

EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ DYNAMICKÝCH CHARAKTERISTIK ČERPADLA 300 KHS

Ing. Miloš Foretek, RNDr. Jaroslav Pářal,
SIGMA Výzkumný ústav, k. ú. o., Olomouc

Přednáška pojednává o experimentálním prověření dynamických vlastností záskokového napájecího čerpadla 300 KHS, zahrnující měření a hodnocení tlakových pulzací generovaných čerpadlem v souvislosti s dynamickými vlastnostmi hydraulického systému zkušební trati, kvazistatické a fluktuující složky zatížení axiálního ložiska, fluktuace pohybů rotoru v axiálním směru a ve dvou radiálních rovinách a velikost kmitání statoru. Je popsáno uspořádání experimentu. Výsledky měření, způsob registrace měřených dat a jejich vyhodnocování pomocí digitální měřicí ústředny Multidata III fy B&S, bude náplní referátu na konferenci.

1. Úvod

Napájecí čerpadla 300 KHS vyvinutá v koncernu SIGMA jsou určena pro záskokové napájení kotle (v případě poruchy hlavního napájecího čerpadla 300x2 KHW) bloků s výkonem 500 MW klasické elektrárny Shen-Tou v Číně. Při uvádění do provozu našeho prvního bloku 500 MW v Mělníce se na čerpadlech napájecí stanice projeví nepříjemné provozní potíže. Vznikaly při úrovních průtoku čerpadlem blízcích se průtokem minimálnímu (zajišťovanému převáděcím potrubím mezi výtlačným řádem čerpadla napájecího a sáním čerpadla podávacího) a při zvyšování provozních otáček. K nejzávažnějším potížím patřil především vznik nízkofrekvenčního kmitání celého hydraulického systému, které rozkmitávalo mechanické části systému s hrozbou destrukce a dále neočekávaně vysoké zatížení axiálního ložiska s následnými jeho havariemi. Proto experimentální práce na čerpadle 300 KHS byly vedeny snahou poskytnout co nejvíce informací o chování čerpadel a zkušebnímu systému z pohledu citované problematiky. Omezujícím faktorem byly možnosti zkušebny, které neumožnily zkoušky na plné provozní parametry. U daného čerpadla bylo maximum zkušebních otáček $n = 4500 \text{ l/min}$, zatím co provozní otáčky

jsou na dosti vysoké úrovni $n_{\max} = 6900$ l/min. Program zkoušek rovněž vycházel z nutnosti využití získaných výsledků pro konfrontaci a upřesnění matematických modelů dějů probíhajících v čerpadlech. Nakonec se předpokládá využít výsledky jako databázi při rozvoji diagnostických systémů energetických strojů a jejich soustav.

2. Zkušební provozní stavy čerpadla

Veličiny reprezentující dynamické charakteristiky čerpadla jsme zjišťovali při třech polohách rotoru vzhledem ke statoru v axiálním směru. Základní poloha ($s = 0$) představuje ustavení rotoru s dodržení souososti kanálů oběžného kola a rozvaděče, pak byl rotor posunut směrem do sání čerpadla ($s = +1$ mm) a do výtlačku čerpadla ($s = -1$ mm). V každé poloze bylo čerpadlo zkoušeno na trojích otáčkách (3500, 4000, 4500 l/min) vždy v sedmi bodech pracovní charakteristiky čerpadla pro různé průtoky charakterizované bezrozměrným provozním parametrem - relativním průtokem $q = Q/Q_{\text{opt}}$. Zachováme-li v provozu čerpadla relativní průtok neměnný, pak při různých provozních otáčkách se v interieru čerpadla vyvinou proudová pole hydrodynamicky podobná, tj. afinní.

3. Měřené veličiny a použití snímače

Experiment zahrnoval:

3.1 Měření zatížení axiálního ložiska

K identifikaci velikosti a průtoku zatížení axiálního ložiska sloužily dva tenzometrické snímače síly, umístěné po obou stranách segmentového axiálního ložiska. Po ukončení zkoušek byly nahrazeny standardními podložkami nosných desek ložiskových segmentů.

