cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Otimização das propriedades físicas, mecânicas e termomecânicas de ferramentas de escumagem refratárias utilizadas no processo de refusão do alumínio

Felipe de Paula Faria[1]; Moisés da Silveira Pereira[1, 2]; Sylma Carvalho Maestrelli[1]
1. Universidade Federal de Alfenas, *campus* de Poços de Caldas; 2. Alcoa Alumínio S.A.

Introdução

A produção secundária de alumínio em fornos de refusão exige a remoção constante da escória por meio de ferramentas de escumagem (usualmente metálicas) que contaminam o banho com ferro, levando as indústrias a adotarem versões revestidas com refratário. Embora a solução refratária comercial represente um significativo avanço em relação à ferramenta metálica, ainda são observadas limitações relacionadas à aderência residual de alumínio, comportamento sob esforços mecânicos de flexão durante a operação e estabilidade estrutural sob ciclos térmicos repetitivos. Desse modo, tem-se uma oportunidade de investigar modificações na formulação refratária visando melhor desempenho

Objetivos

Otimizar as propriedades de um concreto refratário sílico-aluminoso (aprox. 50% de alumina) para aplicação como ferramenta de escumagem nos fornos de refusão da Alcoa Alumínio S.A., em Poços de Caldas/MG. A hipótese central é que a incorporação de aditivo antimolhante e mineralizante (CaF_2) possa ampliar a vida útil da ferramenta.

Metodologia



Resultados e Discussão

Tab. 1. Resultados para as composições investigadas

Ensaio	Secagem e queima	FP	NF
MAE (g/cm³)	110°C/24h 800°C/5h	2,29±0,01 2,25±0,01	2,25±0,01 2,25±0,01
R. Flexão (MPa)	110°C/24h 800°C/5h	6,23±0,36 7,50±0,31	6,90±0,49 14,04±0,94
R. Compressão (MPa)	110°C/24h 800°C/5h	16,56±0,25 22,76±1,90	21,71±0,99 38,90±0,49
ΔL/L, em %)	110°C/24h 800°C/5h	-0,05±0,01 -0,12±0,03	-0,05±0,02 -0,12±0,03
Creep Test (%)	1100°C/50h	0,00±0,01	-0,05±0,02

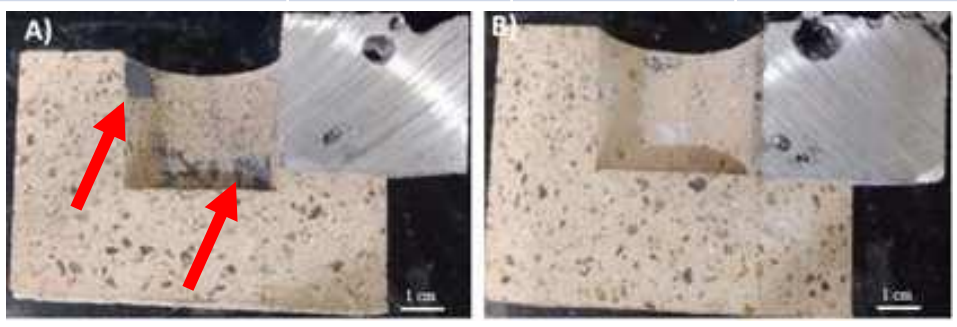


Fig. 1. *Cup Test* (alumínio líquido, 900 °C, 72 h) das formulações (A) padrão, FP e (B) nova formulação, NF

FRX: FP com 56,52% de Al_2O_3 e 32,20% de SiO_2, coerentes com a especificação de 50% de alumina informada pelo fabricante e com a classe de refratários investigada; NF com 52,12% Al_2O_3 e 31,14% de SiO_2 (comportamento esperado, pois a adição de 2% em massa de fluorita promove uma diluição proporcional dos demais constituintes da matriz). Teor de CaO: FP com 1,63%, atribuído essencialmente ao ligante de cimento de aluminato de cálcio (CAC); NF registrou 2,87%, coerente com a incorporação da fluorita (2% m/m de CaF_2), cujo cálcio é detectado pela FRX na forma de óxido equivalente.

Conclusões

A NF superou a formulação padrão em todas as propriedades avaliadas (aumento de 87% e 71% na flexão e na compressão, com ganhos estatisticamente confirmados (teste *t de Student,* α=0,05), sem prejuízo na resistência à fluência e estabilidade dimensional. No *Cup Test*, eliminou por completo a aderência do alumínio líquido. Testes vêm sendo realizados *in loco*, (fábrica) para implantação.

Agradecimentos

À FAPEMIG, CAPES (Cód. 001), Alcoa Alumínio S.A. e Cerâmica Togni.

Referências

AL-ALIMI, S. et al. Recycling aluminium for sustainable development: a review of different processing technologies in green manufacturing. Results in Engineering, v. 23, art. 102566, 2024.
BARANDEHFARD, F. et al. Improving corrosion resistance of aluminosilicate refractories towards molten Al-Mg alloy using non-wetting additives: a short review. Materials, v. 13, n. 18, 2020.
ZAIOU, S. et al. Effect of CaF_2 addition on the densification behavior and mechanical properties of resistant anorthite and its bioactivity. Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, v. 18, n. 1, p. 69–82, 2023.