

INFLUÊNCIA DO TIPO DE OXIDANTE NA COMBUSTÃO DO GÁS NATURAL EM UM FORNO DE REFUSÃO DE ALUMÍNIO

Aluno: Rafael Cezar Menezes
Orientador: Angela O. Nieckele

Introdução

O combustível usado como fonte de energia para a fusão do alumínio é de extrema importância para um melhor desempenho do forno, tendo sido analisado em diversos trabalhos. Dentre os trabalhos disponíveis, vale ressaltar a análise do escoamento realizada por Nieckele et al. (1999, 2004) utilizando diferentes tipos de queimadores e condições de operação e por Brewster et al. (2001) utilizando oxigênio enriquecido. Nota-se, no entanto, que o tipo de oxidante também pode conduzir a um melhor desempenho, levando também a uma melhor preservação do equipamento. Ar é mais abundante e barato, porém devido a presença de nitrogênio, existe uma indesejável formação de NOx. Uma alternativa é empregar oxigênio puro. Embora seja mais caro, pode levar a um processo de combustão mais eficiente. Portanto, o presente trabalho visa avaliar a influência do tipo de oxidante.

Objetivos

Comparar o desempenho de um forno de refusão de alumínio utilizando oxigênio puro e ar. Analisar a distribuição de temperatura nas paredes do refratário, uniformidade do fluxo de calor e concentração de água na superfície do alumínio, e distribuição de Nox na chaminé.

Metodologia

A geometria do forno está representada como um prisma retangular de 4.0 m de comprimento, 1.5 m de largura e 2.0 m de altura, apresentada na Fig.1. Devido à simetria somente metade do forno foi resolvida. Combustível e oxidante são introduzidos no forno pelo plano frontal, mesmo plano onde se encontra a chaminé.

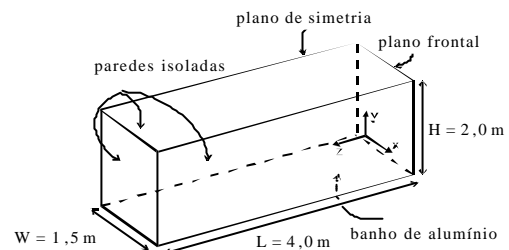


Fig.1 Esquema do forno e geometria

O escoamento turbulento e a troca de calor dentro do forno foram resolvidos numericamente usando a técnica do volume finito e o pacote comercial FLUENT, versão 6.2. As fórmulas médias da equação de conservação de massa e momentum são dadas por:

$$\text{div}(\rho \mathbf{v}) = 0 \quad ; \quad \text{div}(\rho \mathbf{v} \mathbf{v}) = \text{div}[\mu_{\text{ef}} (\text{grad } \mathbf{v} + (\text{grad } \mathbf{v})^T)] - \text{grad } P \quad (1)$$

onde ρ é a densidade, \mathbf{v} é o vetor velocidade, e $\mu_{\text{ef}} = \mu + \mu_t$ é a viscosidade efetiva, obtida pelo modelo de turbulência κ - ϵ .

Na Figura 2, a influência da chama nas paredes do refratário é claramente vista no caso O_2 , pelos pontos quentes na parede lateral (1446K). Esses pontos podem danificar a parede do refratário, aumentando no custo do projeto. A distribuição da temperatura nas paredes para o caso do Ar (Fig.2b) é mais uniforme e a temperatura média nas paredes é 1407 K.

O fluxo de calor por radiação na superfície do alumínio é mostrado na Fig.3. Devido a altas temperaturas da chama, o fluxo por radiação é dominante e podem-se observar grandes

valores abaixo da chama para ambos os casos. Como a chama de O_2 é mais concentrada, uma pequena região de fluxo de calor elevada pode ser observada próxima a entrada.

