

Validace metody pro vyhodnocení torzních kmitů rotoru turbogenerátoru srovnáním se změřeným signálem z relativního rotorového chvění

Sven Künkel¹, Jindřich Liška, Jan Jakl

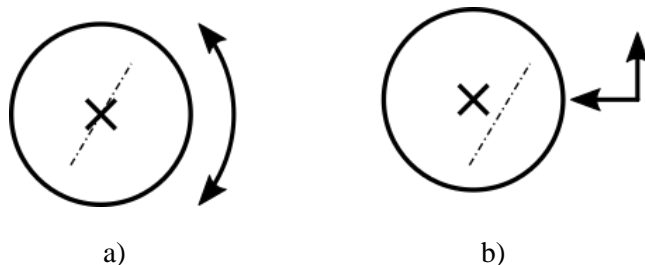
1 Úvod

Problematika torzních vibrací rotoru turbogenerátoru není nová, nicméně její význam se v poslední době, která se nese ve znamení rostoucího zapojení obnovitelných zdrojů a s tím související nutnosti operátorských zásahů, neustále zvyšuje. Konkrétní situace, při nichž jsou buzeny torzní vibrace rotoru, jsou popsány např. v knihách Walker (2005) nebo Kilgore (1977). Monitoring torzních vibrací lze realizovat pouze s použitím specializovaného měření i následného vyhodnocení změřených signálů. Autoři vyvinuli i nadále rozvíjí jednu z takových metod měření a vyhodnocení torzních vibrací implementovanou do systému TVMS. Té bylo věnováno vícero autorských publikací, za všechny jmenujme na příklad Liška (2019). Z recenzí nebo diskusí s odborníky z oboru byla často negativně vnímána nedostatečná validace výsledků. Vytýkána byla zejména absence přímého důkazu, že výsledné uváděné hodnoty amplitud torzních vibrací odpovídají realitě.

Kouzlem osudu byly operátory jedné z elektráren, kde je systém TVMS instalován, pozorovány vibrace na přibližně 24 Hz v signálech rotorového chvění rotoru turbogenerátoru (laterální vibrace). Ponechme stranou příčinu vzniku těchto rotorových vibrací a opatření, které k jejich potlačení provede provozovatel elektrárny. Nyní je podstatné to, že je lze využít k validaci výsledků TVMS.

2 Validace metody

Pravdou je, že torzní a radiální kmitání rotoru mají odlišný fyzikální projev, viz obr. 1. Torzní kmitání se projevuje kolísáním okamžité úhlové rychlosti rotoru přičemž střed rotoru je pevný, zatímco u radiálního kmitání se střed rotoru pohybuje po určité trajektorii, ale otáčková rychlost zůstává stejná.

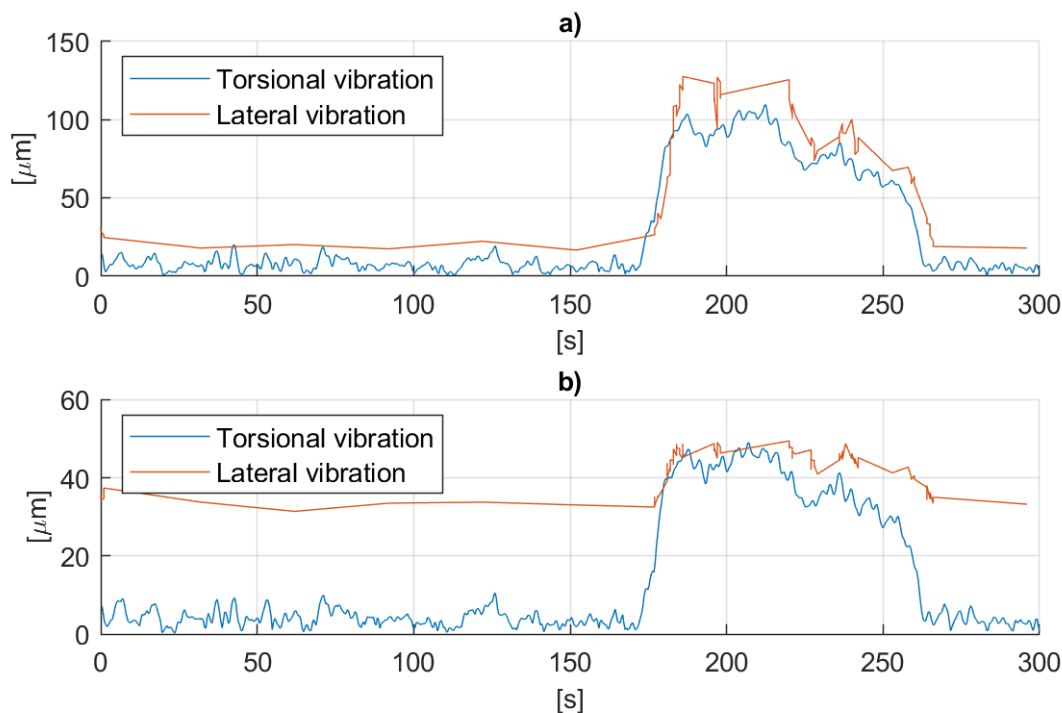


Obrázek 1: Znázornění projevu a) torzních vibrací rotoru, b) laterálních vibrací rotoru.

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

Senzor měření torzních vibrací z principu není schopen rozlišit torzní kmitů a složku laterálních kmitů ve směru kolmém na osu senzoru. Jinými slovy, torzním měřením lze částečně měřit i radiální vibrace. Poznamenejme, že obráceně toto pravidlo použít nelze.

Dne 14.5.2021 došlo na dotčené elektrárně k detekci zvýšené amplitudy v signálu relativního rotorového chvění na frekvenci 23,5 Hz. Tento průběh je v obr. 2 znázorněn červenou čarou. Modrou čarou je znázorněn signál torzních kmitů pro stejnou frekvenci přepočítaný do stejných jednotek, tedy μm .



Obrázek 2: Srovnání signálu rotorového chvění a signálu torzních vibrací pro frekvenci 23,5 Hz. Příklad a) pro měření u koncového ložiska rotoru turbogenerátoru na straně turbíny, případ b) pro měření u ložiska rotoru mezi turbínou a generátorem.

Ze srovnání signálů na obrázku 2 je patrná relativně dobrá shoda v průběhu amplitudy kmitání, a to ačkoliv obě měřicí metody primárně měří jinou veličinu. Autoři se v budoucnu ještě budou věnovat zvýšení věrohodnosti validace a prezentace výsledků v ucelené formě.

Poděkování

Príspevek byl podpořen grantovými projekty PUNTIS-LO1506 a SGS-2019-020.

Literatura

- Kilgore, L., A., Ramey, D., G., Hall, M., C. (1977) Simplified transmission and generation system analysis procedures for subsynchronous resonance problems. *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, Vol. PAS-96, 6, pp 1840-1846.
- Liška, J., Jakl, J., Künkel, S. (2019) Measurement and evaluation of shaft torsional vibrations using shaft instantaneous angular velocity. *Proceedings of ASME Turbo Expo 2018: Turbomachinery Technical Conference and Exposition*, pp 1-6.
- Walker, D., N., Giesecke, H. (2005). *Steam Turbine-Generator Torsional Vibration Interaction with the Electrical Network: Tutorial*?. EPRI, Palo Alto, CA.