

AUTOMATICKÉ SNÍMÁNÍ A VYHODNOCOVÁNÍ MĚŘENÍ POHYBU ČEPU ROZVÁDĚCÍ LOPATKY V LOŽISKÁCH

Bohumil Hlavička, RNDr. Pavel Troubil
Výzkumný ústav-odbor mechaniky, ČKD Blansko

Resumé: Při měření na modelové rozváděcí lopatě bylo využito možnosti automatického snímání měřených veličin, jejich záznamu do paměti řídicího počítače zkušebny a následného zpracování výsledků měření včetně grafického vyjádření měřených veličin a jejich vzájemných vazeb.

Úvod

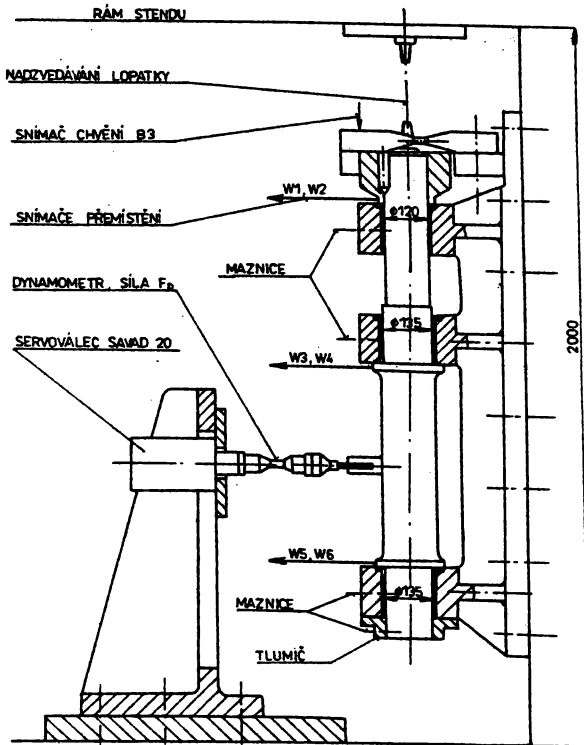
Čepy a ložisková pouzdra rozváděcích lopatek reverzních turbin přečerpávacích vodních elektráren se za provozu relativně rychle opotřebávají. Příčinou opotřebení je intenzivní kmitání rozváděcích lopatek, které vede ke vzniku mikroposuvů mezi čepem a pouzdry ložisek rozváděcí lopatky. Z těchto důvodů se v poslední době zkoumají jak příčiny vzniku kmitání a mikroposuvů čepů v ložiskách, tak i možnosti omezení jejich účinků na opotřebení rozváděcího mechanismu. Na díle je obvykle možno měřit pouze sílu v táhle lopatky, pohyb horního konce čepu /vyjimečně v blízkosti některého ložiska tohoto čepu/ a pod. Dolní čep, kde opotřebení bývá největší, je zpravidla nepřístupný. To vedlo k zaměření výzkumu na model rozváděcí lopatky s ložisky přístupnými.

Popis experimentu

Modelovala se lopatka geometricky podobná skutečné rozváděcí lopatě Francisovy reverzní turbíny přečerpávací vodní elektrárny Ružín. Též i modelová páka je geometricky podobná páce díla.

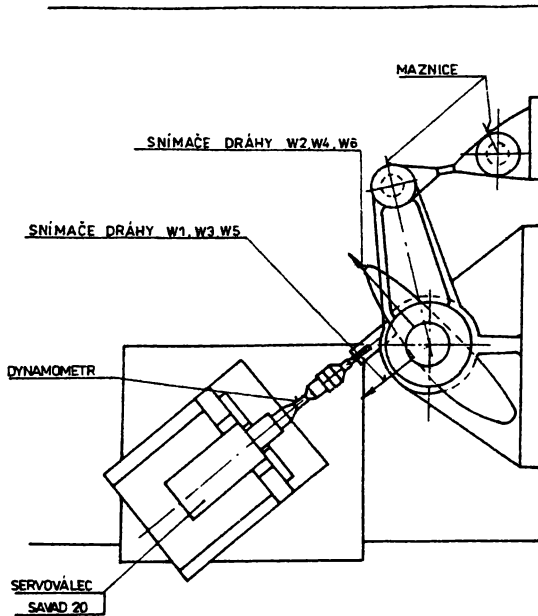
Měřená páka byla uchycena na třech ložiskách stojanu modelu /obr. 1a, b/. Pouzdra ložisek se geometricky nelišila od skutečnosti. Lopatka ve vertikální poloze jako

na díle byla zatěžována dynamickou silou vyvíjenou servoválcem SAVAD 20, který je součástí elektronického zatěžovacího systému EDYZ 3-4 /Inova Praha/. Servoválec umožňuje vyvinout statické i dynamické zatížení modelu.



