



30th Conference of Experimental Stress Analysis
30. konference o experimentální analýze napětí
2. - 5. 6. 1992 ČVUT Praha Czechoslovakia

MODAL ANALYSIS AND HOLOINTERFEROMETRY IN STUDYING THE VIBRATION OF SHELLS

MODÁLNÍ ANALÝZA A HOLOINTERFEROMETRIE PŘI VÝZKUMU KMITÁNÍ SKOŘEPIN

Horáček J., Trnka J.

In experimental research of the dynamic properties of more complicated structures it is often suitable to combine the modal analysis method with a method of holographic interferometry. The advantages and drawbacks of both methods are briefly outlined and some examples of identification of shell structures are given.

Keywords: identification of vibrating structures

Pro posouzení dynamických vlastností konstrukcí je podstatné znát jejich frekvenčně modální a tlumicí charakteristiky, které lze zjistit tzv. identifikačními metodami. Zejména při měření tenkostěnných skořepinových elementů se osvědčilo kombinovat metodu modální analýzy s metodami holografickými.

MODÁLNÍ ANALÝZA. Přenosovou funkci lineárního kmitavého systému, která vyjadřuje vztah mezi budící silou působící v bodě k a výchylkou v bodě j , můžeme v určitém frekvenčním intervalu obsahující-

cím n vyšetřovaných vlastních frekvencí zapsat ve tvaru (1) :

$$H_{jk}(f) = \sum_{\nu=1}^n a_{\nu jk} / (1f - s_{\nu}) + h_{jk}(f) \quad , \quad (1)$$

kde f je frekvence, $s_{\nu} = -\alpha_{\nu} + if_{\nu}$ je hledané vlastní číslo s reálnou částí představující útlum a s imaginární částí odpovídající vlastní frekvenci, $a_{\nu jk}$ vyjadřuje příspěvek jednotlivých tvarů kmitání a $h_{jk}(f)$ je korekční funkce.

Přenosové funkce naměříme buď při harmonickém nebo náhodném buzení vibrátorem, anebo rázovým kladívkem. V obou posledních případech je optimální použít dvoukanálový FFT analyzátor. Přenosové funkce $H_{jk}(f_m)$ naměřené pro $N > 2n$ frekvencí f_m vyšetřovaného intervalu přeneseme do počítače a jejich vyhlazením regresní funkcí (1) v komplexní rovině dostaneme n vlastních čísel a tvarů kmitání, diskretizovaných v j bodech konstrukce.

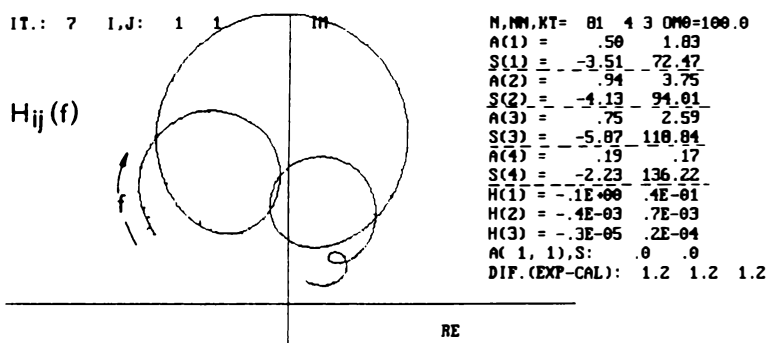
Postup vyhovuje i pro blízké vlastní frekvence, přičemž při použití rázového kladívka je minimalizován rušivý vliv budícího řetězce. Nevýhodou je velká pracnost při vyšetřování tvarů kmitání.

HOLOINTERFEROMETRICKÉ METODY. Náznornější představu o tvarech kmitání poskytuje např. metoda kontinuálního osvitu, metoda interferometrie v reálném čase a metoda dvoupulsní holografie. Systém je harmonicky buzen vibrátorem a v rezonancích je pořízen záznam tvaru kmitání, z kterého jsou patrné uzlové čáry, místa kmiten i lokálních nehomogenit. Obrazovou analýzou záznamů lze získat i průběhy tvarů kmitání. Nevýhodou je, že nedostaneme vlastní tvary v případě blízkých vlastních frekvencí, nezískáme informaci o fázi kmitání a často dochází k ovlivnění systému vibrátorem, neboť nelze použít rázového buzení.

PŘÍKLADY IDENTIFIKACE SKOŘEPINOVÝCH KONSTRUKCÍ. Obě metody byly souběžně použity např. při měření skořepinových panelů trupu letounu

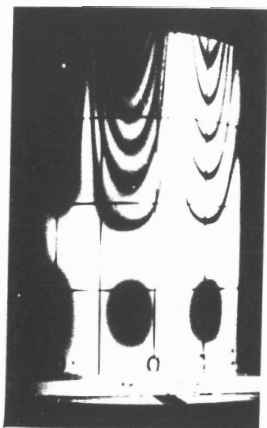
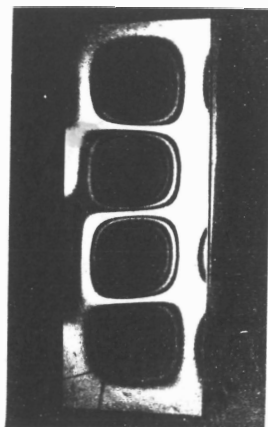
[2]. Útlum a vlastní frekvence byly zjišťovány modální analýzou (obr.1) a tvary kmitání metodou kontinuálního osvitu (obr.2). Stejně byly vyšetřovány dynamické vlastnosti plexisklového modelu válcové nádrže o výšce ℓ s vodou sahající do výšky H . Modální analýzou bylo zjištěno, že poměrný útlum prakticky nezávisí na výšce hladiny. Naopak tvary kmitání se podstatně měnily (obr.3,4).

Tvary kmitání členěné skořepinové části leteckého motoru jsou patrné z obr.5. Odtud lze usoudit na místa s největšími amplitudami, na velikost přenosu kmitů z jedné části konstrukce do druhé, popř. navrhnout vhodnou síť měřicích bodů pro identifikaci modální analýzou.



Obr.1

LITERATURA. [1] Kozánek J.: Global modification of the transfer function smoothing identification method, In.: Proc. of the XVI th Int. Conf. on Dynamics of Machines, Stupava, 15.-18.6.1989, 92-95. - [2] Horáček J., Trnka J.: Dynamické vlastnosti potahových polí trupu letounu, In.: Sb. 26. akustická konf., Vys. Tatry, říjen 1987, díl 1., 137-140.

Obr.3 - ($H/L = 0,5$)

Obr.2

Obr.4 - ($H/L = 1$)

Obr.5

Ing. Jaromír Horáček, DrSc.; Ing. Jan Trnka, CSc.

Ústav termomechaniky ČSAV, Dolejšková 5, 182 00 Praha 8

Telefon : 815 3125, 815 3763; FAX : 858 4695