

Trajektorie olopatkovaného kola při monitorování kmitání lopatek ze signálu rotorového chvění

Ing. Vojtěch Vašíček¹

1 Motivace

Monitorování rotačních zařízení je základním předpokladem, jak předejít možné havárii včasným odstavením stroje. Takovým zařízením může být například parní turbína, kde jednou z kritických součástí jsou oběžné lopatky. Za účelem sledování jejich vibrací bylo vyvinuto několik metod. Jednou z nich je metoda BTT – Blade Tip Timing, při které je snímačem měřen čas průletu jednotlivých lopatek, a lze tak získat parametry kmitání každé z nich.

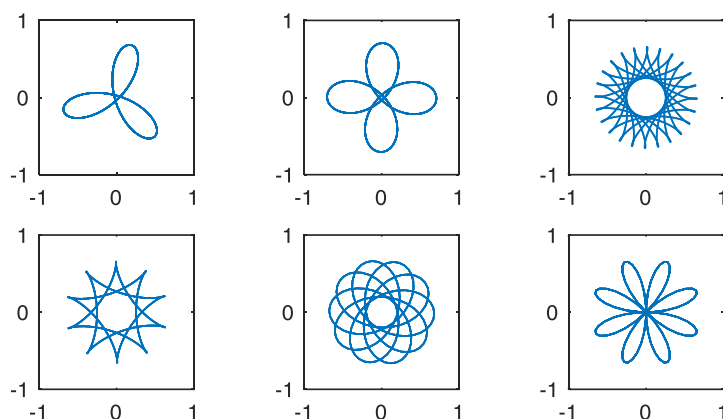
Uvedená metoda má nicméně několik limitujících vlastností, které mohou zamezit jejímu nasazení. Jednou z nich je nutnost zásahu do konstrukce turbíny při instalaci snímačů a tím je spojená i vysoká cena nasazení takového systému.

Alternativním přístupem se jeví využití některého ze standardně měřených signálů, při čemž by odpadla potřeba instalace nového snímače a zvýšila by se tím finanční atraktivita. Takovým signálem, jak bude ukázáno, může být signál relativního rotorového chvění.

2 Měření a vyhodnocení trajektorie lopatkového kola pomocí BTT

Měření pro metodu BTT je prováděno pomocí systému BVMS vyvíjeným v laboratoři DIAGEN na katedře kybernetiky. Frekvenčním zpracováním naměřených signálů lze získat kmitání každé z lopatek, které následně slouží k sestavení trajektorie lopatkového disku jako celku. Tato trajektorie má eliptický charakter s frekvencí rovnající se vlastní frekvenci lopatek, jejíž amplituda je ve spektru dominantní.

Je-li diskem otáčeno, pak tato trajektorie pozorována mimo rotující soustavu již nebude eliptická, ale její charakter lze pro různé parametry ilustrovat příklady na obr. 1.



Obrázek 1: Trajektorie rotujícího lopatkového kola

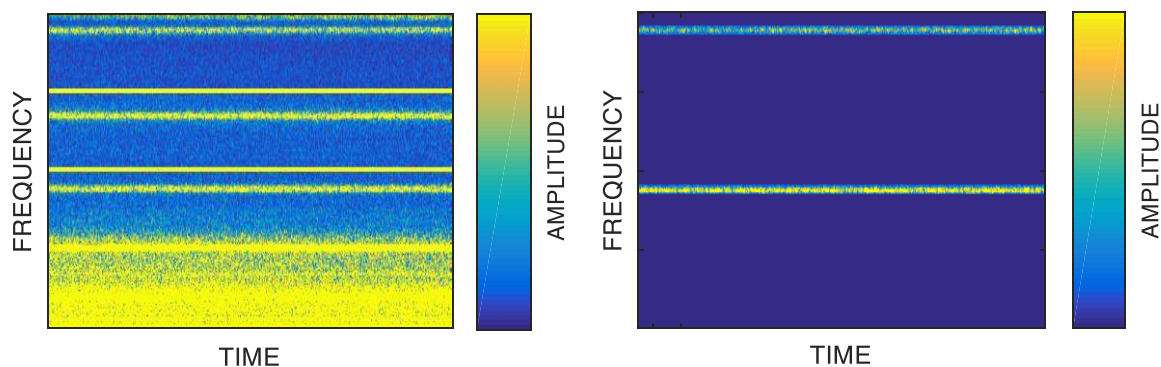
¹ student doktorského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika, e-mail: vasicekv@ntis.zcu.cz

3 Porovnání výsledků s rotorovým chvěním

Lopátkové kolo je buzeno vlastní frekvencí lopatek – f_{lop} . Rotuje-li navíc otáčkovou frekvencí – f_{rot} , pak lze mimo takový systém pozorovat frekvence $f_{lop} \pm f_{rot}$, tzv. součtovou a rozdílovou složku. Toto je důsledkem tzv. amplitudové modulace, kterou lze v rotorovém chvění pozorovat.

Trajektorie lopátkového kola definovaná v předchozím odstavci pomocí BTT je využita pro odhad obou spektrálních linií amplitudové modulace – AM. Jedná se o časofrekvenční zpracování průmětu trajektorie kmitání lopátkového kola do jedné ze souřadnicových os. Tuto situaci ilustruje obrázek 2 vpravo.

Tento odhad je porovnán se skutečným spektrem rotorového chvění, který je ilustrován na obrázku 2 vlevo. Lze pozorovat, že součtová a rozdílová složka AM jsou pro tento případ porovnatelné a pro monitorování lopatek tak lze použít standardně měřený signál rotorového chvění.



Obrázek 2: Spektrogram STFT rotorového chvění (vlevo), a odhad pomocí BTT (vpravo)

4 Závěr

Uvedený přístup pomocí standardně měřeného signálu rotorového chvění je zajímavou možností, jak monitorovat kmitání lopatek a případně odhalit možnou materiálovou změnu. Tato práce popisuje souvislost mezi tímto přístupem a vyhodnocením pomocí metody BTT.

Poděkování

Tento příspěvek byl podpořen grantovým projektem SGS-2016-031.

Literatura

B. Boashash (2003), *Time Frequency Signal Analysis and Processing*, A Comprehensive Reference. Elsevier, ISBN – 978-0-08-044335-5.