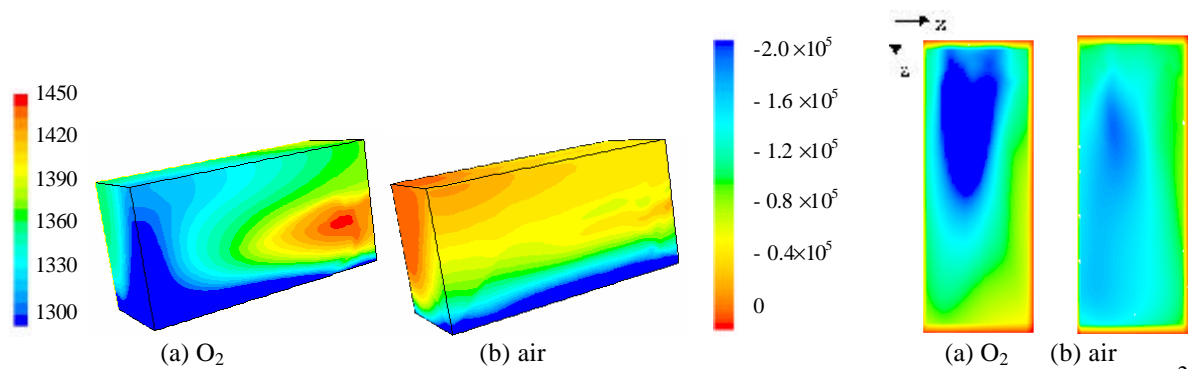


Fig. 2: Temperatura nas paredes do refratário

Fig. 3: Fluxo de calor de radiação (W/m^2)

A Figura 4 mostra a distribuição de água na superfície do alumínio. Altas concentrações de água são indesejadas, pois uma camada de óxido de alumínio pode se formar, aumentando a resistência térmica comprometendo a qualidade do produto. Note que a distribuição de água é uniforme em ambos os caso, sendo mais baixa no caso com o ar.

A distribuição da fração molar é ilustrada na Fig. 5 na chaminé. Pode ser visto que a concentração é aproximadamente uniforme na chaminé, e o valor médio é igual a 4.25 ppm. A presença do NO_x é o pior inconveniente no emprego de ar ao invés de oxigênio puro

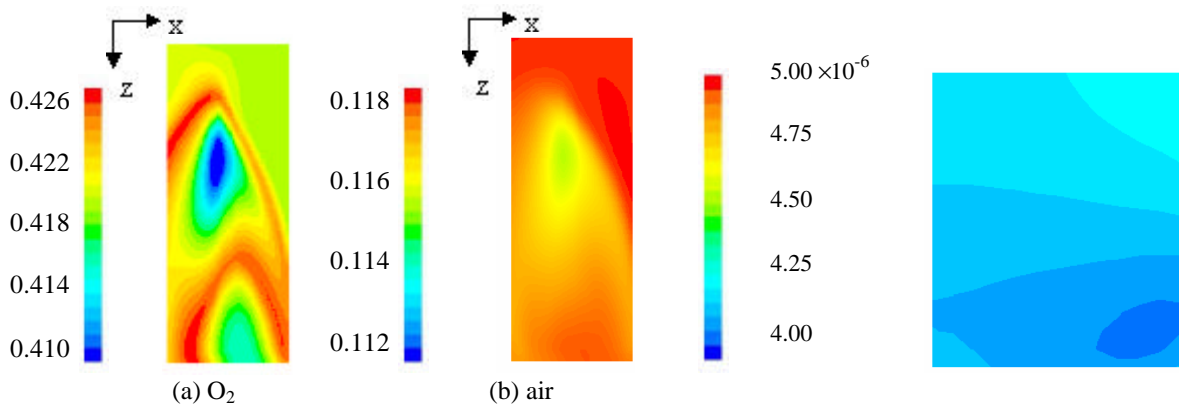


Fig. 4: Fração em massa da água na superfície do alumínio

Fig. 5: Fração em massa de NO_x na chaminé.

Conclusões

A simulação numérica do processo dentro de um forno fusão do alumínio provou ser uma ferramenta útil, que pode contribuir para melhorar diversos aspectos de interesse industrial, como por exemplo, redução no custo de material de manutenção do forno, aumento da eficiência do processo de fusão e garantia de qualidade do produto pela investigação de depósito de água na superfície do alumínio.

Referências

1. NIECKELE, A.O., NACCACHE, M. F., GOMES, M. S. P., 2004, "Numerical Simulation of a Three Dimensional Aluminum Melting Furnace", Journal of Energy Resources Technology, ASME, vol. 126, pp.72-81.
2. NIECKELE, A.O.; NACCACHE, M. F.; GOMES, M. S. P. AND KOBAYASHI, W., 1999, "The influence of oxygen injection configuration in the performance of an aluminum melting furnace," Proceedings of 1999 ASME-IMECE, USA, Heat Transfer Division, 2, pp. 405-412..
3. BREWSTER, B.S.; WEBB, B.W.; MCQUAY; M.Q., D'AGOSTINI, M. AND BAUKAL, C.E., 2001, "Combustion measurements and modelling in an oxygen-enriched aluminium-recycling furnace," Journal of the Institute of Energy, 74, pp. 11-17.