

Měření kritických otáček modelu trubíny

Cvičení KET/CHH 2016

Cvičení: Středa 11:10 – 12:50

Vypracoval: Bc. Martin Zlámal

Měřicí skupina: Bc. Milan Flor
Bc. Filip Sauer
Bc. Lukáš Truhlář

Datum měření: 9. 3. 2016

Datum odevzdání: 16. 3. 2016

Zadání

1. Změřte vibrace (zrychlení) na ložiskových podporách fyzikálního modelu turbíny v závislosti na otáčkách.
2. Ze změřené závislosti určete kritické otáčky.
3. Stanovte maximum zrychlení při kritických otáčkách a činitel jakosti rezonance.

Teoretický rozbor

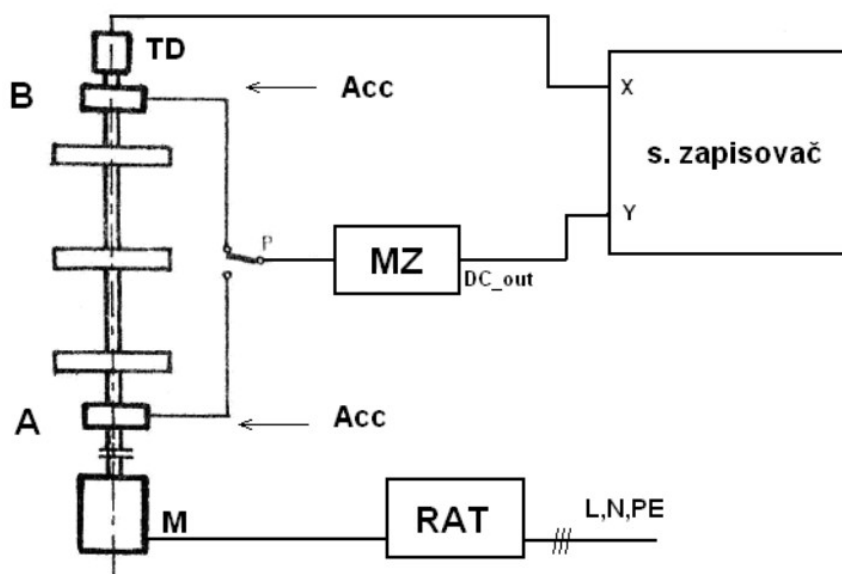
Kritické otáčky jsou takové otáčky, kdy dochází k největším vybracím stroje. Tyto otáčky je nutné co nejrychleji překonat, protože by jinak mohlo dojít k poškození stroje případně k jeho velkému opotřebení. Clastní kmity hřídelí jsou potom kmity, které má samotná hřídel přirozeně od výroby. Tyto kmity mohou být dány například špatným vyvážením nebo uložením. S těmito kmity musí být počítáno a nelze je úplně eliminovat.

Jakost rezonanční křivky, nebo také činitel jakosti Q je dán vztahem:

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f}$$

Tento činitel udává ostrost rezonanční křivky. Zcela netlumený systém má Q nekonečné a rezonanční křivka je tak velmi ostrá. Kritické tlumení nastává při $Q=1/2$. Obecně je u rotujících strojů žádoucí, aby byla křivka co nejstrmější a bylo snadné rezonanční frekvenci rychle překonat.

Schéma úlohy



Postup měření

Akcelerometr, který je připevněn k opoře ložiska, připojíme k měřicímu zesilovači a zde nastavíme vhodné zesílení (2 dB). Tento zesilovač připojíme k souřadnicovému zapisovači tak, aby zaznamenával osu Y. K ose X připojíme tachodynamo. Tím docílíme toho, že bude zapisovač zaznamenávat závislost výchylek na rychlosti otáčení modelu turbíny. Následně zapneme motor a postupně si zaznamenáme na zapisovači na ose X hodnoty pro 1000, 2000 a 3000 ot./min. Kritické otáčky je nutné překonat co nejrychleji. Následně necháme roztočit model turbíny na 3000 ot./min., zapneme zapisovač a vypneme napájení motoru. Tak dostaneme celý grafický výstup závislosti výchylky kmitů na otáčkách.

Naměřené a vypočtené hodnoty

$$\text{Měřítka } X = 100 \text{ mV/cm} = 100 \text{ ot./cm}$$

$$\text{Měřítka } Y = 100 \text{ mV/cm} = 100/108 \text{ ms}^{-2}/\text{cm}$$

$$a_{MAX} = 14,5 \text{ ms}^{-2} \qquad a_{fh,fd} = \frac{1}{\sqrt{(2)}} \cdot a_{MAX} = 10,28 \text{ ms}^{-2}$$

Hodnoty jsou odečteny z naměřeného grafu na cvičení (není součástí této práce):

	f_d	f_{res}	f_h
n [ot./min.]	2450	2700	2900
f [Hz]	41,25	46,00	48,75
a [ms^{-2}]	10,25	14,50	18,75

$$B_3 = f_h - f_d = 7,5 \text{ Hz} \qquad Q = \frac{f_{res}}{B_3} = \frac{46}{7,5} = 6$$

$$a_{fd} = a_{MAX} \cdot \frac{1}{\sqrt{(2)}} = 14,5 \cdot \frac{1}{\sqrt{(2)}} = 10,25 \text{ ms}^{-2}$$

$$a_{fh} = a_{MAX} + (a_{MAX} - a_{fd}) = 14,5 + 14,5 - 10,25 = 18,75 \text{ ms}^{-2}$$

Použité přístroje a podmínky měření

Přípravek – model turbíny: R3HD82

Souřadnicový zapisovač: SERUOGOR XY; 6118

Akcelerometr: BK-4507 B004; 32864

Měřicí zesilovač: 2525

Otáčkoměr: LUTRON DT-2259; 149891

Podmínky v místnosti: 22,6 °C, RH 37 %, 1008,3 hPa

Závěr

Z naměřené grafu bylo vidět, že křivka závislosti výchylky vybrací na otáčkách byla v určitém místě relativně ostrá, ale celkově bylo vidět, že vibrace plynule stoupají. To bylo slyšet i při roztáčení modelu turbíny kdy docházelo ke zvyšování hlučnosti a v určitém místě začala turbína řinčet. To byl právě onen zkoumaný bod. V závislosti na požadavcích by bylo vhodné provozovat turbínu do tohoto bodu, resp. rychlosti otáčení. Vzhledem k tomu, že se tento bod nachází na hodnotě *2700 ot./min.* a bylo povoleno měřit až za tento bod, tak se dá očekávat že bude požadavek vytáčet turbínu až na *3000 ot./min. (50 Hz)* a je tedy nutné překonat tento bod co nejrychleji.