

INFLUÊNCIA DO AMORTECIMENTO ESTRUTURAL INERENTE DE MATERIAIS COMPÓSITOS NA ATENUAÇÃO DOS NÍVEIS DE VIBRAÇÃO

Debora Junqueira Fonseca ¹; Adriana Amaro Diacenco ²

¹ Graduanda em Engenharia Mecânica, 6º período; Bolsista FAPEMIG; Centro Universitário de Itajubá – FEPI, Itajubá, MG; deborafonseca@live.com.

² Professora Pesquisadora; Núcleo de Pesquisa Institucional da FEPI; Centro Universitário de Itajubá – FEPI, Itajubá, MG; adriana_aadiacenco@yahoo.com.br.

RESUMO

É bem conhecido o fato de que materiais compósitos estruturais apresentam mecanismos de amortecimento inerente associados ao comportamento viscoelástico das matrizes poliméricas e também a outros mecanismos de dissipação interna. Neste contexto, o presente trabalho propõe-se a analisar a influência do amortecimento estrutural inerente de tais materiais submetidos a perturbações estáticas e dinâmicas, as quais afetam as características de resposta. A importância deste trabalho insere-se no contexto do controle de vibrações de sistemas de engenharia. Para tanto, é empregada uma técnica de modelagem baseada em elementos finitos. A análise numérica é desenvolvida utilizando a Teoria da Deformação Cisalhante, a qual é implementada em um elemento Serendipity retangular contendo oito nós. O amortecimento é incluído empregando o modelo histerético. As respostas dinâmicas são representadas por funções de resposta em frequência e autovalores complexos. Simulações numéricas são realizadas visando quantificar os níveis de amortecimento obtidos no tocante às vibrações transversais de placas retangulares e verificar a possibilidade de se aumentar tal amortecimento.

Palavras-chave: compósitos estruturais. Amortecimento estrutural inerente. Análise numérica.

INTRODUÇÃO

Um material compósito é um conjunto de dois ou mais materiais diferentes, combinados em escala macroscópica para funcionarem como uma única unidade, visando obter um conjunto de propriedades que nenhum dos componentes individualmente apresenta (Mendonça, 2005). Como consequência desta composição, os materiais compósitos são heterogêneos e, na maioria das vezes, apresentam comportamento mecânico anisotrópico. Neste contexto, aspectos relacionados ao comportamento mecânico podem ser facilmente manipulados no projeto de um material compósito, como por exemplo, a resistência estática, resistência à fadiga, rigidez, resistência à corrosão, resistência à abrasão e redução de peso, sendo essas, algumas das principais vantagens dos materiais compósitos em relação aos materiais convencionais como aço e alumínio. Isto tem motivado o uso em grande escala dos materiais compósitos, principalmente a partir da primeira metade do século XX sendo bastante empregado nas indústrias aeroespacial, naval, automobilística, petrolífera e eletrônica (Callister Jr., 2002, de Lima et al., 2009). O principal objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um modelo no programa MatLab, que descreva o comportamento do material compósito considerando o amortecimento inerente e a implementação numérica do modelo estudado e desenvolvido através do Método de Elementos Finitos (MEF).

MATERIAL E MÉTODOS

As equações foram feitas manualmente e inseridas no programa MATLAB. Foi considerado o amortecimento inerente do material compósito com a equação do tipo histerético, para que fosse possível a atenuação dos níveis de vibrações sofridas pela estrutura. Aplicando a Teoria de Deformação de Primeira Ordem com cinco graus de liberdade:

$$\begin{aligned}u(x, y, z, t) &= u_0(x, y, t) + z\psi_x(x, y, t) \\v(x, y, z, t) &= v_0(x, y, t) + z\psi_y(x, y, t) \\w(x, y, z, t) &= w_0(x, y, t)\end{aligned}$$

