

1. Reações heterogêneas são as que ocorrem em um local preferencial (interface, por exemplo). A reação de desfosforação descrita por  $2\text{P} + 3\text{O}^{2-} + 2\text{Q} = 2\text{PO}_4^{3-}$  ocorre na interface metal-escória.

1.1 Descreva todas as etapas que influenciam na cinética da reação de de-P apresentada acima, fazendo um croquis da interface e indicando claramente cada uma das etapas.

1.2 Uma das etapas não costuma ser controladora, nas reações de refino dos aços. Identifique esta etapa e explique porque esta etapa não é, normalmente, a mais lenta.

2. Comparando um conversor de sopro combinado com um conversor LD, responda e explique:

2.1 Para um mesmo teor de carbono de fim de sopro (0,06%, p.ex.) qual conversor apresenta menor teor de oxigênio dissolvido.

2.2 Qual dos dois conversores deve desfosforar mais eficientemente? (escolha o parâmetro que manterá constante para a comparação).

2.3 Em qual conversor há maior desequilíbrio entre metal e escória?

3. A Figura mostra medidas de carbono e oxigênio de fim de corrida em Forno Elétrico a Arco (FEA).

3.1 Você acha que pode haver desfosforação significativa até este estágio da corrida? Porque?

3.2 Você acha que pode haver desulfuração significativa até este estágio da corrida? Porque?

3.3 No fim de sopro em conversor LD-KGC o produto  $\%C \times \%O$  se situa em, aproximadamente,  $27 \times 10^{-4} (\%)^2$ . Se a aciaria que usa este FEA produzir aços com o mesmo teor de carbono no fim de corrida e visar o mesmo nível de desoxidação da aciaria LD-KGC, gastará mais ou menos desoxidante?

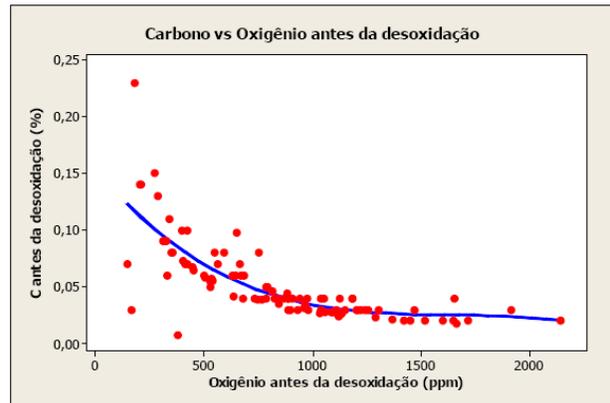


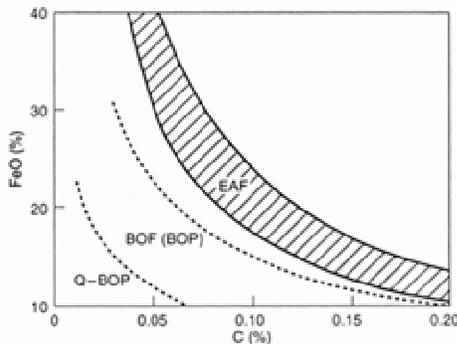
Figura 4 – Curva Carbono versus Oxigênio antes da desoxidação

4. A Figura apresenta o equilíbrio aparente entre o “FeO” da escória e o teor de carbono do aço no fim de corrida em conversores e em FEAs de elevada produtividade.

4.1 Explique como se estabeleceria este equilíbrio e como seria possível calcular, através da termodinâmica, a posição da curva de equilíbrio.

4.2 Explique a posição relativa das linhas Q-BOP e BOF (LD). Indique onde, aproximadamente, estaria a curva de equilíbrio.

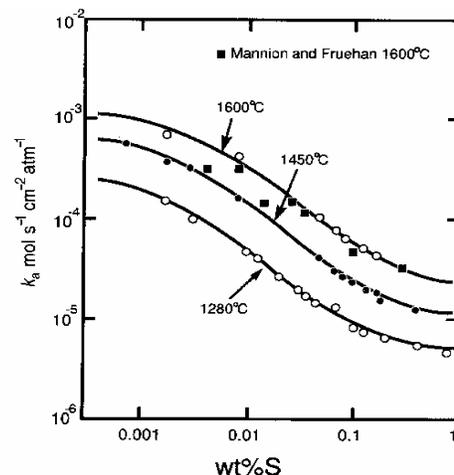
4.3 Porque a operação em forno elétrico, em geral, “suporta” estes níveis de FeO sem comprometer excessivamente a economicidade da aciaria?



