

MERANIE ZMIEŃ ROZMIERÓW NA BLOKU MOTORA POMOCOU HOLOGRAFICKEJ
INTERFEROMETRIE

J.BAJLA, D.BROZMAN, Ľ.KUBÍK, J.SRNKA, D.ZVADA

Katedra mechaniky a fyziky - MF VŠP Nitra

Referát sa zaoberá meraním zmien priemerov valcov a vložiek valcov na motore traktora ZETOR pomocou holografickej interferometrie a speckle interferometrie. Venuje pozornosť voľbe metódy s ohľadom na presnosť a na hodnoty posunutí vzniknutých vplyvom zaskrutkovania kotevných skrutiek do bloku motora a vplyvom dotiahnutia hlavy valcov k bloku. Uvádzá možnosť merania posuvov pomocou holografickej interferometrie v prípade, keď ich hodnota prevyšuje hornú hranicu citlivosti metódy.

Klíčové slová : holografická interferometria, speckle interferometria, meranie posunutí

1. Uvod

Výhodou optických metód v experimentálnej analýze napäti a deformácií je predovšetkým to, že poskytujú informáciu nielen v izolovanom bode vyšetrovanej oblasti, ale v celom zornom poli. Obraz interferenčných čiar je vlastne spojitosou informáciou o hodnotách veličín, z ktorých je stav napäťostí resp. deformácie vyhodnocovaný. Pomerne značné rozšírenie v oblasti EAN dnes už dosiahli holografická interferometria (HI) a speckle interferometria (SI), pričom analýza povrchových posunutí a deformácií je ich najpoužívanejšou aplikáciou /1/. Holograficko - interferenčný záznam má jedinečnú schopnosť zachovať a v podobe interferenčného obrazu rekonštruovať úplnú informáciu o registrovaných svetelných vlnach. V prípade záznamu dvoch rôznych stavov objektu s difúzne odrážajúcim povrhom, sú touto informáciou predovšetkým zakódované údaje o premiestneniach bodov holografovaných povrchov v časovom intervale medzi oka-

mihmi zéznamov jednotlivých vlnopôlach.

Takáto dvojexpozičná metóda (niekedy aj metóda zmravených interferenčných čiar) má však niekoľko obmedzení jej použitia. Pre naše merania bolo rozhodujúce jej obmedzenie z dôvodu chránenej možnosti odčítania radu interferenčných čiar z dvojexpozičného hologramu, pretože tým sa obmedzuje možnosť vyhodnocovania deformácií povrchov objektov nad hodnotu niekoľkých desiatok μm . Pri kvantitatívnom vyhodnocovaní posunutí od skutočného prevádzkového zaťaženia (čo bol aj náš prípad), je preto potrebné mať tento fakt na zreteli, najmä ak sú očakávané väčšie posunutia /2/.

2. Zaťaženie časti bloku motora

Zaťaženie, vyvolávajúce deformácie a tým aj zmeny rozmerov časti, ktoré boli objektom nášho pozorovania - okraje otvorov pre vložky valcov a samotné vložky valcov, bolo spôsobené v prvej fáze zaskrutkováním kotevných skrutiek do bloku motora (tlak spôsobený presúkom v závitoch a tlak prenášaný cez nos skrutky na dno otvoru) momentom $60 \pm 5 \text{ Nm}$ a v druhej fáze dotiahnutím hlavy valcov momentom $180 \pm 5 \text{ Nm}$.

3. Experimentálne časť

Priamo meranie nebolo možné na tom istom bloku motora opakovat (zmena počiatočných podmienok merania), boli všetky dielčie merania, ich následnosť, organizácia a technické zabezpečenie "odlamane" na zmätkovom bloku motora rovnakého typu. Išlo predovšetkým o predbežné určenie oblasti najväčšieho posunutia (metódou HI) a orientačné určenie hodnoty tohto posunutia (metódou SI). Tieto predbežné merania boli potrebné pre určenie nevyhnutného počtu intervalov zaťaženia, na ktoré muselo byť celkové zaťaženie rozfázované, aby nedošlo k už spomínanému prekročeniu hornej hranice citlivosti HI.

Celý experiment na predmetnom bloku motora bol potom rozvrhnutý do troch častí :

- kvalitatívna analýza celkového pola posunutí na celom bloku s cieľom určenia oblasti najväčšieho posunutia po naskrutkování kotevných skrutiek ;
- kvantitatívne vyhodnotenie posunutí na okrajoch otvoru valca určeného analýzcu v predchádzajúcej etape ;

- kvantitatívne vyhodnotenie posunutí na vložke tohto valca po posunutí všetkých vložiek a dotiahnutí hlavy valcov.

