

ANÁLISE NUMÉRICA DA INFLUÊNCIA DA RAZÃO DE MASSA NA VIBRAÇÃO INDUZIDA POR VÓRTICES SOBRE UM CILINDRO CIRCULAR A BAIXO NÚMERO DE REYNOLDS

**ANDRADE, Adson Vanderlei de Andrade
TEIXEIRA, Paulo Roberto de Freitas Teixeira**
adson.ads@hotmail.com

Evento: MPU

Área do conhecimento: Engenharia Mecânica / Fenômenos de Transporte

Palavras-chave: método dos elementos finitos; cilindro oscilante; vibração induzida por vórtices.

1 INTRODUÇÃO

A vibração induzida por vórtices (VIV) é um caso especial de interação fluido estrutura, onde ocorrem vibrações em um corpo rombudo devido às forças dinâmicas causadas pelo desprendimento de vórtices alternados. Estas forças podem produzir tensões cíclicas e consequente fadiga do material, principalmente em estados próximos a ressonância. Na engenharia é muito comum a presença destes fenômenos em estruturas cilíndricas, como por exemplo: ventos causadores de oscilações em pontes e edifícios; escoamento de fluidos em grandes velocidades dentro de trocadores de calor; e correntes e ondas marítimas que podem causar vibrações em linhas de tubulação, *risers* e cabos de ancoragem.

Neste trabalho, o fenômeno VIV será analisado em um cilindro apoiado sob base elástica sujeito a um escoamento uniforme a baixo número de Reynolds ($Re=150$). Especificamente, será investigada a influência da razão de massa nos comportamentos do escoamento e da vibração do cilindro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O fenômeno VIV é um caso particular de problema de interação fluido estrutura, onde as forças provocadas pelo escoamento do fluido interagem com o movimento de estruturas flexíveis. Quando ocorre a formação e desprendimento de vórtices de von Kármán, tanto as forças de arrasto como a de sustentação (transversal ao escoamento) tem um comportamento periódico. Estas forças de sustentação dinâmicas sobre uma estrutura flexível provocam vibrações mecânicas que se ampliam na condição de ressonância, devido à proximidade da frequência dos vórtices com a frequência natural do sistema (Sumer e Fredsøe, 1997).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O modelo numérico usado nas simulações será o Iteco (Teixeira, 2001), o qual emprega o método Semi-implícito de Taylor-Galerkin de dois passos para a discretização das equações de Navier-Stokes e uma formulação Lagrangeana-Euleriana Arbitrária (ALE).

Para análise do fenômeno VIV geralmente são utilizadas algumas variáveis adimensionais que influenciam nas vibrações transversais do cilindro. Para um

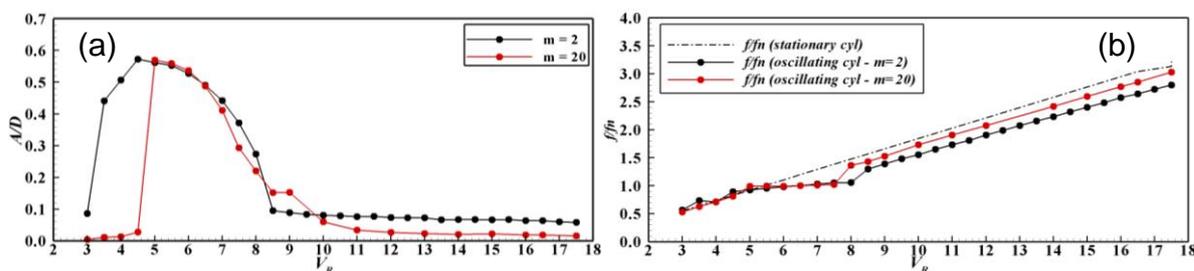
cilindro de superfície lisa, a velocidade reduzida (V_R) e a razão de massa m tem grande importância nesta análise.

Primeiramente foi realizada a simulação com o cilindro estacionário com $Re = 150$ para que se estabilizassem as forças de arrasto e sustentação. Após, para o mesmo número de Reynolds, o cilindro é apoiado em base elástica (com uma mola e um amortecedor), onde para uma razão de massa igual a 2 e 20 (valores característicos quando o cilindro está imerso na água e no ar, respectivamente), foram analisadas faixas de V_R de 3 a 17.5.

4 RESULTADOS e DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados resultados para as duas razões de massa, $m = 2$ e $m = 20$. Na figura 1a mostra a amplitude da vibração (A) para diferentes faixas de V_R . Verifica-se que as máximas amplitudes são similares nos dois casos, com A/D em torno de 0.57 ($m = 2$) e 0.56 ($m = 20$), mas para diferentes valores de V_R (D é o diâmetro do cilindro). A principal diferença entre eles é a faixa onde ocorrem as maiores amplitudes, para $m=20$, este intervalo é mais estreito. Na figura 1b é mostrada a frequência dos vórtices (f) relacionada com a frequência natural do sistema f_n , também para várias faixas de V_R . A região de ressonância é caracterizada pela aproximação entre a frequência dos vórtices com a frequência natural, que confirma a existência de grandes amplitudes nesta faixa.

Figura 1 – Amplitude adimensional (A/D) em relação a velocidade reduzida (V_R) (a) e frequência dos vórtices adimensional (f/f_n) em relação a velocidade reduzida (V_R) (b).



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostrou a influência da razão de massa no fenômeno VIV em um cilindro sob base elástica e sujeito a um escoamento uniforme a baixos números de Reynolds. Em trabalhos futuros pretende-se simular outros casos com razões de massa diferentes para analisar a tendência de comportamento da VIV em função desse parâmetro.

REFERÊNCIAS

- SUMER, B. Mutlu e FREDSSØE, Jørgen. Hydrodynamics Around Cylindrical Structures. Volume 12. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 1997.
- TEIXEIRA, P. R. F. Simulação Numérica da Interação de Escoamentos Tridimensionais de Fluidos compressíveis e incompressíveis e estruturas deformáveis usando o método dos elementos finitos. Tese de Doutorado – UFRGS, Porto Alegre, 2001.