5. Belton estudou a descarburização do ferro pelo  $\text{CO}_2$ . Esta reação ocorre na interface metal-gás, e pode ser descrita por  $\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$ . Belton propôs que esta reação envolve a adsorção do  $\text{CO}_2$  na superfície do aço, seguida de sua dissociação em  $\text{CO}$  e  $\text{O}$ , sendo que este último se dissolve no aço para promover a descarburização.

5.1 Mostre esquematicamente TODAS as etapas que podem influenciar nesta cinética de descarburização.

5.2 A Figura ao lado mostra a taxa de descarburização efetiva, em função do teor de enxofre do banho, para diferentes temperaturas. Apresente uma explicação (cinética) para o efeito do enxofre sobre a cinética desta reação.

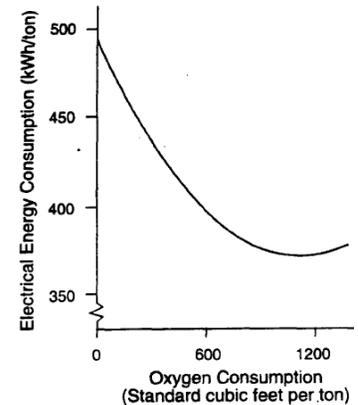


6. A Figura ao lado (<http://www.p2pays.org/ref/10/09047.pdf>) apresenta o consumo de energia elétrica em fornos elétricos em função do consumo de oxigênio.

5.1 Porque você acredita que esta relação seja observada?

5.2 Os dados teóricos indicam que a variação de entalpia de 1 tonelada de ferro desde 25 °C até 1600 °C é de cerca de 390kWh.

Como é possível haver regiões do gráfico em que o consumo real é inferior a este valor?



7. Escreva a reação que descreve a desulfuração do aço em condições redutoras e explique quais as condições ideais (termodinâmicas) para favorecer esta reação.

7.1 Escreva a reação que descreve a desfosforação do aço em condições oxidantes e explique quais as condições ideais (termodinâmicas) para favorecer esta reação.

7.2 Supondo que em um forno elétrico convencional deseja-se realizar as operações abaixo, ordene-as em uma seqüência lógica, explicando sua escolha: (a) vazamento, (b) carregamento da sucata, (c) desulfuração, (d) fusão, (e) desfosforação, (f) descarburização, (g) desoxidação.

8. Quais os efeitos benéficos da oxidação do carbono através da injeção de oxigênio no aço, no forno elétrico?

8.1 Explique, qualitativamente, os resultados de Fruehan para o teor de nitrogênio no aço em FEA em função do sopro de oxigênio e do teor de carbono no metal antes do início do sopro (meltdown carbon).

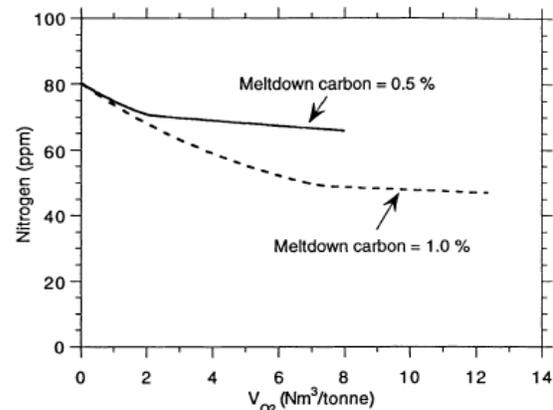


Fig. 15—Change in bulk nitrogen concentrations during EAF steelmaking<sup>[22]</sup>

9. Explique o efeito do sopro de gás inerte por baixo em um conversor LD sobre:

9.1 A relação entre %C e %O no fim de sopro

9.2 A relação entre %FeO e %C no fim de sopro.

10. Nagasaka, Hino e Ban-ya estudaram a cinética de redução de FeO contido em escória por H<sub>2</sub> em um gás. A reação que descreve esta redução é:  $FeO(l) + H_2(g) = tFe(s) + H_2O(g)$ .

10.1 Considerando que o FeO está dissolvido na escória e o hidrogênio no gás sobre a escória, indique e faça um esquema das etapas que podem limitar a cinética da redução do FeO neste caso.

10.2 A Figura mostra o efeito da vazão de gás sobre o metal na taxa de redução de FeO. Analisando a figura, o que pode-se afirmar sobre a participação do transporte no gás na cinética do processo?