Descrição do amortecimento inerente

Materiais que possuem o comportamento viscoelástico podem ser caracterizados de modo dinâmico através da seguinte expressão:

$$G(\omega) = G'(\omega) + iG''(\omega) = G'(\omega)[1 + i\eta(\omega)]$$

RESULTADOS

Os resultados estão expressos por Funções de Resposta em Frequência que representam as amplitudes de vibração (eixo y) e as frequências (eixo x). Considerou-se uma placa plana composta laminada, de dimensões denominadas de $L_x = L_y = 0.20$ m, composta por cinco camadas unidirecionais de mesma espessura e igual a $h/5$, onde $h = L_x/140$. A placa foi discretizada em 64 elementos finitos com as seguintes condições de contorno: $u_0 = w_0 = \psi_z = \zeta_x = \zeta_z = 0$ em $y = 0$ e $y = a$, e $u_0 = w_0 = 0$ em $x = 0$ e $x = b$ (Correia, 2000^[7]). As orientações das fibras de cada camada são adotadas arbitrariamente como $(45^\circ/0^\circ/45^\circ/0^\circ/45^\circ)$. As propriedades elásticas de cada camada são: $\bar{E}_1 = 172,4 \text{ GPa}$, $\bar{E}_2 = \bar{E}_3 = 6,89 \text{ GPa}$, $\bar{G}_{12} = \bar{G}_{13} = 3,45 \text{ GPa}$, $\bar{G}_{23} = 1,38 \text{ GPa}$, $\nu_{12} = \nu_{13} = 0,25$, $\nu_{23} = 0,30$, $\rho = 1566 \text{ kg/m}^3$ é a densidade do material.

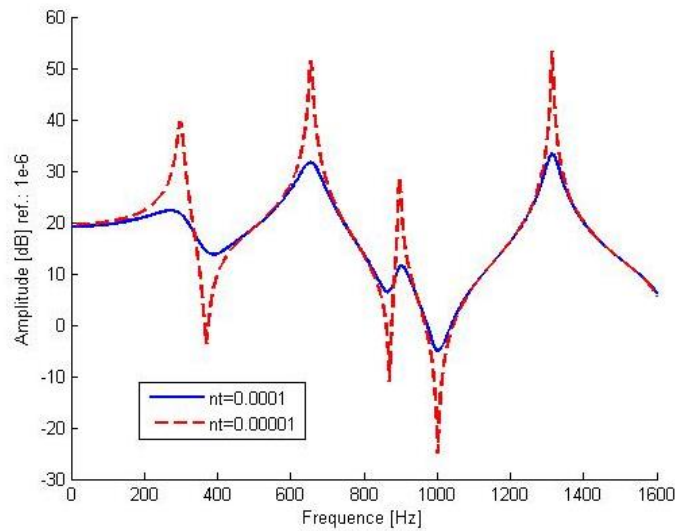


Fig. 1

Foram consideradas duas situações distintas, onde foi possível obter as funções de resposta em frequência considerando o amortecimento inerente, onde se adotou o fator de perda como sendo $nt = 0,0001$ para a primeira situação, representado pela linha contínua azul e $nt = 0,00001$ para a segunda situação, representada pela linha pontilhada vermelha, visto que é este fator de perda que representa a capacidade de amortecimento do material. Neste exemplo, nota-se, que quanto maior o fator de perda, maior a sua capacidade de amortecimento.

Figura 1 – Gráfico representando os picos de vibrações em uma placa de material compósito.

CONCLUSÃO

Foi possível concluir que o modelo implementado consegue descrever a influência do amortecimento inerente e que sua importância destaca-se para a caracterização dinâmica do processo, visto que, a não consideração pode comprometer os resultados do modelo, obtendo amplitudes de vibração mais elevadas.

REFERÊNCIAS

Diacenco, A.A. Modelagem por Elementos Finitos de Materiais Compósitos Incorporando Material Viscoelástico para o Controle Passivo de Vibrações e Ruído, M.Sc.Dissertation, UNIFEI, Itajubá, 2010.

FARIA, Albert Willian. Modelagem por elementos finitos de placas compostas dotadas de sensores e atuadores piezoelétricos: implementação computacional e avaliação numérica. 2006. 163 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

RADE, Domingos Alves. Métodos de redução de modelos aplicados a sistemas contendo amortecimento viscoelástico. 2003. Dissertação (Pós-Graduação)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.