PEVNOSTNÍ MĚŘENÍ NA MODELU NAPÁJECÍHO ČERPADLA 300 QHX

Stanislav Kudela, Miloš Foretek, Jaroslav Páťal, Josef Rulf

Referát se zabývá zjištěním napjatosti na povrchu tělesa napájecího čerpadla 300 QHX, zatíženého vnitřním přetlakem v odpovídajících prostorách modelu čerpadla, který přísluší hodnotám sacího a výtlačného tlaku. Úloha byla řešena tenzometricky v určených řezech na vnitřním a vnějším povrchu modelu tělesa. Výsledky měření se použily pro pevnostní a životnostní posouzení konstrukce.

1. Úvod

Soustavným výzkumem v oblasti čerpadel, zejména pro klasickou a jadernou energetiku se zabývá SIGMA Výzkumný ústav, pracoviště Olomouc. Jedná se o výrobky se špičkovými parametry, které pracují v extremních provozních podmínkách. Pro posouzení nové konstrukce z těchto hledisek je nutné znát i stav její napjatosti, obzvláště v místech koncentrátorů napětí, při extrémním provozním zatížení.

Značná část úloh je řešena MKP, ať se jedná o prostorové či rovinné úlohy. V případech, kdy jde o velmi složité prvky konstrukce a nejsou známy přesně okrajové podmínky pro zadání, přistupujeme k řešení experimentálnímu, buď již na modelu nebo přímo na reálné konstrukci.

2. Experiment

Vlastní experimentální vyšetření napjatosti se uskutečnilo na modelu napájecího čerpadla 300 QHX, který byl odlit z eprosinu. Na základě teoretického rozboru a zkušeností na straně jedné a reálných možností experimentu na straně druhé byla stanovena místa měření poměrných deformací s maximálními koncentracemi napětí. V jednotlivých oblastech modelu je lze dělit na tři skupiny:

i) na povrchu uvnitř výtlačného prostoru modelu
ii) na povrchu uvnitř sacího prostoru modelu
iii) na vnějším povrchu modelu

Celkem se instalovalo 209 ~~tenzometrů~~ měřicích míst převážně ve tvaru kříže 90° a tenzometrických pásků s jednotlivými tenzometry. Bylo použito

~ 400 tenzometrů

typů 2/120 KY 41, 2/120 KY 11 fy HBM a SM 120.1 fy Mikrotechna, lepených kyanoakrylátovým lepidlem Z 70. Aby nedošlo k vyztužení okolí vyšetřovaných míst, připojovaly se přívodní vodiče přímo k vývodům tenzometrů, bez použití svorkovnice. Kompenzační tenzometry nalepené na nosníčkách, odlitých ze stejné šarže materiálu jako model, byly umístěny v příslušném tlakovém prostoru. V průchodech dnem zaslepovacích vík přírub se docílilo dokonalé těsnosti zalitím vodičů pryskyřicí EPOXY 1200 po předchozím "naleptání" izolace lepidlem L 33. Způsob celkové instalace je patrný z obr. 1.

Metodika měření musela akceptovat vlastnosti použitého materiálu, možnosti měřicí ústředny, vyhodnocovacího počítače a podmínky, při kterých měření probíhalo. Celý blok lze rozdělit na

- měření předběžná
  - i) zkouška stability, k přehlednému a rychlému posouzení měřicího řetězce tenzometr-vedení-přepínací skříň-zesilovač-zápis
  - ii) místa s maximální deformací, pro stanovení přetlaků p_M, kterými je model tlakován při vlastním měření
  - iii) zkouška linearity, prováděná u pěti míst s maximálními deformacemi při stupňovitém tlakování třemi tlaky; tím je provedena částečná kontrola, neboť případný nelineární průběh deformací signalizuje nějakou chybu měření
  - iv) stanovení časové prodlevy t_p mezi okamžikem zatížení a počátkem měření tak, aby přírůstek deformace během intervalu měření t_M byl menší, nejvýš roven 1 % měřené deformace - obr. 2
- vlastní měření
  - i) zjišťování modulu pružnosti na nosníčku zatěžovaném čistým tahem při časových intervalech t_p a t_M a při shodných teplotních podmínkách jako měření modelu
  - ii) měření na modelu, tj. měření poměrných deformací při cyklickém zatěžování modelu tlakovým vzduchem dvěma přetlaky (sací a výtlačný prostor)
- měření doprovodných veličin, reprezentované měřením přetlaků uvnitř modelu pomocí tenzometrických snímačů tlaku PBM fy HBM a kontrolní měření teploty okolí pomocí odporových teploměrů P_t 100.

