

Měření kmitání lopatek na ložiskovém stojanu experimentálního rotorového standu

Ing. Vojtěch Vašíček¹

1 Motivace

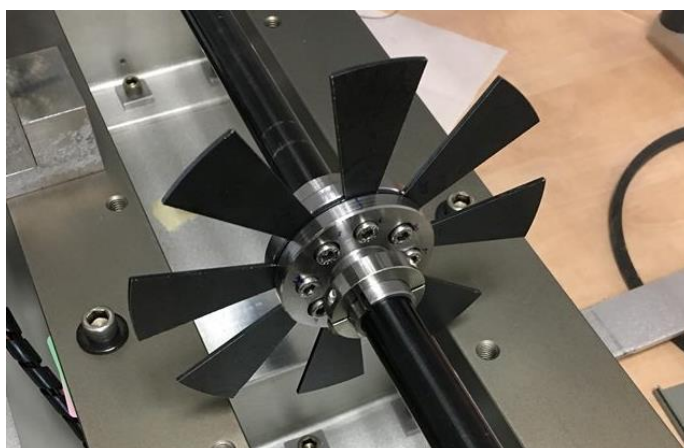
Monitorování rotačních zařízení je základním předpokladem pro stanovení jejich stavu. Případnou odchylku od nominálního stavu je nutné včas detekovat a učinit adekvátní zásah, který předejde možným finančním ztrátám, které jsou spojené s odstavením stroje. Příkladem takového zařízení může být parní turbína. Jednou z její nejvíce namáhaných součástí je pak oběžná lopatka.

Kmitání oběžných lopatek se v průmyslové praxi monitoruje několika způsoby, např. pomocí tenzometrů, nebo metodou BTT. Relativně složitá instalace snímačů a pořizovací náklady však mohou být limitujícím faktorem pro jejich nasazení. Motivací vypracování tohoto příspěvku tak byl výzkum alternativní metody pro monitorování lopatkových vibrací, která využívá signál relativního rotorového chvění, který je měřen standardně.

Využití rotorových vibrací pro monitorování oběžných lopatek je podmíněno znalostí principu, jakým jsou vibrace lopatek přenášeny do místa ložiskového stojanu, kde se rotorové vibrace měří. Současná teorie předpokládá, že axiální výkmit lopatky způsobuje ohybový moment působící na hřídel, což je důvodem, proč jsou na ložiskovém stojanu sledovány radiální vibrace rotoru na lopatkových frekvencích. Motivace tohoto příspěvku je tak sestavit experiment, kterým bude možné uvedený předpoklad potvrdit.

2 Experiment a jeho výsledky

Experiment byl proveden na rotorovém standu Magnum od firmy SpectraQuest. Na hřídeli bylo instalováno lopatkové kolo, které je ilustrováno na obrázku 1.



Obrázek 1: Experimentální rotorový stand

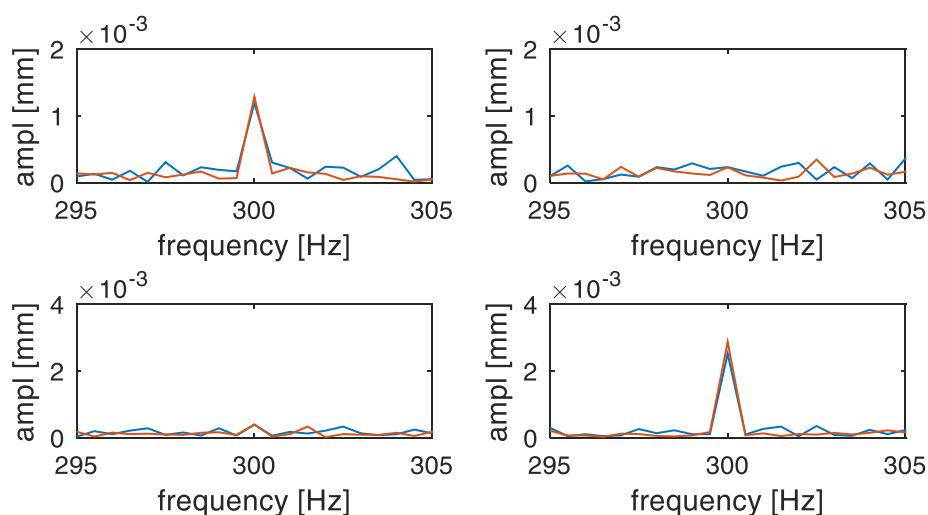
¹ student doktorského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika, e-mail: vasicekv@ntis.zcu.cz

Pro buzení kmitání lopatek byly použity nalepené piezoměniče. Frekvence buzení byla 300 Hz a byla zvolena mimo rezonanci systému. Snímače rotorového chvění byly instalovány na ložiskovém stojanu v horizontálním a ve vertikálním směru.

Aby bylo možné původní předpoklad potvrdit, byly zvoleny dvě konfigurace kmitání lopatkového kola, jejichž výsledky porovnává obrázek 2. Modrá křivka reprezentuje kmitání hřídele, které bylo způsobeno buzením jediné lopatky. Červená křivka reprezentuje situaci, kdy byly buzeny dvě vzájemně kolmé lopatky. Budicí signál byl ve všech případech stejný, tj. měl shodnou amplitudu a fázi. Výsledný silový ohybový moment by měl být v případě buzení dvou lopatek odmocnina ze dvou krát větší než v případě buzení jediné lopatky. Aby bylo možné obě situace porovnat byl spektrogram pro druhou konfiguraci buzení lopatek vydělen právě tímto koeficientem.

Amplitudový spektrogram naměřený horizontálním snímačem je na obrázku 2 vlevo a spektrogram naměřený vertikálním snímačem na obrázku 2 vpravo. Umístění výsledného ohybového momentu do roviny horizontálního snímače je na obrázku 2 nahoře, umístění do roviny vertikálního snímače pak na obrázku 2 dole.

Z obrázku je patrné, že budicí frekvence lopatek 300 Hz je na hřídeli viditelná vždy jen v případě měření v souhlasném směru působení ohybového momentu a její velikost je pro oba případy téměř shodná, což experimentálně potvrzuje popsanou teorii.



Obrázek 2: Porovnání spekter rotorového chvění, vlevo snímač rotorových vibrací v horizontálním směru, vpravo ve vertikálním směru, nahoře pro případ, kdy je výsledné silové působení v horizontálním směru, dole pro případ, kdy je ve vertikálním směru

3 Závěr

Výsledky popsaného experimentu souhlasí s teoretickým předpokladem, který popisuje princip přenosu kmitání lopatek ke snímači relativního rotorového chvění, a který byl formulován v úvodní části tohoto příspěvku. Takto získaná znalost umožňuje pokračovat ve výzkumu, který by měl směřovat k vývoji systému pro monitorování lopatek pomocí signálu relativního rotorového chvění.

Poděkování

Tento příspěvek byl podpořen grantovým projektem SGS-2019-020.