

Desfosforação- Fórmulas Empíricas

Nem sempre é possível obter valores experimentais para a capacidade de fosfato de escórias. Assim, é comum utilizar-se fórmulas empíricas para a avaliação da partição de fósforo entre escória e metal em processos de aciaria.

Neste exercício, deseja-se comparar os resultados obtidos através de algumas das fórmulas empíricas mais comuns.

Fórmula de Healy

G.W. Healy, J.I.S.I, July 1970, pp. 664-668.

$$\log \frac{(\% P_{escoria})}{(\% P_{metal})} = \frac{22350}{T} - 16,0 + 2,5 \log \% Fe_t + 0,08 \times \% CaO \pm 0,4$$

Nota: Fe_t é calculado como 0,8 FeO.

Fórmulas de Suito e Inoue

H. Suito e R.Inoue, ISIJ International, 35 (1995) pp 258-265.

Fórmula “Tipo Healy”

$$\log \frac{(\% P_{escoria})}{(\% P_{metal})(\% Fe_t)^{5/2}} = \frac{11570}{T} - 10,52 + 0,072 \times [(\% CaO) + 0,3(\% MgO) + 0,6(\% P_2O_5) + 0,2(\% MnO) + 1,2(\% CaF_2) - 0,5(\% Al_2O_3)]$$

Deve-se observar três pontos importantes:

- A dependência da temperatura é bem menos significativa do que na fórmula de Healy.
- Os demais óxidos da escória são considerados, além da CaO. A inclusão do P_2O_5 dificulta a solução da equação de uma forma geral.
- A CaF_2 tem um efeito **muito** forte sobre a desfosforação.

Fórmula “Tipo Balajiva”

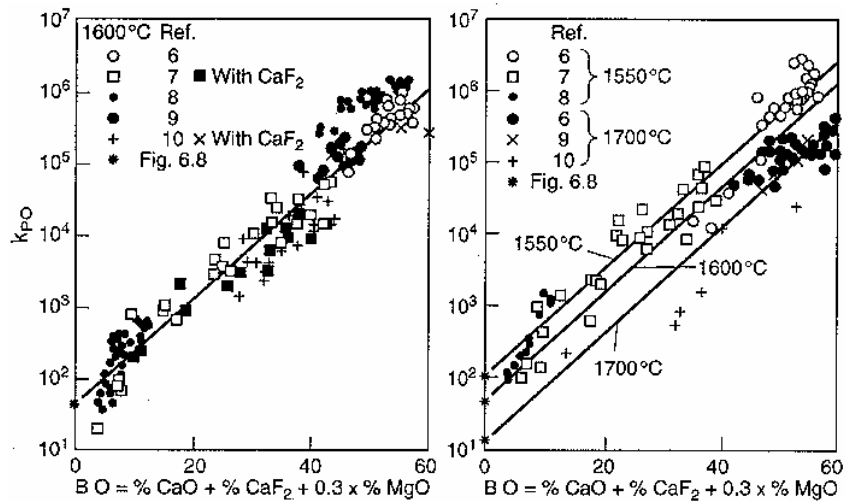
$$\log \frac{(\% P_2O_5)}{(\% P_{metal})^2 (\% Fe_t O)^5} = \frac{22810}{T} - 20,51 + 0,145 \times [(\% CaO) + 0,3(\% MgO) - 0,5(\% P_2O_5) + 0,3(\% MnO) + 1,2(\% CaF_2) - 0,2(\% Al_2O_3)]$$

Fórmula de Capacidade de Fosfato de Turkdogan

E.T. Turkdogan, Fundamentals of Steelmaking, The Institute of Materials, London, 1996, p 188.

Turkdogan observou que a correlação entre a capacidade de fosfato e a basicidade é limitada. Entretanto, observou boa correlação entre uma capacidade de fosfato adaptada e a soma dos óxidos básicos:

$$k_{so} = \frac{(\% P)_{escoria}}{\% P \% O^{2.5}}$$



$$\log k_{PO} = \frac{21740}{T} - 9,87 + 0,071 \times [(\% CaO) + 0,3(\% MgO) + (\% CaF_2)]$$

Observa-se:

- O efeito da CaF_2 .
- O coeficiente do MgO é o mesmo das fórmulas de Suito e Inoue.

Fórmula de Bergman com Basicidade Ótica

A. Bergman, Steel Research, 60 (1989), pp 191-195.

A basicidade ótica da escória é calculada ponderando-se as basicidades óticas dos diversos óxidos através da “fração equivalente” (fração molar multiplicada pelo número de átomos de oxigênio no componente).

A tabela abaixo apresenta um sumário de valores de basicidades óticas apresentados por vários autores.

Classificação do Óxido	Óxido/ Composto	Λ_i Teórico	Λ_i E.n. Pauling	Λ_i (UV) Medido
Básicos	Na ₂ O	1,11	1,15	1,15
	BaO	1,08	1,1	1,15
	CaO	1,0	1,0	1,0
Intermediários	MnO	0,95		
	FeO	0,94	0,51	
	ZnO	0,91		
	MgO	0,92	0,605	0,78
	Cr ₂ O ₃	0,77		
	Al ₂ O ₃	0,66	0,60	0,605
	Fe ₂ O ₃	0,72	0,48	
Ácidos Fluoretos	TiO ₂	0,65		
	B ₂ O ₃	0,42	0,42	
	SiO ₂	0,47	0,48	0,48
	P ₂ O ₅	0,38	0,40	0,40
	CaF ₂	0,67		
	MgF ₂	0,51		
	NaCl	0,68		
	BaF ₂	0,78		

Basicidade Ótica Teórica dos Principais Constituintes de Escórias (Nakamura, 1986) e Slag Atlas, 2nd ed, VDEh, pp.11 (E.n. Pauling e medido por UV)

A tabela abaixo apresenta os valores de basicidade ótica selecionados por Bergman:

Classificação do Óxido	Óxido/ Composto	Λ_i Teórico
Básicos	CaO	1,0
Intermediários	MnO	0,59
	FeO	0,51
	MgO	0,78
	Al ₂ O ₃	0,605
	Fe ₂ O ₃	0,48
Ácidos	TiO ₂	0,55
	SiO ₂	0,48
	P ₂ O ₅	0,40

Basicidades óticas empregadas por Bergman

A correlação proposta por Bergman é:

$$\log \frac{1,6\sqrt{0,64 + (\% P_{escoria})} - 1,28}{\% P_{metal} (\% O_{metal})^{5/2}} = 17,58\Lambda - 7,86 \quad \text{a } 1600 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Em geral, propôs:

$$\log \frac{(\% PO_4^{3-})}{\% P_{metal} (\% O_{metal})^{5/2}} = 21,3\Lambda - 27,9 + \frac{32912}{T}$$

Nota: Para fins de cálculo neste exercício, pode ser considerada uma escória contendo:

45% CaO, 25% SiO₂, 17% FeO, 3% Fe₂O₃ e 10% MgO e 1,5% P₂O₅.

