

Avaliação da transferência de Si do carvão pulverizado injetado para o FeO incorporando o sistema TERMODINÂMICO CaO-SiO₂-Al₂O₃

Autores: Gabriel Silva Perli
Prof. Nestor C. Heck

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
Núcleo de Termodinâmica Computacional para a Metalurgia - NTCm

Centro de Tecnologia - UFRG
Porto Alegre - RS
<http://www6.ufrgs.br/ct/ntcm>

Introdução

A prática de injeção de carvão pulverizado por meio das ventaneiras do alto-forno - conhecido como PCI -, consolidada em todo o mundo, destaca-se como uma tecnologia alternativa para uma produção mais limpa de ferro via alto-forno. As características básicas da técnica de PCI podem ser encontradas na produção suplementar da redução dos gases no processo, permitindo desta forma a substituição parcial do coque.

O tipo de carvão e as condições operacionais, tais como: diâmetro do carvão pulverizado e método de injeção, influenciam no comportamento da combustão na zona de raceway e eficiência do processo. No entanto, as dificuldades operacionais podem dificultar a implementação de altas taxas de PCI no alto-forno. Especialmente sob estas condições, o char não queimado apresenta uma tendência a acumular-se no forno fazendo com que a permeabilidade através do leito de coque diminua.

Alguns resultados da pesquisa indicam que é possível correlacionar esse fenômeno à matéria mineral remanescente da combustão do carvão - as cinzas de carvão. A perda de permeabilidade é, portanto, devida, pelo menos em parte, à influência das cinzas de PCI no leito de coque ("homem morto"), antes de serem incorporadas ao processo de escória.

O objetivo deste estudo é estabelecer uma avaliação descrita previamente de alguns recursos que poderiam levar ou influenciar a transferência de silício a partir de matéria mineral do carvão utilizado no PCI para o ferro-gusa líquido produzido pelo alto-forno. Com base na termodinâmica química computacional, vários subsistemas do sistema Fe-O-C-Si-Al-Ca foram utilizados nesta análise.

O avanço do conhecimento sobre este assunto visa, além disso, de forma objetiva melhorar a seleção de carvões para PCI usados nos altos-fornos, de modo que será possível num futuro próximo estabelecer uma alta taxa de injeção com as conhecidas dificuldades operacionais minimizadas ou mesmo eliminadas.

Metodologia

O estado de equilíbrio para cada sistema em estudo no presente trabalho foi determinada pelo método de minimização da energia de Gibbs utilizando o módulo de Equilib do software FactSage (versão 6.1).

As seguintes bases de dados foram empregadas:

•FSstel - compostos de aço FactSage intermetálicos e soluções de liga [2009];

•FToxid - FACT compostos de óxidos e soluções [2009];

•FACT53 - banco de dados composto FactSage [2009].

Por uma questão de simplicidade, a análise foi restrita à temperatura de 1550 [° C].

Resultados

•Sistema Fe-C-O

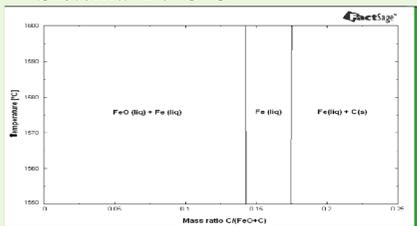


Figura 1

•Sistema Fe-C-O-Si

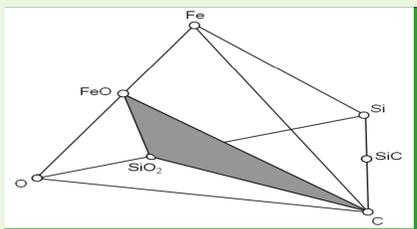


Figura 2

•Diagrama de fases do sistema FeO-C-SiO₂ em 1550 [°C] rico de FeO

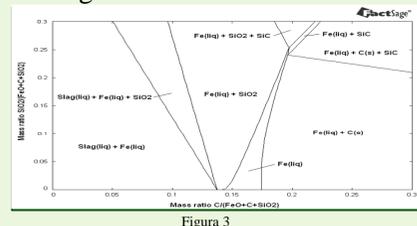


Figura 3

• Diagrama de fases do sistema FeO-C-SiO₂ em 1550 [°C]

