

Experimentální posouzení vlivu nevyváženosti na dynamickou odezvu turbodmychadla

Luboš Smolík¹, Roman Kroft², Zdeňka Rendlová³

1 Úvod

Modely nelineárních mechanických systémů je ve většině případů možné věrohodně validovat a verifikovat pouze pomocí experimentu. Typickým příkladem nelineárního systému je rotor turbodmychadla podepřený kluznými ložisky s plovoucími kroužky. Tento systém je možné linearizovat, což ukazuje např. Smolík et al. (2015), pouze za cenu zanedbání některých jevů, ke kterým ve skutečnosti dochází, a proto je nelineární přístup výhodnější.

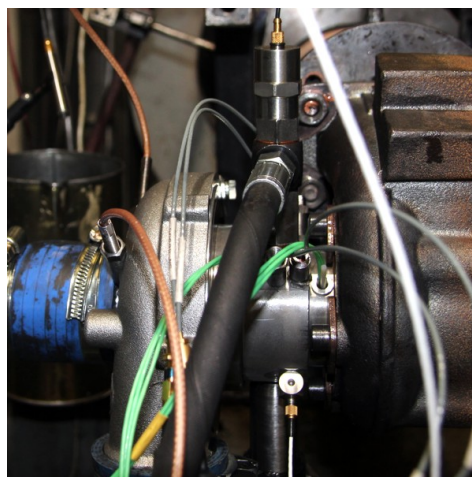
2 Popis experimentu

Cílem experimentu bylo získání záznamů roto-rových a ložiskových vibrací a údajů o otáčkách rotoru turbodmychadla a plovoucích kroužků v ložiscích.

Testovaný rotor turbodmychadla byl umístěn v ložiskové skříni speciálně vyrobené pro měření a byl poháněn plynovým hořákem, který do turbíny vháněl studený vzduch. Do této skříně, ukázané na Obr. 1, bylo možné umístit měřicí čidla podle schématu z Obr. 2. (Relativní) rotorové vibrace hřídele byly snímány snímači výchylky pracujícími na principu vířivých proudů, který vysvětluje např. Fitzgerald et al. (2003). (Absolutní) ložiskové vibrace byly snímány standardní tříosým piezoelektrickým akcelerometrem a speciálním nábojovým piezoelektrickým akcelerometrem určeným pro měření za zvýšených teplot.

Otáčky rotoru byly snímány na kompresorovém kole pomocí otáčkové sondy standardu TTL. Plovoucí kroužek v radiálním ložisku na straně turbíny byl opatřen dvojicí magnetů, kroužek v ložisku na straně kompresoru jedním. Otáčky kroužků byly měřeny na základě snímání procházení magnetu kolem instalovaného čidla.

Rotor turbodmychadla byl opatřen závity pro přidání umělých nevyvážek, jejichž poloha je patrná z Obr. 2. Měřena byla odezva rotoru při celkem 120 výkonových stavech. Proměnnými parametry byly otáčky rotoru (konstantní i kolísavé v rozsahu 500 – 2200 Hz), tlak mazacího oleje na vstupu do ložiskové skříně (3 a 5 barů) a umělá nevyváha.

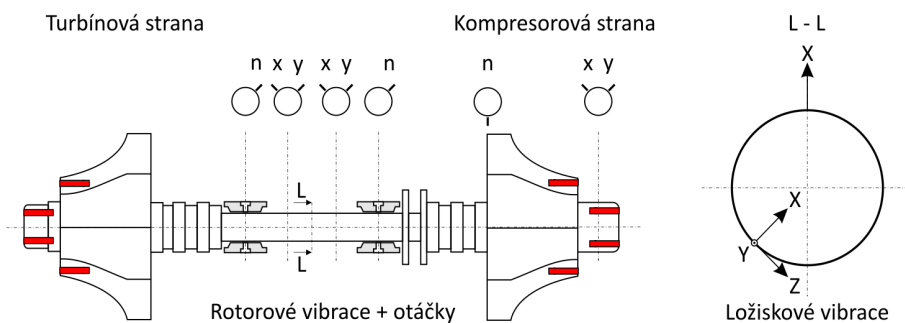


Obrázek 1: Speciální měřicí ložisková skříň s kompletní instrumentací.

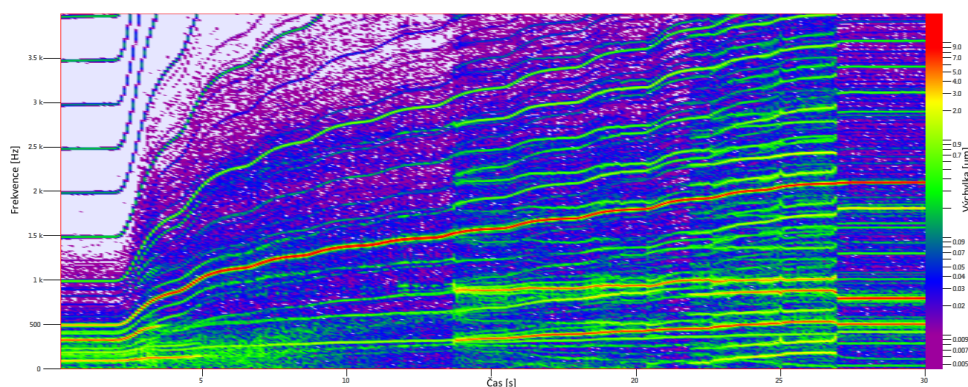
¹ student doktorského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Aplikovaná mechanika, e-mail: carlist@ntis.zcu.cz

² vědecko-výzkumný pracovník, NTIS, ZČU v Plzni, e-mail: rkroft@ntis.zcu.cz

³ studentka doktorského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Aplikovaná mechanika, e-mail: zrendlov@kme.zcu.cz



Obrázek 2: Schématické uspořádání rovin pro měření rotorových a ložiskových vibrací a otáček rotoru a kroužků. V oběžných kolech rotoru jsou naznačeny závitů pro umělé nevyvážky.



Obrázek 3: Spektrogram najetí rotoru (rotorové vibrace, turbínová strana, snímač x).

3 Výsledky a závěry

Typický spektrogram najetí z otáček 500 Hz na 2000 Hz je ukázaný na Obr. 3. Z tohoto diagramu je patrná značná nelinearita systému – při překročení určitých otáček se skokově mění kvalita odezvy. Výsledky korespondují s experimenty, které dříve provedli Schweizer a Sievert (2009). Navíc byly měřeny úhlové rychlosti plovoucích kroužků a zrychlení skříně; provedený experiment tedy umožní identifikovat některé jevy, které Schweizer a Sievert (2009) neidentifikovali. Data budou dále použita pro verifikaci a validaci existujících výpočtových modelů.

Poděkování

Příspěvek byl podpořen grantovým projektem SGS-2013-036.

Literatura

Fitzgerald, A. E., Kingsley, Ch., Jr. a Umans, S. D., 2003. *Electric Machinery*, 6. vyd, McGraw-Hill, New York.

Schweizer, B. a M. Sievert, 2009. Nonlinear oscillations of automotive turbocharger turbines. *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 321, s. 955-975.

Smolík, L., Rendlová Z. a Byrtus, M., 2015. An Analysis of the Influence of the Titanium Compressor Wheel on the Dynamical Properties of the Particular Turbocharger Rotor. *Manufacturing Technology*, Vol. 15, No. 1, s. 93-99.