Specklegramy vlastných polí posunutí na bloku motora boli zaznamenané dvojexpozičnou metódou pri klasickom usporiadani holografickej zostavy bez referenčného. Šírka so zobrazovacou optikou a analyzované pomocou bodovej filtrácie záznamu (obr.1). Interferogramy boli zaznamenané taktiež dvojexpozičnou metódou pri usporiadani holografickej zostavy pre konštrukciu Fourierových hologramov. Ich vyhodnocovanie bolo robené metódou jedného hologramu /3/. Blok motora traktora bol pevne uchytený na holografickom stole. Pre zvýšenie odrezivosti bol v rovine otvorov pre vložky valcov na trety slabou vrstvou difúzne odrazivej farby. Zdrojom svetla bol Ne - He laser s výkonom cca 90 mW. Interferogramy boli zaznamenané na holografické dosky CRWC LF = 2.

Ako už bolo spomenuté, SI bola použitá len pre odhad maximálnych hodnôt premiestnení, za účelom rozfázovania procesu zataženia. To preto, že vyhodnocovanie podľa vzťahu /4/

$$|\bar{D}| = \frac{\lambda \cdot h}{M \cdot p} ,$$

kde λ je vlnová dĺžka laserového žiarenia, p je vzdialenosť medzi Youngovými čiarami, h je vzdialenosť hologramu od matnice a M je mierka zobrazenia, by viedlo pri nami použitom $M = 0,35 \div 0,39$ (dane veľkosťou holografických platen) k nesplniteľným nárokom na presnosť odčítavania a merania p a h , resp. k veľkým chybám merania. Na základe výsledkov ($|\bar{D}| \approx 70 \mu\text{m}$) sme potom dotiahovanie skrutiek do bloku motora rozfázovali na 4 a dotiahovanie hlavy valcov na 3 časti.

Pri vyhodnocovaní posunutí z rekonštruovaných dvojexpozičných interferogramov sme vychádzali zo základnej rovnice H1 /5/, ktorú sme upravili pre násprípad vyhodnocovania zložiek posunutia len v rovine objektu na tvar

$$\Delta \delta = - \Delta \vec{k}_2 \cdot \Delta \vec{r} ,$$

kde $\Delta \delta$ je zmena dráhového rozdielu spôsobená zmenou smeru pozorovania, $\Delta \vec{k}_2$ je vektor zmeny smeru pozorovania a $\Delta \vec{r}$ je vektor posunutia. Použitím tejto rovnice a z údajov určených z geometrie zostavy pri zázname hologramu boli vypočítané zložky posunutí

z jednotlivých dielčích zatažovacích stavov. Konečné hodnoty zložiek posunutí v radiálnom smere na os valcov, teda tie, ktoré spôsobujú zmenu priemeru otvoru pre vložku i samotného priemeru vložky valca, sme dostali odúcicou posunutí zo spezifikácií dielčích stavov.

Bolo zhotovených veľké množstvo interferogramov, z ktorých pre nedostatok miesta uvádzame len niektoré ukážky /6/ :

