

Disciplina: SMM-0328 – Comportamento Mecânico dos Materiais

Professores responsáveis:

Waldek W. Bose Filho

Cassius O. Figueiredo Terra Ruchert

Monitor:

Ronald Morales

Roteiro segunda aula prática

Tópico nº 1: Ensaios Mecânicos (propagação de trinca por fadiga)

Objetivos

O objetivo principal desta prática é realizar o ensaio mecânico para determinar experimentalmente as constantes da equação de Paris (C e m) e conhecer os diversos procedimentos para preparação e realização de um ensaio de propagação de trinca por fadiga segundo a norma ASTM E647_13

Propagação da trinca por fadiga

Materiais

- Corpos de prova do tipo C(T).
- Equipamento de ensaio MTS 250 KN.
- Célula de carga 100 KN.
- Extensômetro.MTS com 12 mm de medição inicial.

Procedimentos Experimentais

Com a finalidade de cumprir com os requerimentos básicos do ensaio, foi realizado um procedimento de pre-trinca por fadiga semelhante ao reportado no ensaio de tenacidade á fratura, de forma análoga cada um dos corpos de prova foram lixados e riscados e com auxílio de um estéreo ou máquina digital ser possível a visualização da propagação da trinca, portanto parando o ensaio em uma demarcação pré-determinada que será correspondente ao tamanho inicial de trinca do ensaio de propagação de trinca por fadiga propriamente dito. A fim de padronizar os diferentes parâmetros do ensaio e garantir a validade dos resultados, foi seguida a informação fornecida pela norma técnica ASTM E647-13. A geometria estabelecida para usinar os corpos de prova foi determinada seguindo as dimensões indicadas na figura A.1.1 da norma para um $W=50$ mm. A geometria e dimensões padrão dos corpos de prova são apresentadas na Figura 1.

