

I Congresso Geral de Energia Nuclear

Rio de Janeiro, 17 a 20 de Março de 1986

ANAIS - PROCEEDINGS

COMPORTAMENTO MECÂNICO DO Nb MONOCRISTALINO IRRADIADO COM NÊUTRONS.

Mauro Pereira Otero

Georgi Lucki

IPEN-CNEN/SP.

Divisão de Danos de Radiação

Resumo.

Amostras de Nb de orientação [941] foram irradiadas a um fluxo integrado de $1,1 \times 10^{19}$ n/cm² no reator IEA-R1 do IPEN-CNEN/SP. Experimentos de tensão-deformação mostraram um encruamento induzido pela irradiação de cerca de 16%. Esse resultado é interpretado considerando-se o modelo de encruamento denominado "encruamento pela rede cristalina". Os sistemas de deslizamentos observados, correspondem ao sistema de deslizamento anômalo.

Abstract.

Nb [941] - oriented single crystal was irradiated to a fluence of 1.1×10^{19} n/cm² in the IEA-R1 reactor at IPEN-CNEN/SP. Tensile-Stress experiments showed an irradiation induced hardening, characterized by an increase in the yield stress of about 16%. This result was interpreted using the "lattice hardening" model. The observed slip systems are attributed to the gliding of the anomalous slip planes.

1. Introdução.

As condições extremas (fluxos de nêutrons e gamas, p.ex.) a que estão sujeitos os magnetos de um reator de fusão, justificam o estudo de danos de radiação no Nb.

2. Procedimento Experimental.

O material utilizado é o Nb monocristalino de orientação [941], desga-seificado⁽¹⁾. A irradiação foi feita no reator IEA-R1 do IPEN-CNEN/SP à

temperatura ambiente. Os experimentos de tensão-deformação foram realizados (à temperatura ambiente) numa máquina universal de ensaios mecânicos a uma taxa de deformação de $1,6 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$. A análise morfológica da superfície das amostras deformadas foi feita utilizando-se da técnica de Nomarski.

3. Resultados e Discussão.

A figura 1 ilustra duas curvas de tensão-deformação, $\sigma \times \epsilon$, para amostras de Nb desgaseificado deformado numa direção paralela ao eixo [941] cuja posição é mostrada no triângulo estereográfico padrão, (a). A curva (b), é para a amostra não irradiada, $\phi t = 0$, e a curva (c), para a amostra irradiada, $\phi t = 1,1 \times 10^{19} \text{ n/cm}^2$. Onde $\phi t =$ fluxo integrado.

Observa-se um aumento no limite de escoamento, LE, de 3,65 para $4,25 \text{ kgf/mm}^2$ que corresponde a um encruamento de 16 %. Após o LE, a amostra irradiada exhibe um escoamento mais pronunciado do que a amostra não irradiada.

O encruamento é interpretado considerando-se os defeitos produzidos por radiação como obstáculos ou barreiras aos movimentos das discordâncias⁽²⁾, e o escoamento posterior, como uma avalanche de discordâncias que rompem as barreiras, à medida que a deformação se processa.

A figura 2 ilustra as superfícies das amostras deformadas: (a) - superfície mais larga e (b) - superfície estreita (dorso).

As linhas correspondem aos deslizamentos de planos cristalográficos que no caso foram identificados como planos de deslizamentos anômalo ($1\bar{1}0$). Esses planos de deslizamentos apresentam fator de Smith (0,244) menor do que aqueles do plano de deslizamento primário (101), (0,499)⁽³⁾. Nota-se também os deslizamentos ao longo dos planos de deslizamento conjugado ($10\bar{1}$). Supõe-se que os planos conjugados ($10\bar{1}$) fornecem discordâncias aos planos anômalos, conforme foi observado através de microscopia eletrônica de transmissão de alta voltagem - METAV⁽¹⁾.