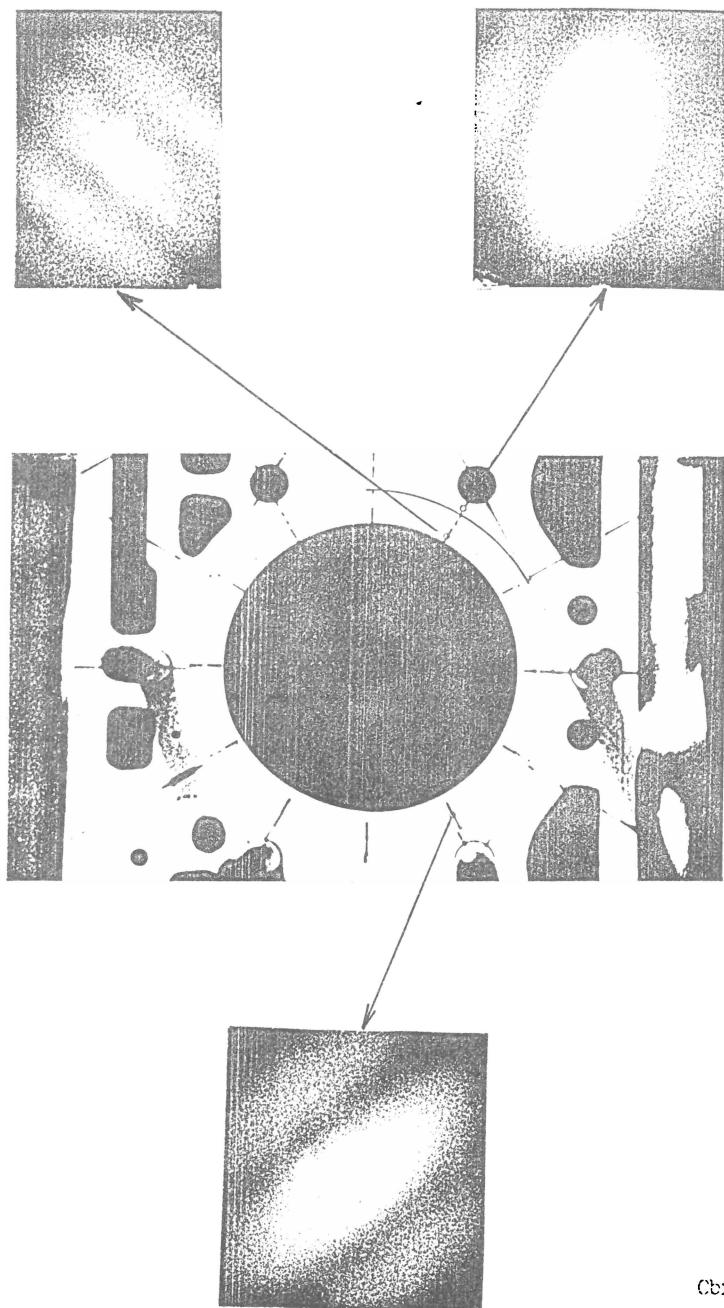
obr. 1 - Youngove čiary pri bedovej filtriácii specklegramu bloku motora zataženého dotiahnutím kotevných skrutiek predpisaným momentom ;

obr. 2 - Interferogram ku kvantitatívному vyhodnoteniu posunutí na okraji otvorov ;

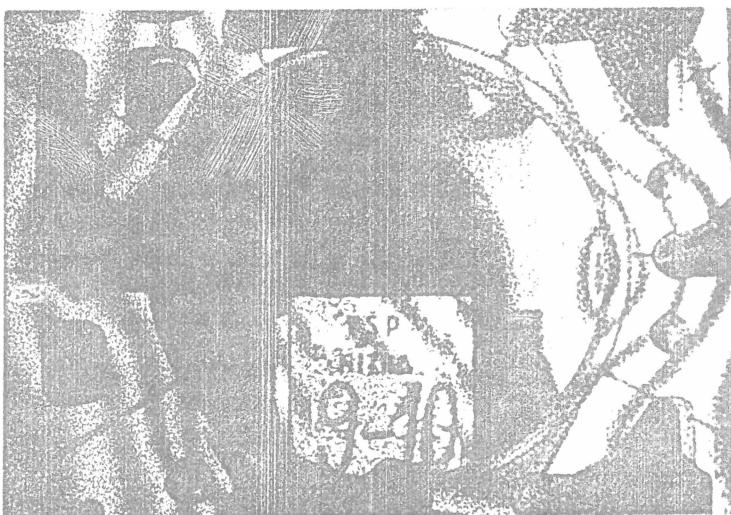
obr. 3 - Interferogram ku kvantitatívnu vyhodnoteniu posunutí na vložku valca.

4. Literatúra

1. BALÁŽ, J.; SZABÓ, V. : Holografické interferometria v experimentálnej mechanike. VEDA, Bratislava 1986.
2. SCHÖNEBECK, G. : Das Stufenhologramm, ein neues Verfahren. VDI - Berichte 480, VDI - Verlag GmbH, Düsseldorf 1983, s.73-75.
3. WEST, CH. : Holographic Interferometry. John Wiley and Sons, New York 1979 (ruský preklad - Mir Moskva 1982).
4. Kolektív : Priebežna správa z riešenia VÚ č. A-08-124-827-63 Nitra, 1986.
5. WERNICKE, S.; OSTER, .. : Holografische Interferometrie. VEB Fachbuchverlag, 1.vyd. Leipzig 1981.
6. Kolektív : Záverečná správa k VÚ č. 17/1986. Nitra, 1986.



Cbr. 1.



Cbr. 2.

