



Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería

www.elsevier.es/rimni



Avaliação dos métodos da tensão estrutural e curva mestre para determinação da vida em fadiga de junta soldada

J.A. Silveira*, G.P. Mezzomo e F. Goedel

Programa de Pós-graduação em Projeto e Processos de Fabricação, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 18 de dezembro de 2015

Aceite a 5 de setembro de 2016

On-line a xxx

Palavras-chave:

Fadiga em juntas soldadas
Método de elementos finitos
Método de Dong
Tensão *hot spot*
Curva mestre

Keywords:

Fatigue of Welded Joints
Finite Element Method
Dong's Method
Hot Spot Stress
Master Curve

R E S U M O

Este artigo apresenta um estudo dos métodos da tensão estrutural *hot spot* e do método da curva mestre (Battelle) para a determinação da vida à fadiga de uma junta soldada do tipo T. Ambos os métodos utilizam o conceito de tensão estrutural, determinada, normalmente, através de modelos de elementos finitos. Utilizando diferentes tipos de modelos de elementos finitos de casca, os resultados obtidos pelos 2 métodos foram comparados com os obtidos experimentalmente, verificando-se diferenças significativas entre os métodos. Os níveis de carregamento influenciaram decisivamente na precisão de ambas as metodologias, sendo que, para o caso em estudo, o método *hot spot* demonstrou ser mais preciso. O maior diferencial constatado para o método de Battelle foi a correção do parâmetro da tensão estrutural, visto que, sem essa correção, as tensões no pé da solda foram muito similares às obtidas pelo método *hot spot*. Comparando a curva mestre de comportamento à fadiga do método de Battelle com a curva do método *hot spot*, ambas em função da tensão nominal aplicada no ensaio, verificou-se que o método *hot spot* é conservador. Para os diferentes modelos numéricos estudados, apenas uma técnica de modelagem forneceu resultados dispersos das demais. Pelo método de Battelle, o comportamento da componente de flexão da tensão variou consideravelmente de um modelo para o outro, denotando que, sobre um carregamento mais complexo, poderá haver uma variabilidade maior na vida à fadiga calculada.

© 2016 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Evaluation of structural stress method and master curve for fatigue life prediction of a welded joint

A B S T R A C T

This paper presents a study on the structural *hot spot* stress method and the master curve method (Battelle) for evaluating the fatigue life of a T-shaped welded joint. Both methods are based on the concept of structural stress, which is usually determined using finite element models. Using different types of shell finite element models, the results obtained by the two methods were compared to experimental data, verifying significant differences between the studied methods. The loading level had a great deal of influence over the accuracy of both methodologies, but on the other hand the *hot spot* method revealed to be more precise for the analyzed joint. The main differential for the Battelle method was the correction of the stress amplitude into an equivalent structural stress parameter, since, without this correction, the stresses on the weld toe were very similar between the Battelle and the *hot spot* methods. Comparing the master curve for the fatigue behavior of the Battelle method to the fatigue curve of *hot spot* method, with both curves expressed in terms of the nominal stress applied in the experiment, it was verified that the *hot spot* method is conservative. Among the different modeling techniques used, only one provided results that are not in agreement with the others. Using the Battelle method, the behavior of the bending stress component varied considerably according to the employed numerical model, indicating that can be a greater variability in the expected fatigue life for joints under more complex loading configuration.

© 2016 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondência.

Correio eletrônico: julioaz@gmail.com (J.A. Silveira).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rimni.2016.09.002>

0213-1315/© 2016 CIMNE (Universitat Politècnica de Catalunya). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introdução

Carregamentos cíclicos são capazes de causar a falha de um elemento estrutural em níveis de tensões inferiores ao limite de resistência do material, estando presente em 90% dos casos de falha [1].

A vida à fadiga de uma estrutura é governada pelo comportamento à fadiga de suas juntas [2]. O cálculo da vida em fadiga de uma junta soldada baseia-se na comparação da geometria e direções de carregamento do caso estudado com uma série de classes de juntas amplamente ensaiadas e padronizadas, selecionando-se então a curva de fadiga correspondente. Esta comparação pode ser feita de forma global, através da tensão nominal, ou sob um aspecto local, onde efeitos localizados do carregamento são mensurados de forma mais precisa junto ao parâmetro de tensão do diagrama S – N (tensão – número de ciclos), diminuindo-se, dessa forma, o número de classes normalizadas.

A utilização de ferramentas de modelagem numérica como o método de elementos finitos (MEF) é uma poderosa aliada na determinação de aspectos localizados da junta, possibilitando a aplicação de métodos de análise local no cálculo da vida à fadiga. No entanto, a utilização da técnica de modelagem apropriada torna-se extremamente importante [3].

A fim de contornar alguns aspectos problemáticos de abordagens locais, em 2001, a comissão XIII do *International Institute of Welding* (IIW) publicou um guia de utilização de uma abordagem denominada *Structural Hot Spot Stress* (SHSS), com recomendações para sua utilização a partir de instrumentação da junta ou a partir de ferramentas numéricas como o MEF. O método consiste em obter a tensão na região considerada crítica da junta (pé da solda) a partir da extrapolação de tensões nas regiões vizinhas ou pela linearização de tensões ao longo da espessura [4].

