

Refino dos Aços- UFF 2005

Cinética

As reações em siderurgia ocorrem em interfaces (chamadas reações heterogêneas). Quando reações ocorrem em interfaces há três etapas fundamentais que podem controlar a taxa global da reação ou processo:

- Transporte dos reagentes até a interface
- Reação química propriamente dita (e fenômenos superficiais tais como adsorção e dessorção de reagentes e produtos)
- Transporte dos produtos “para longe” da interface.

Em geral, a força motriz que faz com que um processo ocorra (processo, aqui, significa o conjunto das três etapas) é uma diferença de potencial químico.

Assim, por exemplo, se o potencial químico do nitrogênio é menor na fase gasosa do que no metal, pode-se esperar que haverá remoção do nitrogênio do metal para o gás. A taxa (“velocidade”) com que esta remoção ocorre dependerá da diferença de potencial químico do nitrogênio entre a fase metal líquido e a fase gasosa.

No caso dos processos relevantes para refino dos aços, como as temperaturas são altas, normalmente as etapas de transporte são significativamente mais lentas do que a reação química em si. No caso de um processo que envolve metal líquido e gás é razoável supor que o transporte dos átomos no metal é muito mais lento do que no gás.

Normalmente, exprime-se a taxa com a qual um elemento é transportado até uma interface (ou a partir de uma interface) sob a forma de fluxo (da mesma forma que em difusão).

Assim:

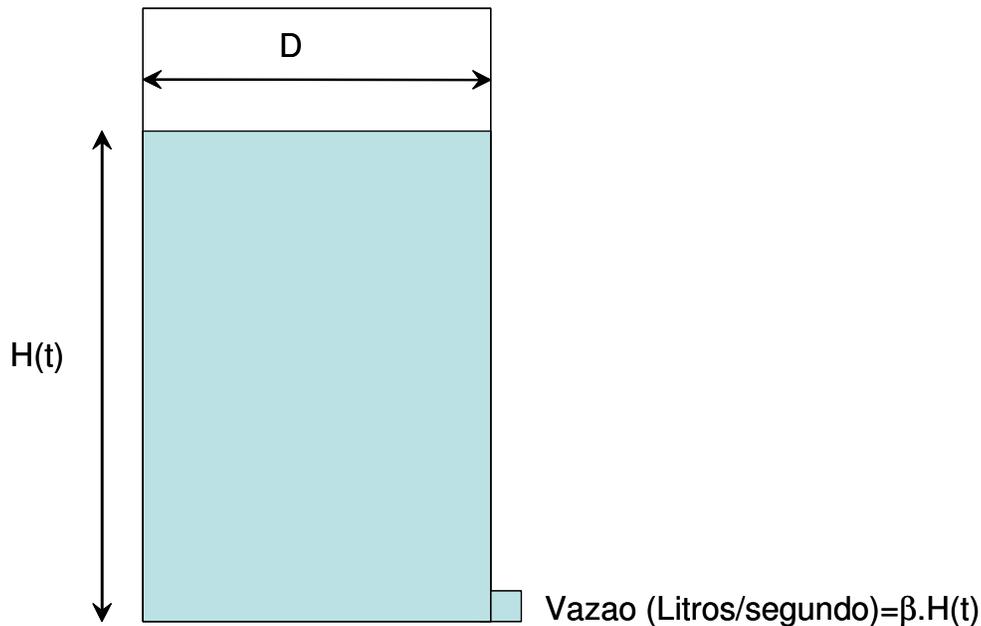
$$J_N = \alpha(\mu_N^{metal} - \mu_N^{gás}) \left[\frac{massa}{tempo \text{ área}} \right]$$

Como trabalhamos com soluções diluídas, é comum tentar expressar o fluxo em função de uma diferença de composições químicas. Naturalmente, para que isto seja aceitável, é necessário que exista uma proporcionalidade entre o potencial químico (ou a atividade) e a composição química.

No caso em questão, assume-se que existe equilíbrio entre o gás e o metal na interface (apenas na interface). Isto significa que o potencial químico do nitrogênio no metal, pelo lado da interface, seria o mesmo que o do gás. Assim, aplicando a Lei de Sievert poderíamos conhecer o teor de nitrogênio do aço, na interface, se soubermos a pressão de nitrogênio no gás.

$$\%N_i = \%N_{eq} = k_{Siefert} \sqrt{P_{N_2}}$$
$$J_N = \beta(\%N_{aço} - \%N_i) = \beta(\%N_{aço} - \%N_{eq})$$

Avaliar o efeito deste fluxo de massa de nitrogênio que sai do aço é matematicamente semelhante a avaliar a evolução do nível de água em uma caixa d'água em que a vazão de água que sai pelo fundo da caixa é proporcional ao nível de água na caixa.



Formule um balanço de massa da caixa d'água em um intervalo de tempo dt , pequeno para podermos assumir que a vazão é constante durante este intervalo (água que sai= variação do volume de água dentro da caixa).

Obtenha então uma equação que exprima o nível da água ($H(t)$) em função de t e do nível inicial.

Observe que o problema da remoção do nitrogênio é similar.

Formule um balanço de massa de nitrogênio em um intervalo de tempo dt , pequeno para podermos assumir que o fluxo é constante durante este intervalo (massa de nitrogênio que sai= variação de massa de nitrogênio dentro da panela de aço).

$$\text{Massa que sai} = J_N A dt \left[\frac{\text{massa}}{\text{área tempo}} \right]$$

$$\text{Variação de massa } N \text{ na panela} = \frac{W \% N_{\text{aço}}(t + dt)}{100} - \frac{W \% N_{\text{aço}}(t)}{100}$$

Explicita uma equação para a evolução do teor de nitrogênio do aço em função do tempo e das constantes (β (coeficiente de transporte de massa do nitrogênio), W (peso da corrida), A (área da interface), p (pressão de N_2 no gás))