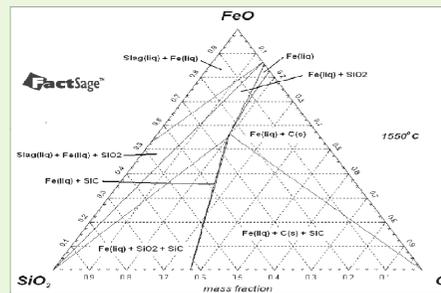


Figura 4

•Sistema Fe-C-O-Si composição tetraédrica com subsistema (FeO)_{0,95}(SiO₂)_{0,05}-SiO₂-C-Si

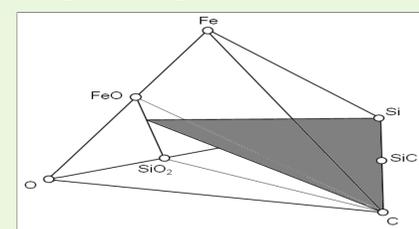


Figura 5

•Diagrama de fases do sistema (FeO)_{0,95}(SiO₂)_{0,05}-Si-C 1550 [°C], FeO-rico no canto

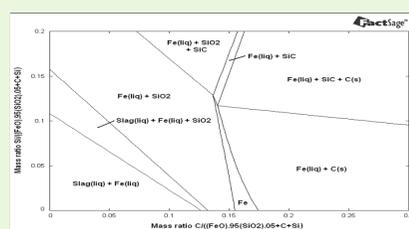


Figura 6

•Teor de C e SiO₂ no Fe(l) dentro do campo de Fe(l)+C(s) em 20-50% em peso de C em função do wt.% SiO₂, em 1550 [° C]

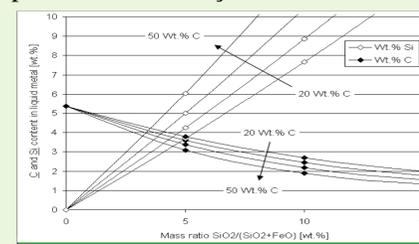


Figura 7

•Relação de SiO₂ e C no ferro líquido no interior do campo Fe(l)+C(s) com 10 wt.% SiO₂, para 20-50% em peso C, em 1550 [° C]

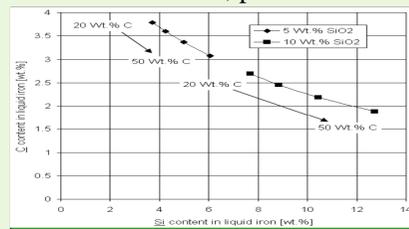


Figura 8

Conclusões

Foi mostrado utilizando a quantidade de SiO₂ como variável (com ou sem outros Al e Ca-óxidos) em equilíbrio com FeO, como entrada para a simulação-. Sob um teor de carbono igual ou superior a 20% em peso - de que o óxido de silício vai exercer uma grande influência sobre o conteúdo de Si em ferro líquido. A quantidade relativa de SiO₂ (usando um eixo "SiO₂-FeO ou similar) e os efeitos do Si, que mostra um aumento acentuado em uma crescente proporção da %SiO₂.

Estes resultados preliminares sugerem também que, sob condições redutoras e fortemente na presença de carbono livre, o conteúdo mineral do carvão pulverizado injetado no alto-forno pode levar, em alguns lugares, a produção de SiC. Este composto, hipoteticamente, juntamente com a fase gás, também pode dar uma contribuição para a transferência de Si.

Outros elementos, como Ca e Al, normalmente presentes na matéria mineral, também foram incluídos na análise, mas parecem não interferir com o processo citado.

Referências

- GUDENAU, H. W.; SENK, D.; FUKADA, K.; BABICH, A.; FROEHLING, C. Coke Behavior in the Lower Part of BF with High Injection Rate. *International BF Lower Zone Symposium*, Wollongong, 2002
- Tsuge, H.; Yoshida, T.; Hideyuki Aoki, H.; Miura, T. The Effect of Pulverized Coal Injection and Volatile Matter Content of Coal on Combustion Characteristics Around the Raceway Zone in the Blast Furnace. 25th HECK, N. C. Theoretical investigation on Si transfer from injected pulverized coal to iron. *Proceedings*, 65th Congresso Anual da ABM Internacional, 2010, Rio de Janeiro, 2010