Konstrukce deformačního členu snímače vycházela z požadavku minimalizace jeho axiálního rozměru, vzhledem k malému prostoru v uzlu axiálního ložiska, který byl k dispozici. Deformační člen je tvořen mezikruhovým prstencem s průřezem ve tvaru "U". Jeho náčrt je na obr. 1 i se schématem rozmístění a zapojení tenzometrů. Bylo použito fóliových tenzometrů firmy MGM - Vishay typu 125 UT. Zapojení muselo zajistit co

nejlepší teplotní kompenzaci, jakož i dobrou "necitlivost" pro případné mimoosé zatížení snímače. Ochranu měrného systému proti tlakovému oleji teplému asi 60°C , v němž je snímač ponořen, tvořily vrstvy krycích prostředků fy MGM - Vishay. Tenzometry jsme překryli přípravkem M-Coat D, přívodní vodiče M-Coat B, na vrchní vrstvu jsme použili dvoukomponentní tmel firmy BLH - Barrier D. Cejchování snímačů se provedlo na trhačím stroji ve speciálním přípravku při použití etalonového snímače. Poněvadž šlo o speciální snímače s jednorázovým použitím, neprováděli jsme teplotní kompenzaci citlivosti, ale zjištěné charakteristiky byly zahrnuty jako korekce vyhodnocování.

3.2 Měření tlakových pulzací

Tlakové pulzace jsme měřili pomocí tenzometrických snímačů tlaku typu P3M fy HBM. Snímač P_S s měř. rozsahem 0-20 bar byl umístěn do návarku na sacím potrubí čerpadla. Na výtlačném hrdle byl zamontován snímač P_V s rozsahem 0-500 bar.

3.3 Měření relativního kmitání rotoru vůči statoru

K identifikaci kmitání rotoru jsme použili pět snímačů typu WSG fy Reutlinger pracujících na principu vířivých proudů. Snímače označené R1 až R4 byly umístěny ve dvou rovinách kolmých k ose rotoru poblíž radiálních ložisek (vždy dvojice snímačů po 90°), snímač R5 umístěný v čelním krytu konzoly ax. ložiska v ose rotoru měřil jeho axiální kmitání.

3.4 Měření chvění statoru

Pro měření chvění statoru jsme použili piezoelektrických snímačů chvění fy Brüel & Kjær v místech S1 až S5.

3.5 Měření vlastních frekvencí statoru

Čerpadlo bylo buzeno v místě lomu konzoly ax. ložiska ve vodorovném směru přes snímač síly U2 fy HBM. Budicí síla měla náhodný charakter s výkonovou spektrální hustotou, odpovídající "bílému šumu". Odezva se měřila pomocí piezoelektrických snímačů chvění.

Umístění všech snímačů a jejich označení udává obr. 2.