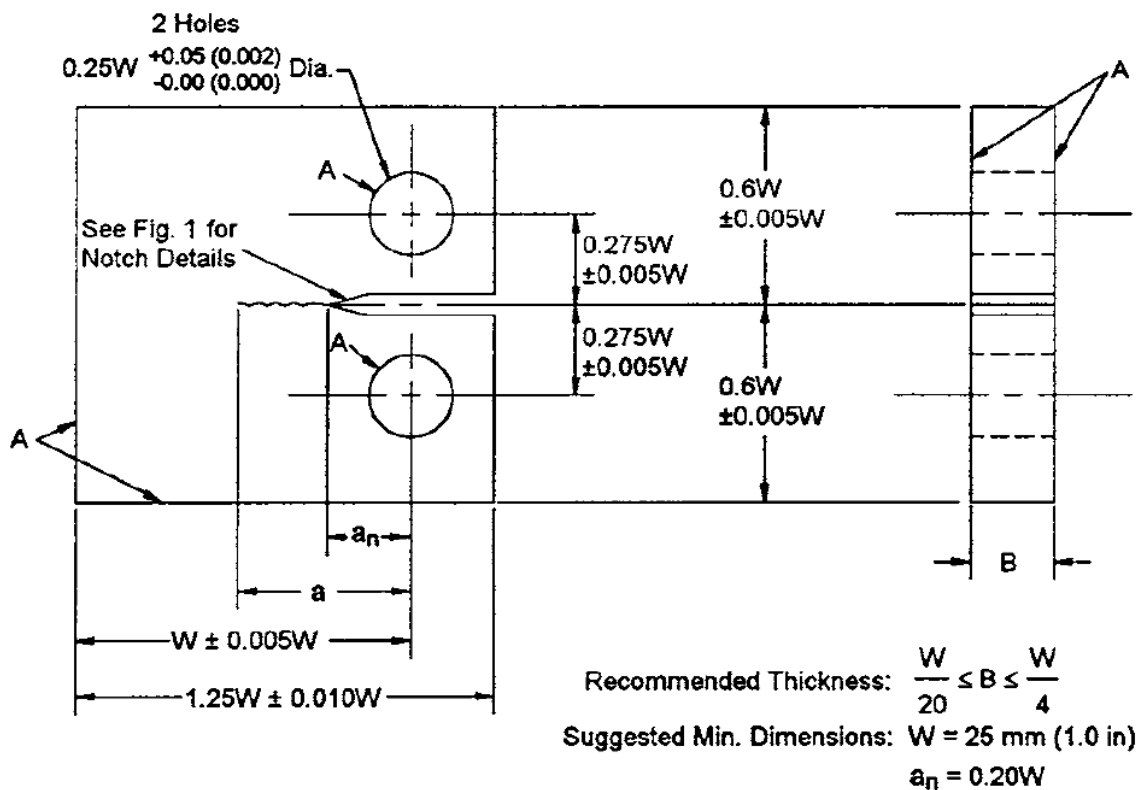


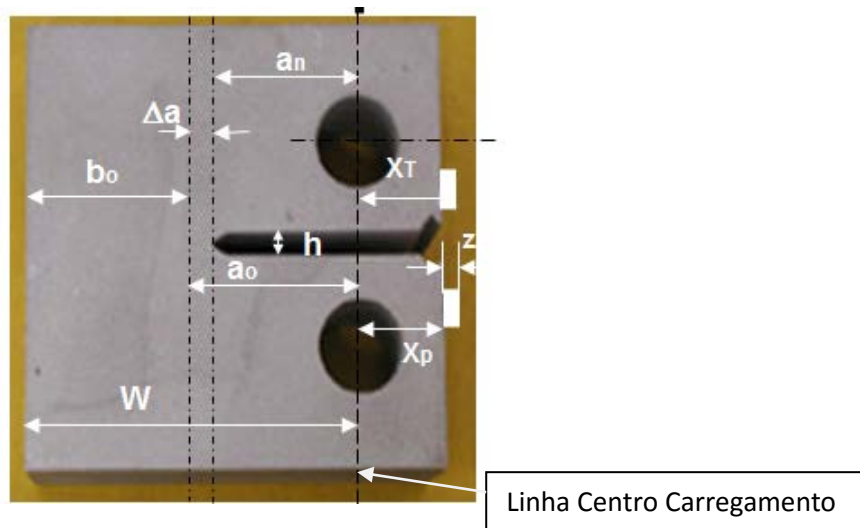
Figura 1: Dimensões do corpo de prova para ensaio de propagação de trinca por fadiga

O comprimento da pre-trinca foi baseado na informação indicada no numeral 7, figura 1 da norma técnica, este paragrafo indica que o comprimento da pre-trinca está determinado por parâmetros geométricos: $0,1 \cdot B$, h , ou 1 mm , o que for maior.

O fator de intensidade de tensão para realizar o processo de pre-trinca deve ser cuidadosamente determinado, já que, incrementar o diminuir este parâmetro pode dificultar, atrasar o ensaio (demorado a pre-trinca) ou até invalidar o ensaio de vido a alta zona plástica provocada por um carregamento excessivo. Para determinar este fator é importante conhecer o tipo de material e suas características mecânicas básicas, o material elegido para desenvolver este ensaio é um aço pelo qual foi determinado utilizar um ΔK final de $15 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ valor que satisfaz os parâmetros básicos do material e permite a obtenção dos parâmetros da curva de Paris. Este valor de $15 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ vem do conhecimento prático do pesquisador mas se o mesmo não tiver conhecimento da liga que irá ensaiar na norma possui uma fórmula que poderá ser calculado uma carga inicial e final com base nas propriedades mecânicas do material a ser ensaiado, Pf.

O corpo de prova será ensaiado com o ΔK final determinado, aplicando um carregamento cíclico de amplitude constante e uma frequência de 25 Hz . Para determinar as constantes C e m serão graficados os dados da variação no comprimento da trinca (da) com o aumento do numero de ciclos (dN) em função da variação na intensidade de tensão (ΔK)

Geometria



$a_0 =$ Tamanho da trinca inicial do ensaio (mm)

$W =$ Distância da LCC ao final do CDP (mm)

$b_{0n} = (W - a_n)$ Ligamento referente ao a_n (mm)

$b_o = (W - a_0)$ Ligamento referente ao a_0 (mm)

$B =$ Espessura (mm)

$\alpha = a/W$

$h =$ Altura do entalhe (mm)