Zmíněný postup měření se prováděl pomocí tenzometrické ústředny fy HBM Model 3000, ovládané speciálními číslicovými hodinami, které umožňují nastavení časového intervalu t_p a zvoleného počtu cyklů zatěžování. Naměřené hodnoty deformací po statistickém zpracování (testem odlehlé hodnoty podle Grubbse) byly při použití běžných vztahů z pružnosti a modelové podobnosti zpracovány ve formě tisku z počítače a diagramů, zobrazujících průběhy napětí v jednotlivých oblastech modelu. Příklad je zřejmý z obr. 3, zobrazujícího průběh napětí v oblasti nosu tělesa čerpadla.

Výsledky měření sloužily jako jeden z podkladů při řešení pevnosti a životnosti.

3. Závěr

Tenzometrický výzkum zůstává nenahraditelný při hledání vhodného a optimálního tvaru konstrukce z hlediska napjatosti a při zjišťování koncentrací napětí na povrchu v exponovaných místech konstrukce, zajména na modelech z plastů. Výsledky modelového výzkumu jsou podkladem pro úpravu konstrukce tak, aby výrobek splňoval zadané technické i ekonomické podmínky.

Literatura

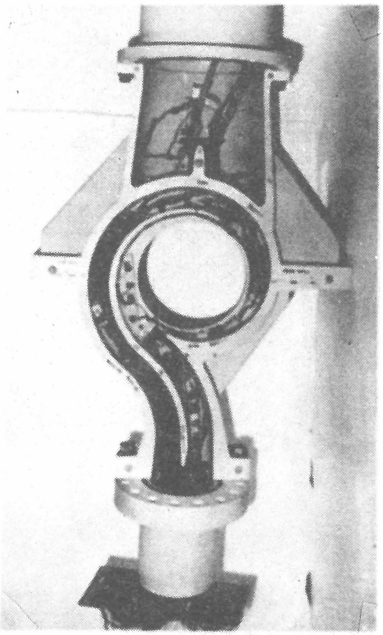
1 M. Foretek, A. Procházková a kol.: Pevnostní měření na modelu čerpadla 300 QHX. Zpráva SIGMA VÚ Olomouc

2 R. Zimmerhakl: Příspěvek k metodice tenzometrického měření na modelech z umělé hmoty pomocí ústředny. Sborník přednášek z XI. čsl. konference EAN