Dong [5], utilizando o MEF como ferramenta, publicou uma abordagem alternativa denominada *Verity™ Mesh – Insensitive Structural Stress Method* (VMISS), onde em vez de se obter a tensão no pé da solda por extrapolação das tensões na região vizinha, a mesma é obtida analiticamente a partir de forças e momentos dados por condições de equilíbrio. Isso permite obter um estado de tensões de membrana e de flexão independente da geometria do cordão ou do nível de discretização do modelo do MEF utilizado para representar a junta. Além disso, o autor sugere, a partir de fatores de correção baseados em conceitos da mecânica da fratura, uma modificação do parâmetro de tensão do diagrama S – N, obtendo uma tensão estrutural equivalente. Com essa modificação, seria possível estabelecer uma faixa de probabilidades do comportamento à fadiga que abrangeria todos os tipos de juntas. Esse diagrama modificado foi nomeado como *Master Curve* (MC). A aplicação do VMISS em conjunto com o MC compreende o método de Battelle para o cálculo da vida à fadiga.

Com o objetivo de avaliar essa nova metodologia proposta por Dong [5], propõe-se a comparação da vida calculada pelo método de Battelle e pelo método SHSS, para diferentes modelos de elementos finitos de casca, com os resultados obtidos de uma junta T ensaiada experimentalmente.

2. Métodos da tensão estrutural

Dada a complexidade envolvida na análise de vida em fadiga de estruturas soldadas, esse assunto vem sendo abordado por diversos autores [5–9]. Diversas metodologias são desenvolvidas e normas internacionais são constantemente atualizadas, com o propósito de contrabalançar a minimização de riscos no projeto de um elemento estrutural soldado, com a minimização de custos exigida pelo ambiente industrial altamente competitivo [10].

Aygül [3] classifica os diversos métodos de avaliação de vida à fadiga em 2 grandes grupos: métodos de análise global e métodos de análise local. A abordagem global consiste no método da tensão nominal. Métodos como o da tensão efetiva de entalhe, tensão estrutural *hot spot* e mecânica da fratura, são considerados abordagens locais.

Poutiainen et al. [4] dividem o método da tensão estrutural *hot spot* em *Linear Surface Extrapolation* (LSE), *Through Thickness at the Weld Toe* (TTWT) e VMISS. A figura 1 esquematiza a classificação dos métodos de análise da vida à fadiga. Os 2 primeiros são os utilizados pelo IIW.

Marin e Nicoletto [11] apontam que o VMISS pode ser considerado, também, uma abordagem intermediária entre a global e a local. De qualquer forma, tanto o VMISS como o LSE aplicam-se adequadamente para o cálculo da tensão estrutural em juntas T como a do presente estudo, onde a tensão principal é perpendicular ao pé da solda e esta, por sua vez, é a região mais provável de nucleação da trinca de fadiga.

2.1. Tensão estrutural *hot spot* pelo método da extrapolação linear superficial

Dentre os vários procedimentos para cálculo da tensão estrutural *hot spot* existentes na literatura, o mais típico é baseado em uma extrapolação linear superficial dos valores de tensão a 0, 4t e 1t de distância do pé da solda, onde t representa a espessura de chapa do membro carregado, conforme ilustra a figura 2(a). O método é válido para diversos detalhes estruturais, desde que o carregamento seja perpendicular ao eixo longitudinal da solda e o início da trinca esperada ocorra no pé da solda [12].

De acordo com Niemi et al. [13], curvas S – N elaboradas através do conceito da tensão estrutural *hot spot* são expressas da mesma forma que as curvas da tensão nominal, ou seja, os diferentes tipos de juntas são enquadrados em uma classe numerada de acordo com a amplitude de tensões (em N/mm² ou MPa) para uma vida em fadiga de 2×10^6 ciclos. Contudo, nesse caso, o valor refere-se à amplitude da tensão *hot spot* $\Delta\sigma_{hs}$. Como a tensão *hot spot* já engloba efeitos locais da junta, a quantidade de classes e curvas

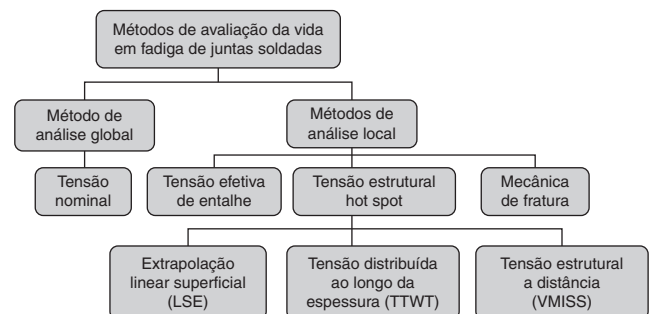


Figura 1. Classificação dos métodos de análise da vida à fadiga (3 e 4), adaptado pelo autor.

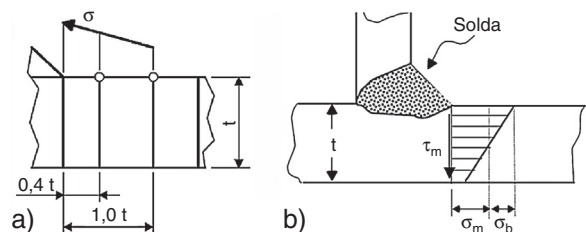


Figura 2. (a) Extrapolação linear tensão *hot spot* [12]. (b) Componentes de membrana (σ_m) e flexão (σ_b) da tensão estrutural (σ_s) no pé da solda [5].

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/8050733>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/8050733>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)