$a_n =$ Tamanho da trinca ao entalhe (mm)

$X_p =$ Distância da LCC à face do corpo de prova

$z =$ Altura da faca (mm)

$X_T =$ Distância da LCC à montagem do clip-on-gauge

$f(a/W) =$ Fator de forma (dependente da geometria)

$P_f =$ Carga de pré-trinca

$\sigma_e =$ Limite de escoamento

$\sigma_R =$ Limite de resistência

$\sigma_y = (\sigma_e + \sigma_r)/2$

$\Delta a =$ Tamanho da pré-trinca (mm)

$P_a =$ Amplitude de carga (N)

$P_m =$ Carga media (N)

$R = P_{\min}/P_{\max} =$ Razão de carregamento

Equações

$$K_{Máx} = \frac{\Delta K}{(1-R)} \quad \Delta K = K_{máx} - K_{mín} \quad P_{Máx} = \frac{\Delta P}{(1-R)}$$

$$\Delta P = P_{máx} - P_{mín} \quad \Delta P = \frac{\Delta K \cdot B \cdot \sqrt{W}}{f(a/W)}$$

$$f\left(\frac{a}{W}\right) = \frac{2 + \frac{a}{W}}{\left(1 - \frac{a}{W}\right)^{3/2}} \left[0.886 + 4.64\left(\frac{a}{W}\right) - 13.32\left(\frac{a}{W}\right)^2 + 14.72\left(\frac{a}{W}\right)^3 - 5.60\left(\frac{a}{W}\right)^4 \right]$$

$$P_f = \frac{0,4 * B * b_o^2 \sigma_y}{(2 * W + a_o)}$$

- 1) **Determine as dimensões no corpo de prova e calcule cada um dos valores para desenvolver o ensaio**

a_n (mm) =		mm
Δa (mm) =		mm
B (mm) =		mm
W (mm) =		mm
σ_e (MPa)=	650,00	MPa
σ_R (MPa) =	855,00	MPa
z (mm) =		mm
X_p (mm)		mm
R =	0,1	Adimensional
ΔK =	15,00	MPa√m

a₀ (mm) =		mm
α =		Adimensional
f(a/W) =		Adimensional
X_T (mm)		mm
ΔP =		KN
b_{on} =		mm
b_o =		mm
K_{máx} =		MPa√m
K_{mín} =		MPa√m
σ_y =		MPa
P_f =		KN
P_{máx} =		KN
P_{mín} =		KN
P_a =		KN

Como discutir e apresentar seus resultados?

Primeiramente leia atentamente o procedimento de confecção do relatório que se encontra no site na área de trabalho da disciplina e o roteiro da aula. Apresentar os resultados obtidos na aula prática de forma clara e precisa, usar tabelas, figuras e gráficos devidamente enumerados e identificados. Sempre que citar alguma figura ou tabela no texto mencionando, por exemplo: conforme a Figura 1, pode-se observar que.....Desta forma, facilita não somente o entendimento do trabalho mas também sua correção. É oportuno colocar as figuras, tabelas e gráficos no corpo do texto, ou seja, à medida que vai se desenrolando o texto, coloca-se a figura citada em seguida, facilitando a construção do trabalho. Comentar os resultados de forma clara, sem rodeios, sempre embasado em informações técnicas sobre o assunto podendo eventualmente fazer algum comentário particular, quando for pertinente ao assunto estudado.

O que necessariamente deve ser apresentado no relatório

- 1) Curva $a \times N$
- 2) Curva da/dN vs. ΔK
- 3) Cálculo da constante C e expoente m de Paris
- 4) Roteiro do procedimento de ensaio detalhado desde a pré-trinca, passando pelo detalhamento da geometria do corpo de prova, processo de execução do ensaio (todas as variáveis inseridas no programa para realização do ensaio). Uma forma possível de facilitar esta etapa seria fotografar passo a passo a inserção de dados para que quando for escrito o roteiro facilite o mesmo.
- 5) Deve conter, Capa, Sumário de Tabelas e Figuras, Lista de símbolos, objetivo, Introdução, metodologia e ou procedimento experimental, resultados e conclusões.