



PIBIC/CNPq/UFPG-2011

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE PROCESSOS DE FRATURA ASSISTIDA PELO AMBIENTE CONSIDERANDO O EFEITO DA DIFUSÃO SÓLIDO-SÓLIDO E APRISIONAMENTO DE HIDROGÊNIO

Edjan Tomaz da Silva¹, Antonio Almeida Silva², Jorge Antonio Palma Carrasco³

RESUMO

A susceptibilidade dos aços à fragilização por hidrogênio depende da difusividade, solubilidade e outras características micro-estruturais do transporte de hidrogênio, como o *aprisionamento de hidrogênio*. O tipo de aprisionamento pode modificar essa susceptibilidade. Este artigo apresenta uma simulação numérica do efeito do aprisionamento de hidrogênio sobre a propagação de trincas no aço API 5CT P110 usando o modelo de dano proposto por Bolotin & Shipkov (2001). O termo do aprisionamento na equação de difusão desse modelo foi substituído pelo termo equivalente do modelo de McNabb & Foster (1963). Foi simulado um espécime CT carregado no modo de abertura I, no regime linear elástico, em estado plano de deformação e sob a ação de um carregamento mecânico estático e o efeito do hidrogênio. O sistema não-linear de equações diferenciais ordinárias foi resolvido pelo método de Runge-Kutta de 4ª ordem. O problema da difusão e aprisionamento de hidrogênio em fase sólida foi resolvido pelo método das diferenças finitas. As simulações mostraram que a degradação do material à frente da ponta da trinca, devido o efeito do hidrogênio, diminui com o decrescimento da concentração na ponta da trinca pelo efeito do aprisionamento e que o processo de crescimento da trinca é mais lento do que no material hidrogenado livre de aprisionadores.

Palavras-chave: Mecânica do Dano Contínuo, Fragilização por Hidrogênio, Aprisionamento de Hidrogênio.

NUMERICAL SIMULATION OF ENVIRONMENTAL-ASSISTED FRACTURE PROCESSES CONSIDERING THE SOLID-SOLID DIFFUSION AND HYDROGEN TRAPPING EFFECT

ABSTRACT

The hydrogen embrittlement susceptibility of steel depends on diffusivity, solubility and other microstructural characteristics of the hydrogen transport, as the *hydrogen trapping*. Furthermore, the trapping kind can modify this susceptibility. This paper presents a numerical simulation of the trapping hydrogen effect on crack propagation in the API 5CT P110 steel using the damage model proposed by Bolotin & Shipkov (2001). The trapping term at the diffusion equation of damage model was replaced by the equivalent term of McNabb & Foster's model (1963). Was simulated an C(T) specimen loaded in the tensile opening mode, in linear elastic regime, in plane strain state, and under the action of a static mechanical loading and hydrogen effect. The non-linear system of ordinary differential equations was solved through the 4th order Runge-Kutta method. The problem of diffusion and hydrogen trapping in the solid phase was solved by the Finite Difference Method. The simulations showed that the material degradation ahead of crack tip, due to hydrogen, decreases with decreasing in concentration at the crack tip by the trapping effect. Additionally, that the process of crack evolution is slower than in the hydrogenated material free of traps.

Keywords: Continuum Damage Mechanics, Hydrogen Embrittlement, Hydrogen Trapping.

¹ Aluno do Curso de Engenharia Mecânica, Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica, UFPG, Campina Grande, PB, E-mail: edjan2@yahoo.com.br

² Engenheiro Mecânico, Professor. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica, UFPG, Campina Grande, PB, E-mail: almeida@dem.ufcg.edu.br

³ Engenheiro Agrícola, Pesquisador, Co-orientador. Doutorando, Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais, UFPG, Campina Grande, PB, E-mail: jorge_palma_c@yahoo.com.br