Obr. 1a: Nárys modelového zařízení

Modelový experiment vycházel z předpokladu, že kmitání rozváděcích lopatek je vynuceného nerezonančního charakteru a tudíž dynamické vlastnosti samotné lopatky nejsou rozhodující. Určující je tedy charakter a intenzita budící síly.



Obr. 1b: Půdorys modelového zařízení

Na čepch lopatky byly instalovány dotykové indukční snímače dráhy WITH upevněné na tělesech ložisek, měřící tudíž relativní pohyb čepu v ložisku. Snímače na každém ze tří ložisek byly umístěny tak, že zachycovaly pohyb čepu ve směru budící síly a ve směru osy listu lopatky.

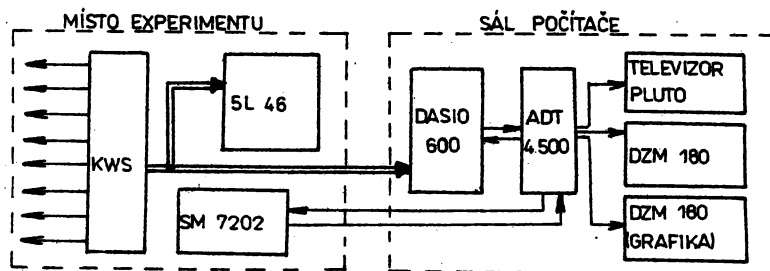
Na páce lopatky byl umístěn indukční snímač chvění typu B3 snímající chvění ve směru vertikálním.

Mimo to byla měřena velikost budící síly F pomocí tenzometrů typu 120/LY11 instalovanými na dynamometru.

Všechny snímače byly připojeny na měřící zesilovače typu KWS. Snímače i zesilovače jsou výrobky firmy Hottinger Baldwin Messtechnik.

Upravený a zesílený analogový signál byl přiveden na galvanometry UV oscilografu typu Visicorder 5L46-NEC pro operativní vizuální kontrolu měření a paralelně do

měřicí ústředny DASIO 600, která je řízena minipočítačem ADT 4500. Pro tento experiment bylo použito 8 měřicích kanálů ústředny s rozsahem vstupního napětí ± 5 V. Celý proces měření a vyhodnocování byl řízen z terminálu SM 7202 instalovaného u modelu v hale zkušební /obr. 2/.



Obr. 2: Schéma měřicího řetězce

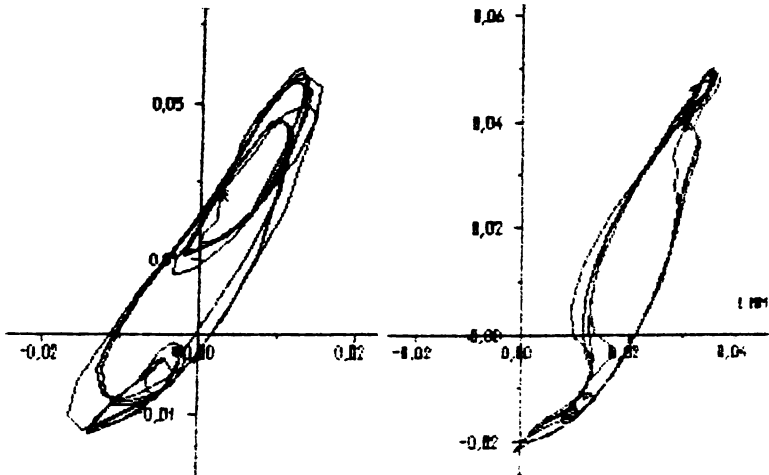
ADT 4500 pracuje pod operačním systémem DOS IV s pamětí 128 k slov. K počítači jsou připojeny 4 mechaniky disků KDP 720, 2 tiskárny DZM 180 /1 s úpravou pro grafický výstup/, 2 magnetopáskové jednotky PT 305, televizor PLUTO pro operativní grafické vyjádření vyhodnocovaného záznamu a 4 terminály.

