

MODELAGEM FISICAMENTE NÃO LINEAR DE MATERIAIS REFRATÁRIOS A ALTAS TEMPERATURAS CONSIDERANDO EFEITOS DE DANO E FLUÊNCIA

PHYSICALLY NON-LINEAR MODELING OF REFRACTORY MATERIALS AT HIGH TEMPERATURES CONSIDERING THE DAMAGE AND CREEP EFFECTS

Lucas Breder Teixeira¹ e Samuel Silva Penna²

- ¹. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais;
lucas.teixeira@magnesita.com
- ². Professor do Departamento de Engenharia de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais;
spenna@dees.ufmg.br

Resumo. Este trabalho discute a modelagem fisicamente não linear de materiais refratários sujeitos a altas temperaturas utilizando o Método dos Elementos Finitos, onde efeitos de dano e fluência são significativos para a correta descrição de seu comportamento em operação. Inicialmente é feita uma descrição geral dos materiais refratários, citando-se suas diversas composições químicas e formatos. As características termo-mecânicas desses materiais são então detalhadas, destacando-se principalmente suas propriedades elásticas, de amolecimento e de fluência e relaxação de tensões ao longo do tempo. São feitas ainda considerações sobre a evolução da modelagem numérica de refratários, partindo de modelos lineares elásticos até o uso de modelos constitutivos mais complexos. Por se tratarem da contribuição mais significativa desse trabalho, o modelo de fissuração distribuída e modelos viscoelásticos lineares e não-lineares são discutidos de maneira aprofundada. Por fim é apresentado o software de análise estrutural INSANE, desenvolvido no Departamento de Estruturas da UFMG, que será utilizado como plataforma para a implementação e uso dos modelos necessários para a realização desse trabalho. São mostradas as modificações necessárias para o funcionamento dos modelos e resultados preliminares são apresentados.

Palavras-chave: Refratários, Viscoelasticidade, Dano, Fissuração Distribuída

Abstract. This article discusses the physically non-linear modeling of refractory materials subjected to high temperatures using the Finite Element Method, where the effects of damage and creep are meaningful to the right description of their behavior during work. Initially a general description of refractory materials is made, citing their several chemical compositions and shapes. The thermomechanical characteristics of such materials are detailed, highlighting mainly their elastic properties, the softening and the creep and stress relaxation over time. Some considerations are made about the evolution of the numerical modeling of refractory's materials, starting from linear elastic models until the use of complex constitutive models. Because these contributions are the most significant of this work, the smeared cracking model, the linear and nonlinear viscoelastic models are discussed more deeply. The structural analysis software INSANE developed in the Structural Engineering Department of UFMG is presented since it'll be used as a platform to the models' implementation and use in this work. Some necessary modifications in this software to fit the models' requirements are presented and preliminary results are shown.

Keywords: Refractories, Viscoelasticity, Damage, Smeared Cracking