

6

Conclusões

6.1

Sumário

Neste trabalho realizou-se a análise de diferentes métodos de cálculo de fadiga em dutos com mossas submetidos a ciclos de pressão interna. Um modelo de elementos finitos foi desenvolvido, e comparado com dados experimentais publicados na literatura técnica apresentando boa correlação .

Os resultado de tensões, deformações e deslocamentos do modelo de Elemento Finitos foram utilizados como dados de entrada em 8 diferentes métodos de cálculo de fadiga e seus resultados foram apresentados e discutidos.

Um resumo das observações feitas neste estudo é descrito a seguir.

6.2

Conclusões

6.2.1

Resultados numéricos

Um modelo de Elementos Finitos foi desenvolvido como objetivo de reproduzir a condição experimental conduzida pela referência de comparação. O modelo utilizou elementos de casca, e envolveu as não-linearidades geométrica, de material e de contato. Os resultados de força de indentação e de deformações na direção circunferencial foram comparados com valores publicados e apresentaram, em determinados casos, valores maiores que os da referência.

6.2.2

Resultados de fadiga

O número de ciclos para alcançar a fadiga foi calculado para cada método estudado e comparado a seis casos avaliados a partir dos resultados numéricos. O modelo proposto apresentou valores próximos aos valores experimentais. O método de cálculo envolveu a determinação das tensões equivalentes alternada e média, a partir dos valores alternados e médios de cada componente de tensão. A vida à fadiga é determinada a partir de uma curva SN modificada pela parábola de Gerber. Esta forma de cálculo permite o uso de diferentes fatores aumentando as opções do projetista durante o uso do método.

Os demais métodos estudados se baseiam na curva SN, curva ASME Section VIII division 2 (baseada no método ϵN), ou na curva de fadiga da norma DIN 2413 apresentando diferentes níveis de conservadorismo, assim como diferentes graus de acesso aos usuários do embasamento teórico utilizado, e diversos níveis de liberdade de escolha de parâmetros.

Como o objetivo do estudo é avaliar o comportamento do método, sempre que possíveis fatores de segurança ou de confiabilidade foram retirados, porém como alguns métodos possuem fatores imbutidos, a comparação deve ser feita levando-se em conta tais características.

A comparação entre os experimentos e os métodos de previsão mostram que a metodologia proposta nesta dissertação apresenta maior proximidade dos valores experimentais, a diferença entre a previsão e os valores obtidos em laboratório é, na maioria dos casos, menor que a dispersão entre os dois valores experimentais. Porém existem pontos com previsões não-conservativas, e recomenda-se o uso de fatores de segurança (ou de confiabilidade) para o uso do método em projetos.

6.3

Sugestões para trabalho futuros

O presente estudo não contemplou a análise de fadiga em mossas contidas. Segundo a literatura a tendência é que essas mossas possuam uma vida a fadiga maior que as não suportadas, e os métodos que se propõem a estimar vidas nessa condição se baseiam nessa hipótese. Estudos complementares merecem ser realizados no sentido de avaliar a influência dessa condição.

O efeito de Baushinger se define como uma redução na resistência ao escoamento sob compressão após o material ter sido deformado por tensão maior que sua resistência ao escoamento sob tração [1]. Numericamente esse efeito pode ser modelado com o uso do modelo de plasticidade cíclica adequado. No software Abaqus, o modelo de plasticidade cíclica é combinada (isotrópico/cinemático) é uma variação do modelo de Chaboche onde se varia o número de *Backstresses*. Sugere-se estudar a influência desse parâmetro no comportamento do tubo ao *ratcheting* durante o carregamento cíclico.

O desenvolvimento de critérios de previsão de vida é realizado a partir da observação de fenômenos físicos e o uso de métodos consagrados da literatura, porém a sua comparação com dados experimentais é fundamental para quantificar a sua proximidade com o problema físico. Sugere-se a comparação dos métodos apresentados com mais dados experimentais com o objetivo de aumentar o nível de compreensão dos métodos e torná-los mais robustos.

Os métodos estudados nesta dissertação se referem a mossas geradas por indentadores semi-esféricos. Recomenda-se o estudo de mossas com diferentes geometrias com o objetivo de conhecer os estados de tensão relacionados e sua influência na vida à fadiga.