

Etude du comportement des poudres de la coulée continue d'Acier

A. Hamouda¹, A. Balaska, S. Bouhouche, S. Djemili, H. Meradi.

¹ Unité de Recherche Appliquée en Sidérurgie et Métallurgie, hamouda_assia@yahoo.fr.

Résumé: Le comportement des poudres utilisées aux aciéries d'Arcelor mittal-Annaba a été étudié. Les poudres de la coulée continue d'acier produites par CODESID sont utilisées pour la poche et le répartiteur (tundish). La poudre tundish est constituée essentiellement de diatomite. La poudre de poche est un mélange de sable et de diatomite. Ces dernières possèdent un taux de consommation élevé. La poudre de cendres de balles de riz présente un comportement idéal, avec un taux de consommation faible. Ceci est lié à la teneur en carbone. Il existe plusieurs sortes de carbone : graphite amorphe, coke et le noir de carbone. Nous avons choisi le noir de carbone pour sa disponibilité. Les propriétés physiques d'un mélange de sable, diatomite et de noir de carbone ont été étudiées.

Mots clefs : Coulée continue, acier liquide, poudres de coulée, caractérisation physique.

1. Introduction

La coulée continue est le procédé de fabrication le plus utilisé pour la production des aciers. Il consiste à former une croûte d'acier solidifiée dans une lingotière en cuivre refroidie à l'eau. Au cours de la coulée, des défauts peuvent se former à la surface des produits solidifiés, tels que des fissures, des défauts de lubrification, des marques d'oscillation...etc. dans certains cas graves, il se produit une percée d'acier, c'est-à-dire une déchirure de la croûte solidifiée et un déversement d'acier liquide. Le marché de l'acier, devenant plus exigeant, la maîtrise de ces défauts de surface est devenue nécessaire. L'origine de ces défauts est liée, non seulement aux paramètres de la coulée continue, mais aussi à l'utilisation des poudres de coulée.

L'utilisation de poudres de coulée continue est une pratique courante en aciérie. De façon habituelle, on recouvre la surface libre du métal en fusion d'une poudre. Cette poudre a plusieurs fonctions. Elle évite l'oxydation du métal en l'isolant de l'air ambiant, réduit les pertes thermiques, et piège les inclusions qui remontent à la surface de l'acier. Elle est composée d'oxydes tels que la silice. Elle est déposée sur la surface de l'acier liquide pour former une couche de quelques cm d'épaisseur. Au voisinage de l'interface poudre-métal, la poudre devient liquide, ce qui lui permet de s'infiltrer entre la paroi de la lingotière et la peau en cours de solidification du produit coulé, et de jouer ainsi son rôle de lubrifiant.

Le travail présenté ici veut contribuer à minimiser les défauts liés aux poudres de la coulée continue. Dans cette perspective, il fallait tout d'abord comprendre le comportement des poudres en usine, pour ensuite être capable de déterminer les caractéristiques physico-chimiques qui soient aptes à rendre compte de leur performance au laboratoire. Notre étude est donc principalement axée sur l'étude du comportement des poudres en aciérie d'une part,

et sur la caractérisation de plusieurs mélanges afin de déterminer le mélange conforme aux besoins des aciéries d'autre part.

2. Comportement des poudres de la coulée continue en aciérie

Cette étude a été réalisée aux aciéries d'Arcelor Mittal Annaba : ACO1 et ACO2. Les poudres choisies sont des poudres de couverture produites par CODESID [1]. Elles sont utilisées pour la poche et le répartiteur (tundish). La poudre tundish est constituée essentiellement de diatomite. La poudre de poche est un mélange de sable et de diatomite. Les poudres CODESID possèdent un taux de consommation élevé relativement aux autres produits tel que la poudre de cendres de balles de riz. Celle-ci présente un comportement idéal (taux de consommation faible) comme poudre de couverture. Le taux de consommation des poudres est lié au taux de fusion des poudres. L'ajout de carbone est nécessaire pour réguler le taux de fusion. Celui-ci assure aussi l'isolation thermique du métal liquide. Le taux de fusion dépend du type de carbone, de sa concentration et de la taille des particules de carbone. Il existe plusieurs sortes de carbone : graphite amorphe, coke et noir de carbone. Nous avons choisi le noir de carbone pour sa disponibilité.

Le noir de carbone est issu de la combustion incomplète d'hydrocarbures. Il est similaire au graphite dans certains aspects. La taille des particules de carbone peut varier de 15 à 75 nm. En conséquence, ces fines particules possèdent une grande surface en contact avec les autres particules minérales. Les particules de carbone se présentent en agrégats. La taille des agrégats est une des caractéristiques du noir de carbone qui influence la qualité des poudres.

3. Caractérisation physique des mélanges de poudres

Le mélange de poudres est constitué de sable, diatomite et noir de carbone. La diatomite a une structure siliceuse amorphe. La diatomite utilisée dans cette étude est une diatomite algérienne provenant du dépôt de Sig-Mascara. Au départ, un mélange de sable et de diatomite a été étudié dans le but de définir le mélange ayant des propriétés physiques optimales. Les mélanges sable et diatomite avec 20, 30 et 40% de sable ont été caractérisés. La densité, l'humidité et la perte au feu sont rassemblées dans le tableau suivant.

Trop de sable conduirait à une croûte vitreuse au dessus du liquide métallique. Cette croûte se solidifie et empêche la mesure de la température du liquide métallique. L'augmentation de la diatomite au dessus de 80% conduit à la diminution de la densité de celle-ci, la densité de la diatomite utilisée dans cette étude est de l'ordre de 0.3 g/cm³. Ceci est en accord avec la littérature qui stipule que la densité de la diatomite varie de 0.19 à 0.275 g/cm³ [2].

Les poudres doivent être denses. La densité doit être $> 0.69 \text{ g/cm}^3$. La diatomite possède une perte au feu à 1000°C élevée $\leq 22 \%$ tandis que le sable a une perte au feu faible de l'ordre de $\leq 2.8 \%$. La perte au feu doit être $< 16 \%$. Le mélange sable et diatomite avec 20% de sable constitue un bon compromis avec une densité de 0.738 g/cm^3 et une perte au feu de 12.2% .

Tableau 1 : Propriétés physiques de mélanges sable et diatomite.

% massique de sable	40	30	20
Densité (g/cm^3)	1.326	0.926	0.738
Taux d'humidité (%)	0.36	0.29	0.26
Perte au feu (%)	19.9	12.7	12.2

La poudre de sable et diatomite avec 20% de sable est mélangé à son tour au noir de carbone. Les densités du mélange avec plusieurs proportions de carbone sont rassemblées dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Densité du mélange sable, diatomite et noir de carbone.

% massique de noir de carbone	10	20	30
Densité (g/cm^3)	0.742	0.752	0.785

4. Références

- [1] S. Akroun, S. Bouchama, R. Boulahdid, R. Ferhani, H. Goubi, A. Kessal, A.Merdjani, S.Saadou brevet déposé à L'INAPI par le département SIST de L'URASM/CSC ex-DRA (1987).
- [2] F.Cardarelli, Materials handbook, Springer, USA : 2008, 594.