

PEVNOSTNÁ ANALÝZA SPOJKY POMOCOU ROVINNEJ A REFLEXNEJ FOTOELASTICIMETRIE

Ing. Elena Frollová

Jozef Kubovec

ZTS, kombinát VVÚ Martin

Pevnostná analýza obecného detailu "spojky" bola zameraná na kvalitatívne a kvantitatívne určenie napätosti v spojovacom oku a v okách závesu spojených šapmi od pôsobenia statického zaťaženia. Experimentálna analýza napätosti spojky s použitím rovinných fotoelasticimetrických modelov a priestorového kompozitného modelu s aplikáciou reflexnej fotoelasticimetrie bola doplnená kontrolným pevnostným prepočtom napätosti nebezpečného prierezu tela spojky. Výstupné hodnoty nameraných napätí boli pomocou rovníc modelovej podobnosti prepočítané na hodnoty pre skutočný detail.

II ROVINNÁ ANALÝZA NAPÄTOSTI

Metodika experimentu, výsledky experimentu

Rovinné modely spojky v 2 variantoch boli vyrobené z opticky citlivého materiálu typu PSM-1 o hrúbke $h = 6,35$ mm s optickou citlivosťou $K = 71,4$ Ncm./ Δ (výrobok fy VISHAY, USA)

Veľkosť modelovej záťažnej ťahovej sily F_m bola stanovená prepočtom zo skutočného diela pomocou platných vzťahov zachovanim modelovej podobnosti.

Fotoelasticimetrické meranie napätí na rovinných modeloch vonkajšieho a vnútorného tvaru spojky bolo realizované v polariskope PP-16 (výrobok fy Meopta Bratislava). Hodnoty maximálnej koncentrácie napätí v exponovaných miestach boli určené hardynovskou kompenzáciou.

Obráz priebehu izochromatických kriviek na rovinnom modeli vnútorného tvaru spojky s vyznačením počtu rádov je na obr. I. 1.

Obráz priebehu izochromatických kriviek na rovinnom modeli vonkajšieho tvaru spojky s vyznačením počtu rádov je na obr. I. 2.

Prepočtom modelovaných napätí na napätia pre skutočné dielo z podmienok modelovej podobnosti bola stanovená veľkosť napätia na diele $\sigma_d = 191 \text{ MPa}$. 4

Priebeh a veľkosť obvodových tangenciálnych napätí v $[\text{MPa}]$ prepočítaných na skutočné dielo na vnútornom tvare spojky je vidieť na obr. I. 3.

Priebeh a veľkosť obvodových tangenciálnych napätí v $[\text{MPa}]$ prepočítaných na skutočné dielo na vonkajšom tvare spojky je vidieť na obr. I. 4.

Pre určenie veľkosti jednotlivých normálnych napätí σ_x a σ_y $[\text{MPa}]$ boli okrem izochromatických kriviek merané veľkosti uhlov izoklinných kriviek v stanovených bodoch rezu A - A, pod ktorými jednotlivé napätia pôsobia.

Podľa podmienok rovnováhy v pravouhlých súradniciach x, y

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} = 0$$

bola výpočtom urobená separácia jednotlivých normálnych napätí na počítači HP 85 podľa metódy "rozdieleu šmykových napätí". Veľkosť jednotlivých normálnych napätí σ_x a σ_y $[\text{MPa}]$ v reze A - A si vidieť na obr. I. 4.

Z výsledkov fotoelastocimetrických meraní na rovinnom modeli vonkajšej časti spojky bol približne určený nebezpečný prierez s maximálnou veľkosťou napätia na jeho vnútornom obvode. Pre približné znázornenie nameraných hodnôt bol urobený za nasledovných predpokladov:

1. Teleso vonkajšej časti spoja je považované za silne namávaný prút
2. Pôsobisko záťažnej sily je určené z priebehu izochromatických kriviek, smer sily je kolmý na kritický prierez

II ANALÝZA NAPÄTOSTI POMOCOU PRIESTOROVÉHO MODELU

Metodika experimentu, výsledky experimentu

Priestorový model spojky bol vyrobený z odliateho bloku z kompozitnej modelovej hmoty typu FRL-20 (výrobok fy VISHAY, USA) trieskovým obrábaním v mierke 1:2.

Na povrchové rovné plochy priestorového modelu boli nalepené optické snímače povrchových napätí (deformácií) z opticky citlivých dosiek typu PS1-A (výrobok fy VISHAY, USA) o hrúbke 2 mm s materiálovou konštantou $f = 1\,000 \mu\text{m/m}$. Na získané plochy telesa spojky bola odliata opticky citlivá fólia typu FL-1 o hrúbke 2 mm s materiálovou konštantou $f = 2\,300 \mu\text{m/m}$. Táto bola na zakrivené plochy natvarovaná a prilepená reflexným cementom typu PC-1 + PCH-1 (výrobky fy VISHAY, USA).