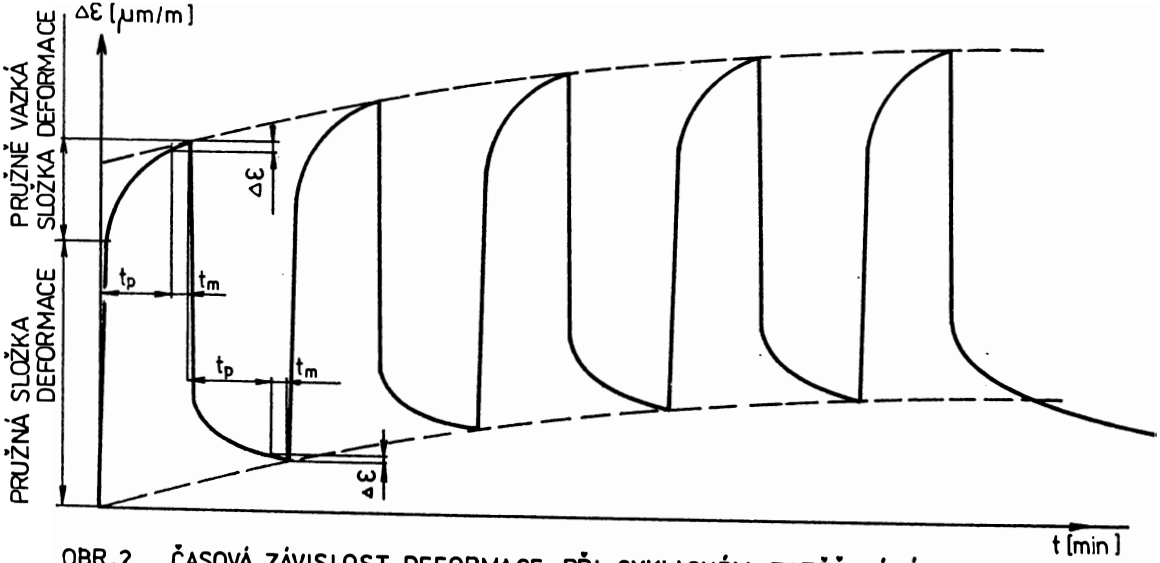
3 J. Havlíček, M. Foretek: Vyhodnocení tenzometrického měření na modelech z umělých hmot. Zpráva SIGMA VÚ Olomouc

4 R. Zimmerhakl: Tenzometrická měření na modelech z licích eprosinových pryskyřic. Závěrečná práce PGS pružnost a pevnost pro konstruktéry, ČVUT Praha 1976

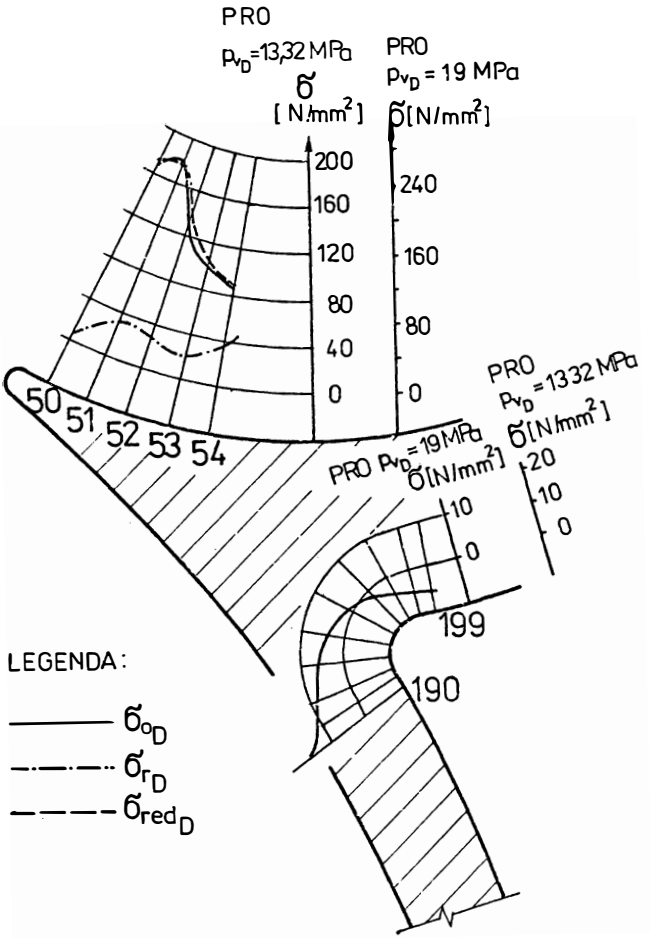
5 F. Pochylý: Teorie podobnosti v úlohách pružnosti se zřetelem k vlivu Poissonova čísla. Interní materiál SIGMA VÚ Olomouc



Obr. 1 Pohled na vnitřní instalaci před slepením modelu



OBR.2 ČASOVÁ ZÁVISLOST DEFORMACE PŘI CYKLICKÉM ZATĚŽOVÁNÍ



OBR 3. PRŮBĚH NAPĚTÍ V OBLASTI NOSU
(MĚŘENÁ MÍSTA 50 ÷ 54 a 190 ÷ 199)