

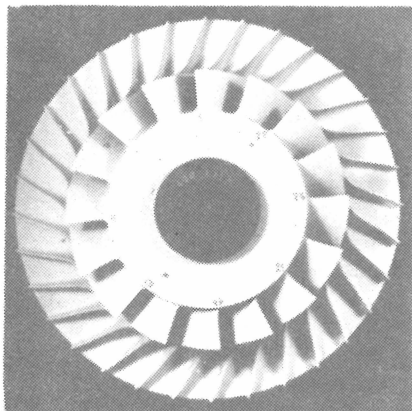
KOMBINACE HOLOGRAFICKÉHO MĚŘENÍ A MKP VÝPOČTU VLASTNÍCH KMITŮ OBĚŽNÝCH KOL KOMPRESORŮ LETECKÝCH MOTORŮ

Ing. Karel Antropius, CSc., ČVUT, Stavební fakulta,
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

Ing. Ivan Krásný, CSc., Státní výzkumný ústav pro stavbu
strojů, 190 11 Praha 9 - Běchovice

Ing. Alena Paslerová, Výzkumný a zkušební letecký ústav,
Beranových 130, 199 05 Praha 9 - Letňany

Oběžná kola leteckých motorů jsou životně důležité součásti, a proto jejich návrhu a vývoji musí být věnována vrcholná péče. Znalost charakteristik vlastního kmitání, t.j.



Obr.1. Typické měření
oběžné kolo

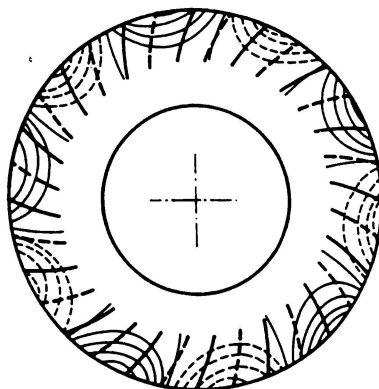
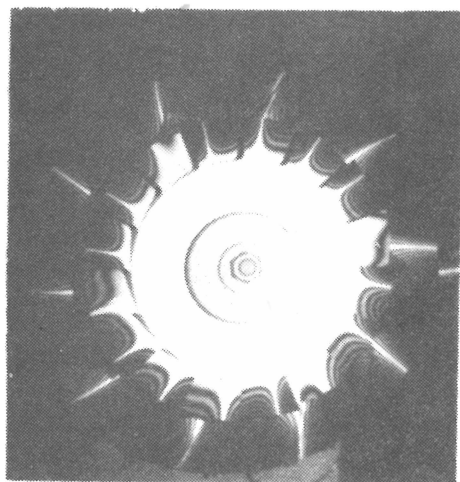
vlastních frekvencí a vlastních tvarů kmitání, je důležitá pro správný návrh součásti z dynamického hlediska. Vlastní frekvence i vlastní tvary kmitání mohou být určeny experimentálně i výpočtem. Obě tyto metody mají svá určitá omezení, jejich kombinace však může podstatně zvýšit kvalitu výsledku.

K experimentálnímu určení tvarů kmitání může být použita metoda time-average holografické interferometrie, která je efektivní a přitom snadno realizovatelná. Je to metoda bezkontaktní a měření proto neovlivní vlastní kmitání. Poskytuje celoplošný obraz i velmi složitých tvarů kmitání, které není

možné určit dotykovou metodou - měřením bod po bodu. Požadovaný frekvenční rozsah vyšetřované součásti a nejdůležitější rezonanční frekvence jsou stanoveny před holografickým měřením. Tvary kmitání měřeného kola jsou buzeny piezokeramickými budiči nalepenými na povrch součásti. Podle povahy součásti je to obvykle 5 - 10 budičů. Budiče jsou účinné i při vysokých frekvencích. Jsou napájeny zesíleným střídavým signálem s možností posuvu signálu o 180° . Odezva měřené součásti je snímána akusticky. Tvar kmitání je zaznamenán pro ty hodnoty budících frekvencí, pro něž má tato odezva lokální špičky. U vyšetřovaného oběžného kola získáme obvykle 50 - 100 různých interferogramů tvarů kmitání. V případě dvojnásobných frekvencí nebo frekvencí, které jsou velmi těsně vedle sebe, mohou současně existovat dvě vlny - stojící vlna a vlna běžící po obvodě disku /2/. Superpozicí těchto dvou vln uzlové čáry mizí a na jejich místech jsou minimální výchylky rovné amplitudě běžící vlny. Provést kvalifikaci takových tvarů kmitání je nemožné bez dalších znalostí o dynamickém chování kola. Je třeba provést porovnání experimentu s teoreticky vypočtenými tvary kmitání a vlastními frekvencemi.

Výpočty byly prováděny metodou konečných prvků. Určení vlastních frekvencí a tvarů kmitání takové složité součásti,

jako jsou oběžná kola kompresorů leteckých motorů se dvěma typy lopatek - velkými a malými - a počtem lopatek od 15 + 15 do 20 + 20 je ovšem velmi náročné na čas i paměť počítače. Před výpočtem celku je proto užitečné určit vlastní frekvence a vlastní tvary kmitání obou druhů lopatek zvlášť, jako by byly připevněny k tuhému disku. Vypočtené frekvence, jak samotných lopatek, tak celého kola většinou velmi dobře souhlasily s měřeními.



— VELKÉ LOPATKY — FÁZE KMITÁNÍ 0°
 --- MALÉ LOPATKY --- FÁZE KMITÁNÍ 180°

Obr.2. Příklad holograficky zaznamenaného tvaru kmitání při frekvenci 5903 Hz a vypočteného (5786 Hz) tvaru kmitání metodou konečných prvků.

Analyzované vlastní kmity je možné přibližně rozdělit na dvě skupiny:

- a) kmity s převažujícím kmitáním velkých nebo malých lopatek - t.zv. lopatkové kmity, jež se vyznačují velmi hustým spektrem vlastních frekvencí
- b) kmity s převažujícím kmitáním disku - t.zv. diskové kmity s poměrně řídkým spektrem vlastních frekvencí.

Vzhledem k velké hustotě spektra vlastních frekvencí mohou být lopatkové kmity nebezpečné již při blízkosti budící a vlastní frekvence. Pro nebezpečnost diskových tvarů kmitu, je navíc nutná ještě obvodová geometrická afinita (neortogonalita) mezi buzením a tvarem kmitu. Toto je velmi důležitý výsledek při navrhování oběžných kol leteckých motorů.

Literatura:

- /1/ Antropius K., Paslerová A. : Proc. of the Int. Symp. "Optical Methods in Dynamics of Fluids and Solids" Liblice, 1984, pp. 35 - 41
- /2/ Krásný I., Antropius K., Paslerová A. : ŮIAZ, 135. Jg (1990), H. 7/8, pp. 318 - 320.
- /3/ Krásný I., Šafr M., Trnka J. : Acta Technika ČSAV, Vol. 33 (1988), No. 6, pp. 667 - 681.