Veľkosť modelovej záťažnej sily pre zataženie kompozitného priestorového modelu telesa spojky bola stanovená výpočtom z podmienok modelovej podobnosti.

$$\frac{P_m}{P_d} = \frac{E_m}{E_d} \left(\frac{A_m}{A_d} \right)^2$$

Priestorový model spojky bol zatažený čistou ťahovou silou $P_d = 5\,500 \text{ N}$ v pulzátoe ZD 40 F.

Priestorový model spojky v zatažovačom prípravku je vidieť na obr. II. 1.

Fotoelasticimetrické meranie napätí na priestorovom modeli spojky bolo realizované v reflexnom polariskope M 030 s prídavným numerickým kompenzátorom M 232 (výrobky fy VISHAY, USA). V určených oblastiach bolo urobené bodové kompenzačné meranie s určením maximálnych hodnôt napätí.

Pre výpočet modelového napätia platí:

$$(\sigma_1 - \sigma_2)_m = N \cdot f \cdot \frac{E}{1+\nu}$$

Pre opticky citlivú dosku PS 1-A ($f = 1000 \mu\text{m/m}$) a pre $N = 1$

bude;

$$(\sigma_1 - \sigma_2)_m = 3,06 \text{ MPa}$$

Pre opticky citlivú a netvarovanú fóliu PL-1 ($f = 2300 \text{ } \mu\text{m/m}$) a pre $N = 1$ bude;

$$(\sigma_1 - \sigma_2)_m = 7,042 \text{ MPa}$$

Prepočtom modelového napätia na napätie na skutočnom diele pre opticky citlivú dosku PS-1A a pre $N = 1$ bude;

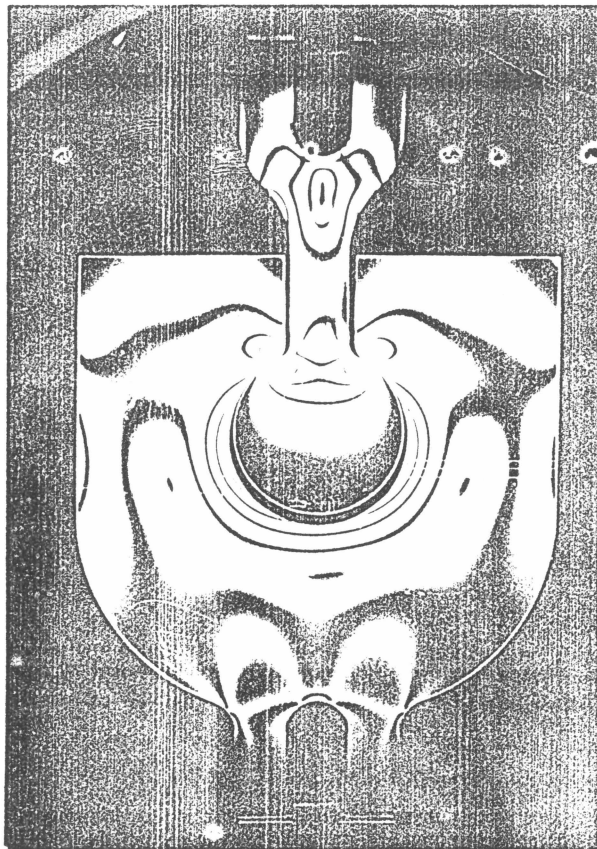
$$\sigma_d = 152 \text{ MPa}$$

a pre opticky citlivú fóliu PL-1 pre $N = 1$ bude;