Měření a vyhodnocení

Měřicí program byl rozdělen do několika etap. V první etapě se zkoumaly účinky různého charakteru zatěžovací síly /intenzita, frekvence, smysl a pod./. V další etapě se zjišťoval vliv ložiskových vůlí, později vliv mazání ložisek a pod. Nakonec byl měřen i tlak mazacího tuku v ložiskách.

Po nastavení zatěžovacích parametrů na elektrohydraulickém systému EDYZ 3-4 se spustil program CTIUS, který z 8 měřicích míst zaznamenal zadanou frekvenci 1000 pořadnic od každého místa. Data se uložila ve formě souboru typu A na zvolený disk. Tím se získal digitalizo-

vaný záznam, který se dále zpracoval programy ze systému SADKO /ÚVMV Praha/ [1], [2]. Na datový soubor se aplikoval program PRUMY, který vyhodnotil základní statistické charakteristiky procesu: střední hodnotu, rozptyl, směrodatnou odchylku, min. a max. hodnotu, kladný a záporný max. rozkmit, případný počet přemodulovaných hodnot. Tyto hodnoty byly udávány v patřičném fyzikálním rozměru, neboť při cejchování se programu CTIUS zadávaly cejchovanému napěťovému vstupu do počítače adekvátní fyzikální jednotky. Po proběhnutí programů CTIUS a PRUMY se použil program ZHLAV, který vypsál všechny informace uložené v záhlaví souboru, mimo jiné též minimální a maximální hodnotu z převodníku. Tím byla poskytnuta informace o využití rozsahu převodníku /rozsah ± 5 V/. Pokud se měřené hodnoty pohybovaly do 10 % rozsahu převodníku vznikla větší chyba měření a proto výstupní signál byl vhodně zesílen vyšší citlivostí zesilovače. V opačném případě, t.j. při přemodulování, kdy některé hodnoty přesáhly ± 5 V, byla citlivost zesilovače snížena.



a/ bez mazacího tuku

b/ mazací tuk ve stř. ložisku

Obr. 3: Trajektorie pohybu horního šepu lopatky v ložisku

Pro grafické znázornění pohybu čepu lopatky se použil program GVS vykreslující pohyb čepu v některém ze 3 ložisek do souřadného systému v libovolném časovém výseku s automatickou volbou parametrů grafického zobrazení /obr. 3 a, b/. Výběr vhodného časového výseku pro grafický záznam byl umožněn zobrazením trajektorie na obrazovce televizoru. Bylo možno též explicitně zadat pevné měřítko v kterékoliv ose pro usnadnění vizuálního srovnání pohybu čepu při různých zatěžovacích parametrech. Poněvadž počet měření byl značný /více než 50 x 8/, bylo použito při spouštění programů s velkým počtem vstupů /CTIUS, GVS/ dávkového-nekonverzačního režimu práce, což značně urychlilo měření a následné vyhodnocení.

Závěr

Použitím automatického snímání veličin se podařilo výrazně zkrátit délku experimentu, neboť bylo možno již v průběhu měření získat grafické vyjádření trajektorie pohybu čepu lopatky v ložiskách, jakož i kmitání lopatky podél svíslé osy. Navíc dostatečný počet informací získaných již během měření umožnil vhodně volit další postup při experimentu. Byly získány velmi cenné poznatky zejména o účinku mazání na intenzitu kmitání čepů lopatky.

Literatura

- [1] KURZ, B., HUMPOLEC, Z.: Programový systém SARKO pro číslicové zpracování analogových signálů. In: Zpracování experimentálních dat na počítači. Dům techniky ČSVTS Praha 1982, str. 67-88.
- [2] VARNER, M., TROUBIL, F.: Návod k použití programového systému SARKO. /Vvzkumná zpráva 4 CTE 9961-3897 DÚM Blatná, 1985.