4. Conclusão.

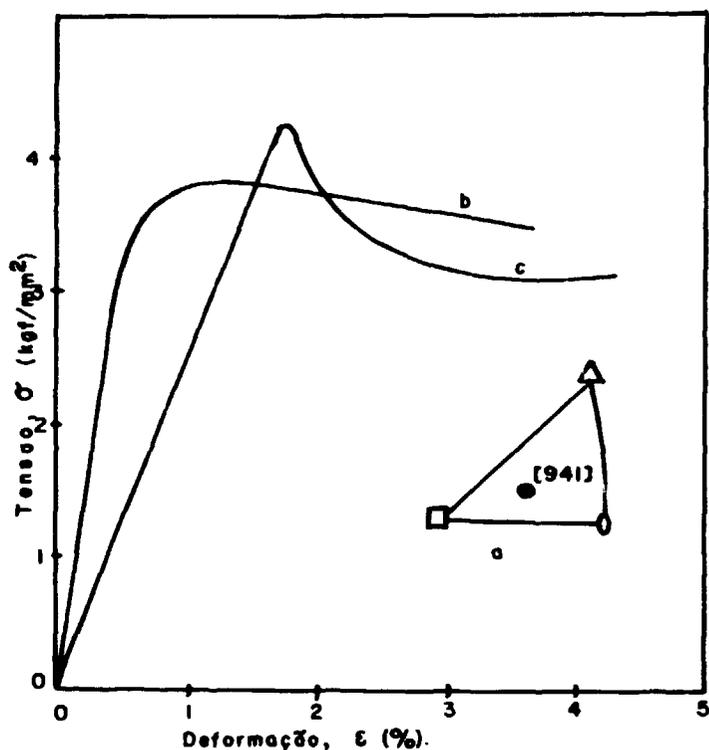


Fig. 1 Curvas de Tensão-Deformação para amostras de Nb Monocristalino deformado segundo a direção [941] (a) triângulo estereográfico padrão, (b) amostra não irradiada e (c) amostra irradiada até um fluxo integrado de $1,1 \times 10^{19}$ n/cm².

a) A irradiação neutrônica à temperatura ambiente, induz um encruamento (em deformações à temperatura ambiente) no Nb monocristalino de orientação [941] de 16 %.

b) A deformação se processa pela operação de uma mecanismo de deformação caracterizado pelos deslizamentos de planos de deslizamentos anômalo.

5. Bibliografia.

- (1) OTERO, M.P. Observação Direta da Interação de Discordâncias com Defeitos em Nióbio Irradiado, por meio de Microscopia Eletrônica de Transmissão de Alta Voltagem. Tese de Doutorado - IPEN-CNEN/SP, 1985.

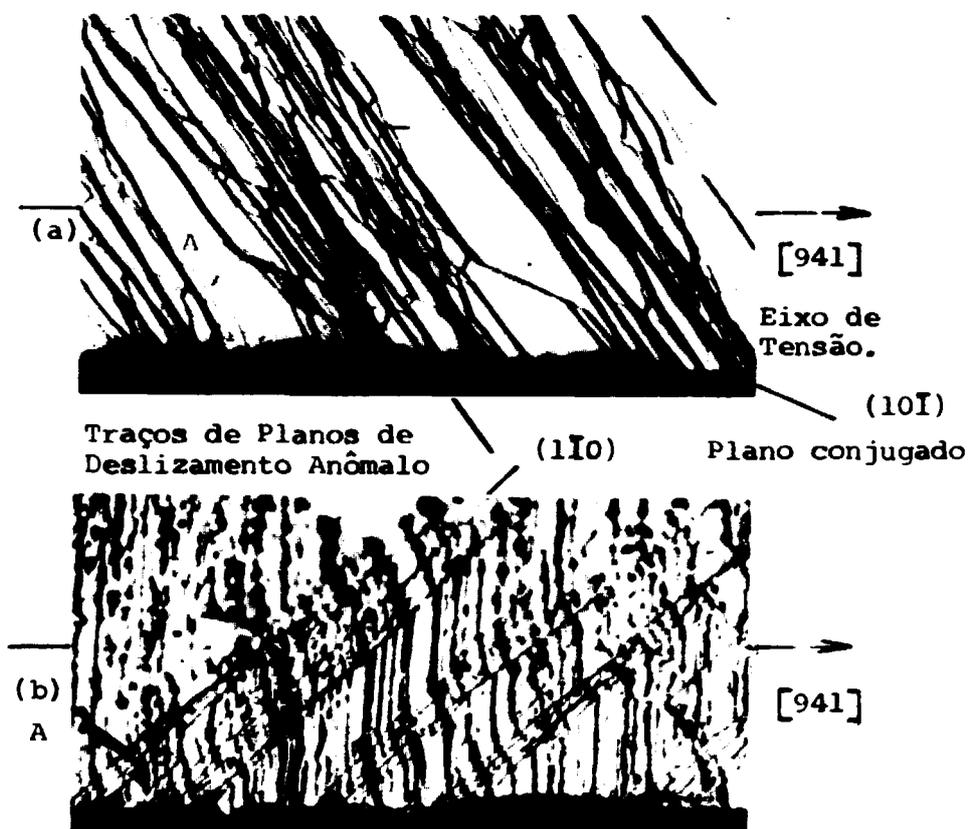


Fig.2. Traços de deslizamentos observados nas superfícies de amostras de Nb monocristalino [941] irradiado com nêutrons até $1,1 \times 10^{19}$ n/cm². (a) superfície larga, (b) superfície estreita.

- (2) HOLMES, D.K. Radiation Damage in non-fissionable metals. In: The interactions of radiation... proceedings of the international... held at Mol, Belgium, 12-31 August 1963, Amsterdam, 1964, p.147-239.
- (3) NAGAKAWA, J.; MESHII, M.; LOOMIS, B.A. Effect of Electron Irradiation on the Low Temperature Deformation of Niobium. Script.Metall., 13: 241-4, 1979.