4. Použitá měřicí zařízení

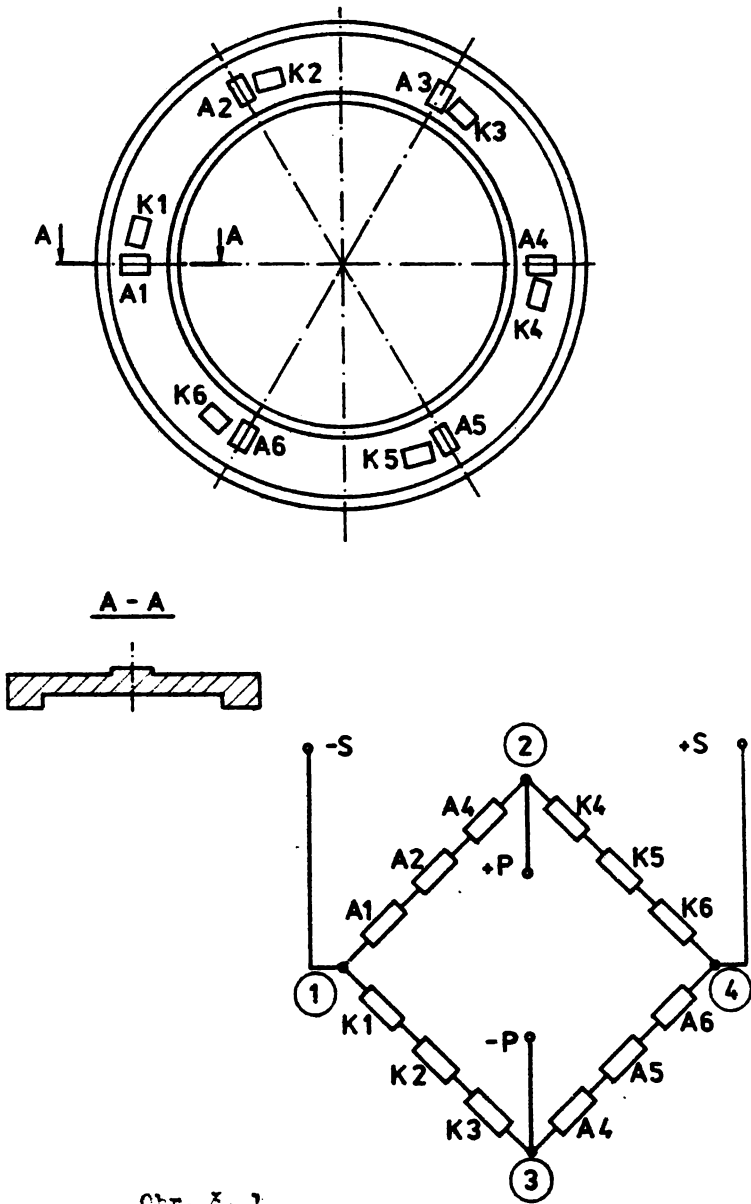
Povolený rozsah příspěvku nám neumožňuje podrobnější popis měř. zařízení než odkaz na obr. 3, který znázorňuje blokové schéma celkového uspořádání experimentu.

5. Závěr

V této písemné části chybí přinejmenším popis vlastní metodiky měření, vyhodnocování výsledků, jejich hodnocení a konfrontace s učiněnými předpoklady a z toho plynoucí závěry. Uvedená problematika bude náplní ústní části referátu.

6. Použitá literatura

Matula, Foretek, Vyroubal: Experimentální ověření dynamických charakteristik čerpadla 300 KHS (Shen-Tou, Čína).
Výzkumná zpráva, SIGMA v/1
Olomouc, 1988



