

Modelagem de rotores com elementos viscoelásticos incorporados

Zoroastro Fernandes Filho (Mestrando - GETEC), zoroasto.filho@hotmail.com;

Alex Alisson Bandeira Santos (Orientador - GETEC), alex.santos@fieb.org.br;

Ubatan A. Miranda (Co-Orientador - GETEC), ubatan.miranda@fieb.org.br;

Faculdade SENAI CIMATEC

Palavras Chave: *Viscoelasticidade, Cálculo Fracional, Rotodinâmica, ADF.*

Introdução

Existem três formas nas quais os materiais podem responder a esforços externos. Podem adicionar a carga externa recebida diretamente às forças que mantêm os átomos ou moléculas constituintes em conjunto, tal como ocorre nos materiais cristalinos; podem também absorver a energia em grandes mudanças de sua forma geométrica quer semi-permanente (como nos materiais viscoelásticos) ou permanente (como nos materiais plásticos) (VINCENT, 2012).

A simulação do comportamento viscoelástico dos materiais não é novidade, entretanto não é trivial. Por outro lado, materiais viscoelásticos são largamente produzidos e utilizados na indústria, e as técnicas de previsão do seu comportamento são muito úteis para aplicação em problemas de amortecimento de vibração, normalmente associados a sistemas estruturais que operam grandes quantidades de energia, contribuindo para o desenvolvimento de modelos mecânicos compactos e eficientes. Os primeiros modelos matemáticos viscoelásticos lineares (Maxwell e Kelvin-Voigt) surgiram no final do século XIX a partir do princípio de superposição proposto por Boltzmann. Resumidamente, decorre imediatamente desse princípio a dependência do estado final do sistema em relação à história do carregamento ao invés de somente dos estados final e inicial tal como ocorre em comportamentos puramente elásticos.

O amortecimento em si é a própria dissipação de energia mecânica, ocorre no campo térmico, é produzida por forças não conservativas que atuam sobre a estrutura considerada, e pode ser classificado em externo e interno dependendo da natureza das forças não conservativas atuantes. Amortecimento externo é causado pelas forças que atuam sobre o objeto, como os ocorridos devido ao ar ou atrito, enquanto que o amortecimento interno é causado por fenômenos físicos intimamente relacionados com a estrutura do material.

Em grandes estruturas estáticas, o ar geralmente domina o amortecimento, no entanto a parcela interna correspondente ao material de construção também pode ser um importante contribuinte para o amortecimento global, tais como nos veículos aeroespaciais, grandes estruturas, etc. Ainda, é uma função da frequência do carregamento, da temperatura, do tipo de deformação, da geometria, da amplitude da vibração e da própria estrutura considerada.

Nas indústrias de processamento, o comportamento vibratório dos rotores em máquinas rotativas assume papel de destaque. Neste tipo de indústria quase sempre grandes turbomáquinas são críticas em relação à produção, representam considerável parcela de investimento, respondem ativamente pela continuidade operacional e conseqüentemente devem operar de forma confiável e previsível.

Na grande maioria dos casos o mau desempenho mecânico das grandes turbomáquinas está associado à vibração excessiva, que indiretamente significa desgaste prematuro, custos elevados de manutenção, ruído e perdas por lucro cessante (CASTILHO, 2007), considerando que devido ao grande custo de aquisição, em geral não possuem postos reserva instalados.

Este trabalho descreve um estudo comparativo do comportamento dinâmico de um mesmo conjunto rotativo operando sem amortecimento, e num segundo momento, amortecido por material viscoelástico. O modelo elástico é idêntico a modelo padrão apresentado por Lallane e Ferraris (1998), servindo de base comparativa para o estudo. Para o cálculo do modelo viscoelástico são aplicadas as abordagens Anelastic Displacement Field (ADF) [Lesieutre and Bianchini (1995)] e Fractional Derivative model (FD), [Golla-Hughes-McTavish]. As diferenças obtidas são identificadas, analisadas e associadas dentro do possível a aplicações práticas.

Referências

CASTILHO, Adhemar. Uma visão global da rotodinâmica de turbomáquinas: Ênfase no método de elementos finitos e na propriedade dos autovetores giroscópicos desacoplarem as equações de movimento, 2007. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO.

VINCENT, Julian. Structural biomaterials. Princeton University Press, 2012.

CARPINTERI, Alberto; MAINARDI, Francesco (Ed.). Fractals and fractional calculus in continuum mechanics. Springer, 2014.

VASQUES, C. M. A.; RODRIGUES, J. Dias; MOREIRA, R. A. S. Experimental identification of GHM and ADF parameters for viscoelastic damping modeling. In: III European Conference on Computational Mechanics. Springer Netherlands, 2006. p. 173-173.

ROY, H.; DUTT, J. K. Finite Element Modelling of Viscoelastic Rotors: An Operator Based Approach. 2010.

ÁVILA, Edson Borges de. Estudo do cálculo fracionário aplicado à modelagem de sistemas vibratórios com amortecimento viscoelástico. 2010.

LEWANDOWSKI, R.; CHORAŻYCZEWSKI, B. Identification of the parameters of the Kelvin–Voigt and the Maxwell fractional models, used to modeling of viscoelastic dampers. Computers & structures, v. 88, n. 1, p. 1-17, 2010.

TORKHANI, M. U2.06.32-Note of implementation of computations of rotors Revision 10654. Code Aster documentation. Eletricité de France, 2013

LALANNE, Michel; FERRARIS, Guy. Rotordynamics prediction in engineering. Wiley, 1998.

GENTA, Giancarlo. Dynamics of rotating systems. Springer Science & Business Media, 2007.