligne de recuit, fonctionnant déjà en oxy-combustion, a été modifiée en 2002 avec la mise en place d'un module compact de brûleurs oxygène impactants (Direct Flame Impingement, DFI). Le débit a été accru de 50%.

CONCLUSION

Les avantages l'oxy-combustion dans diverses applications de production d'acier sont bien connus. Les résultats bénéfiques dans ces applications sont cependant toujours limités comparativement à l'utilisation de l'oxy-combustion pour des applications liées au traitement en aval dans les opérations de laminage à chaud, de forgeage et de recuit. Ici, de gros volumes d'acier sont chauffés à des températures élevées et contrôlées avec précision.

L'oxy-combustion et les propriétés de transfert thermique inhérentes ont montré qu'elles permettent une augmentation de la capacité de production pour une meilleure exploitation des investissements existants et une plus grande flexibilité de planification. Elles réduisent également la consommation de carburant et les émissions de CO₂ et NO_x.