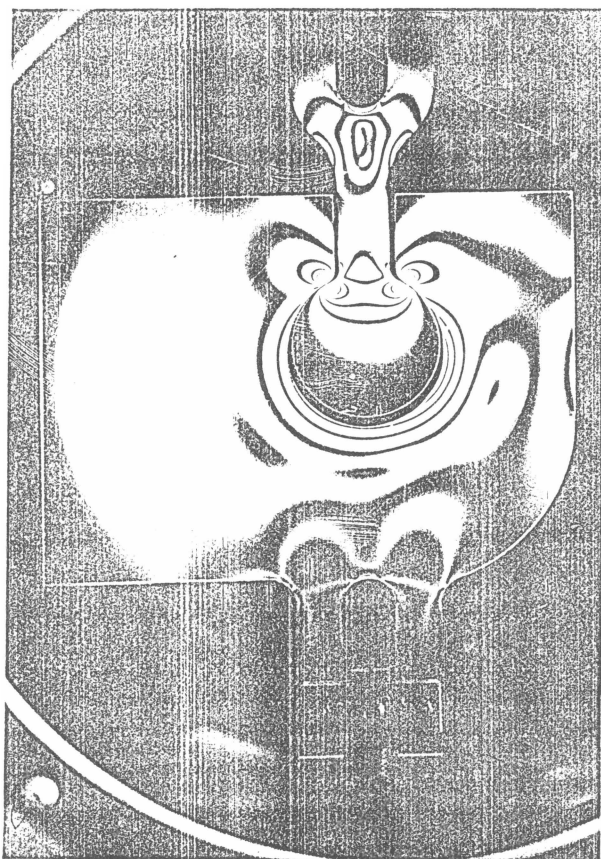
$$\sigma_d = 350,6 \text{ MPa}$$

Priebeh izochromatických kviviek s vyznačením miest s maximálnou koncentráciou napätí [MPa] v skutočnej veľkosti na príslušnom kompozitnom modeli spojky je vidieť na obr. II. 2.

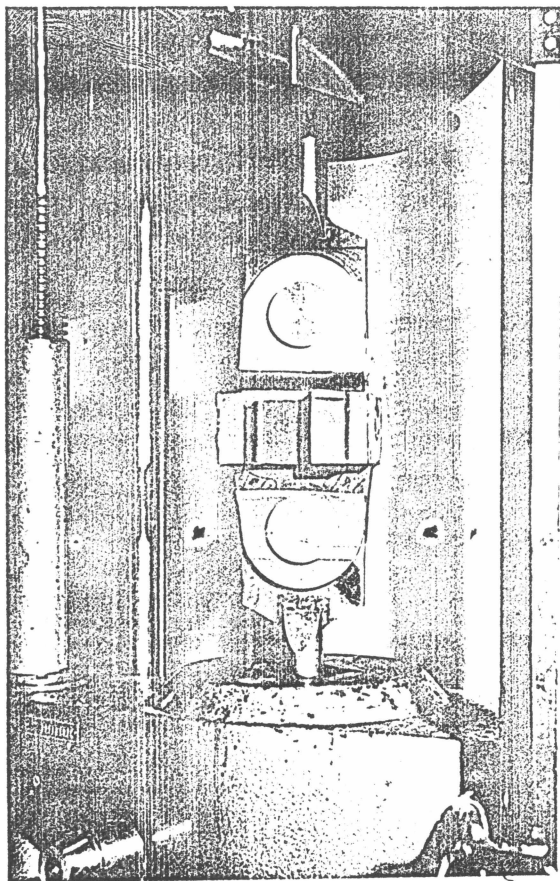
Z celkového pevnostného rozboru detailu spojky je možné určiť, že detail po pevnostnej stránke je vyhovujúci pri statickom zaťažení s ohľadom na mechanické vlastnosti materiálu.



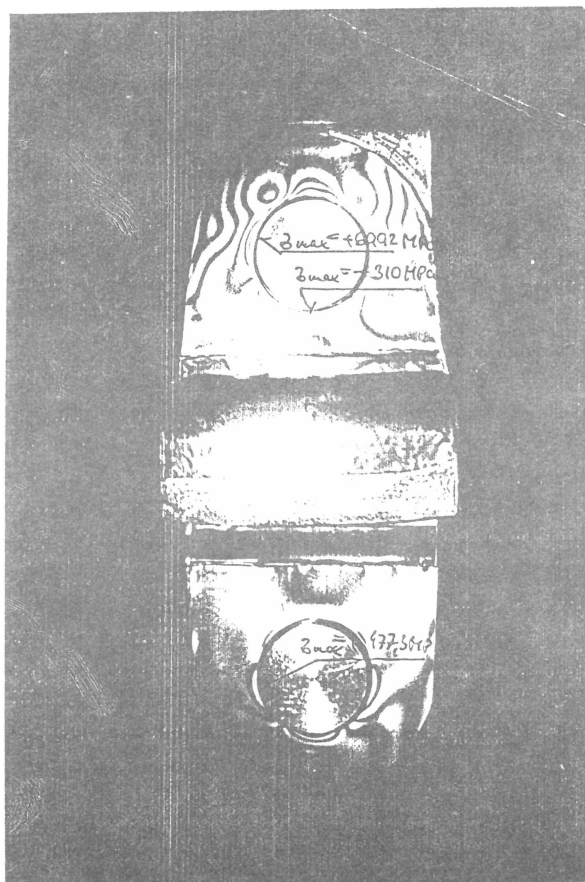
Obr. I. 1. Isochromatické křivky na povrchové modelu válcového tvaru spojky



r. I. 2. Isochronatické brivky na rovinnom koleli vonkajšieho tvaru spojky



Obr. II. 1. Priestorový kompozitný model spojky v zaťažovacom
prípravku



Obr. II. 2. Priebeh izochromatických kriviek s maximálnou veľkosťou napätí [MPa] na priestorovom kompozitnom modeli spojky