Обр. 8. 1

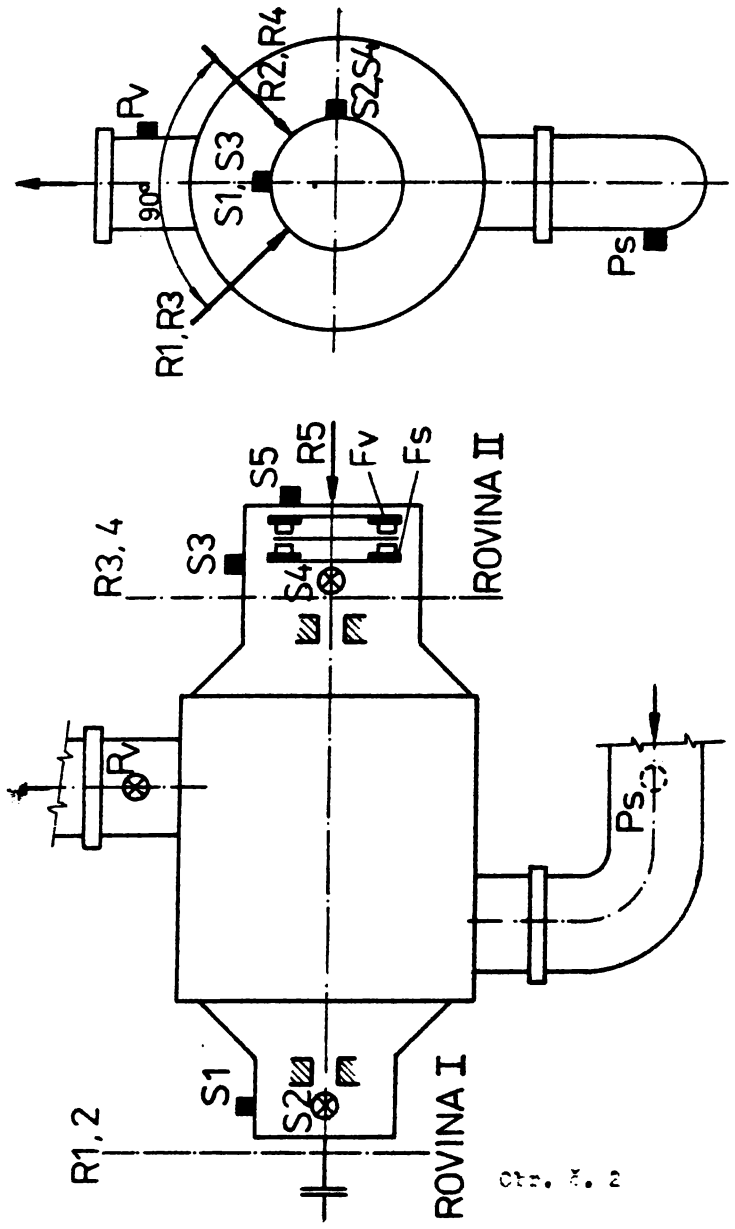
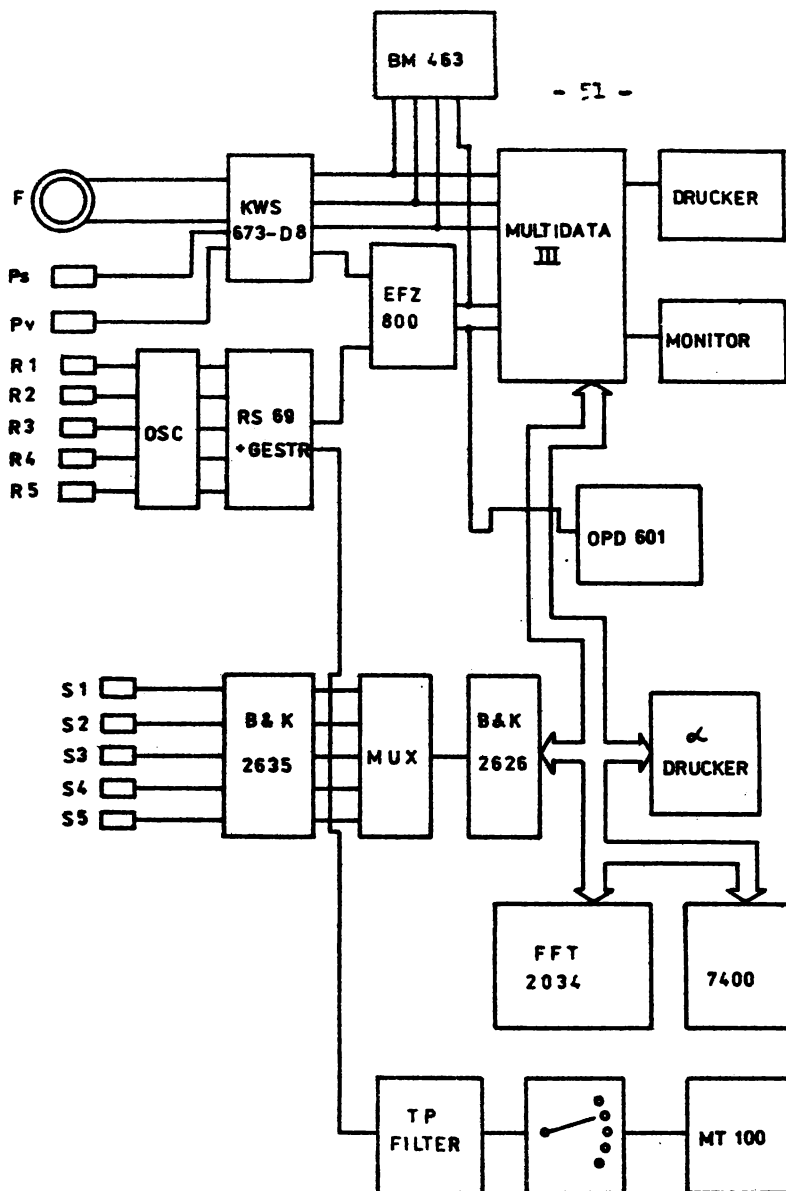


Fig. 2



Obst. 8. 3