

Jaroslav P o l á č e k

SIGMA Výzkumný ústav

Optimalizace napjatosti spoje lopatky a disku turbíny

Cílem práce bylo stanovit u několika tvarových variant rozložení napjatosti v závěsech lopatek a výstupcích disků. Úloha byla řešena rovinnou fotoelasticití. Oproti řešení /1/, byla použita jednodušší metodika postupného zatěžování jednotlivých zubů /2,3/ závěsu, což umožňuje, na základě zákona superpozice, využít výsledků i pro volbu velikostí nerovnoměrnosti roztečí závěsu lopatky nebo výstupku disku s cílem zvýšit životnost spoje.

Po rozboru geometrie reálné konstrukce a zatěžujících podmínek se dospělo k závěru, že je možno pro porovnávací studie přistoupit na řešení pomocí rovinné fotoelasticity. Přestože u díla se jedná o prostorovou napjatost, lze s určitou přibližností pro porovnání tvarových variant toto řešení akceptovat. Nutno podotknout, že model byl zatěžován konstantní statickou silou a pouze elasticky.

Modely byly vyrobeny z epoxidového deskového materiálu /4/ v měřítku 10 : 1. Vždy byl zhotoven výstupek disku a do dvou sousedících drážkovitých otvorů byly zasouvány modely lopatek, takže při zatěžování se docílilo symetrie v zatížení výstupku disku i lopatek. Do míst styku příslušného zubu byl vkládán tuhý papír, který rovnoměrněji roznesl síly kontaktu. Jednotlivé zuby byly vždy zatěžovány stejnou silou měřenou optickými siloměry /disk zatížený diametrální silou/.

Řešeny byly dvě tvarové alternativy disku volné turbíny /viz obr. c /, kde model měl v patním krčku stromechkového výstupku disku radius R 13 a druhý tvar R 4. Párové lopatky v těchto discích byly dvojí tvarové varianty v oblasti chladicího krčku závěsu lopatky a to s R 7 a R 12. Na obr. a je rozložení napjatosti u lopatky párové s R 7 při zatížení středního

subu. Z výsledků měření vyplynulo, že tvarově vhodnější je disk i lopatka s větším radiusem, což potvrdily i zatěžovací zkoušky reálné konstrukce až do porušení.

Dále byly proměřeny závěsy lopatek a výstupky disku u turbíny generátoru, opět se jedná o porovnání dvojí tvarové varianty a to s 37 lopatkami a s 55 lopatkami, pro který je rozložení napětí při zatížení v patním krčku stormečkového výstupku disku na obr. b.

Podle modelové podobnosti lze odvodit vztah mezi dílem a modelem:

$$\lambda_{\sigma} = \frac{\lambda_F}{\lambda_l \cdot \lambda_t} = \frac{\frac{F_d}{F_m}}{\frac{l_d}{l_m} \cdot \frac{t_d}{t_m}} = \frac{\sigma_d}{\sigma_m}$$

Po dosazení $\lambda_l = \frac{1}{10}$ a z Wertheimova zákona za $\sigma_m = \frac{A \cdot K}{l_m}$ vyplyne, že $\sigma_d = \text{konst.} \cdot \Delta$. Můžeme proto považovat Δ , tj. hodnoty experimentálních jednotek optického dvojlomu, za napětí a podle nich hodnotit či porovnávat vhodnost tvaru konstrukce. Výsledné diagramy průběhů napětí /2,3/ mohou sloužit k stanovení součinitelů koncentrací napětí v kritickém místě a umožňují porovnat vhodnost navržených tvarů závěsů z hlediska jejich napjatosti.

Při zadání provozních podmínek resp. rozložení sil na jednotlivé zuby u konstrukce, lze z diagramů napětí superponovat jednotlivé účinky příslušným podílem Δ v uvažovaném bodě a hledat vhodné využití rezerv v životnosti závěsu lopatky a výstupku disku turbíny.

Literatura:

- /1/ Dien R., Ihlemann: Entwicklung axial eingeschrobener Tan-nenbaumfüsse für Laufschaufeln von Schiffsturbinnen. Konstruktion 16, Heft 11, 1964.
- /2/ Poláček J.: Napjatost v drážkách disku VT. Zpráva SIGMA VÚ, č. 1573, 1980.
- /3/ Poláček J.: Napjatost v oblasti spoje lopatky a disku turbíny. Zpráva SIGMA VÚ, 1980.
- /4/ Poláček J.: Tenkostěnné modely pro fotoelasticimetrii. ČPA SIGMA, Olomouc, září 1970.



