EAN '94

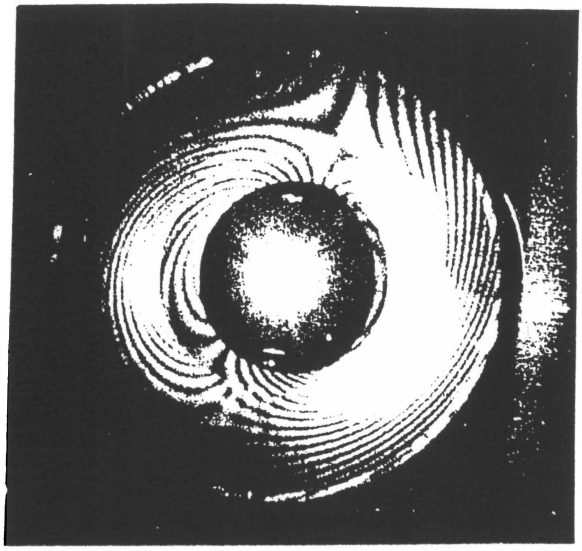
32th Conference of Experimental Stress Analysis
32. konference o experimentální analýze napětí
30. 5. - 2. 6. 1994 VŠST Liberec Czech Republic

DETERMINATION OF THE STRESS ON ENGINE CYLINDER LINER BY HYBRID METHOD
HYBRIDNÁ METÓDA PRE URČENIE NAPÄTÍ NA VLOŽKE VALCOV MOTORA

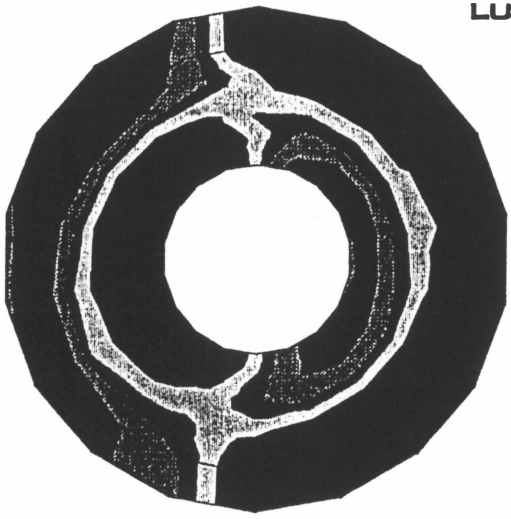
D.Brozman, Ľ.Kubík

The hybrid method consist of holographic interferometry (HI) and finite element method (FEM) is presented. The method is based upon modeling of holographic interferogram by FEM and applied to stress measurement of engine cylinder. This process removes uncertainity of boundary conditions determination of FEM and suppresses errors of numerical methods of HI.

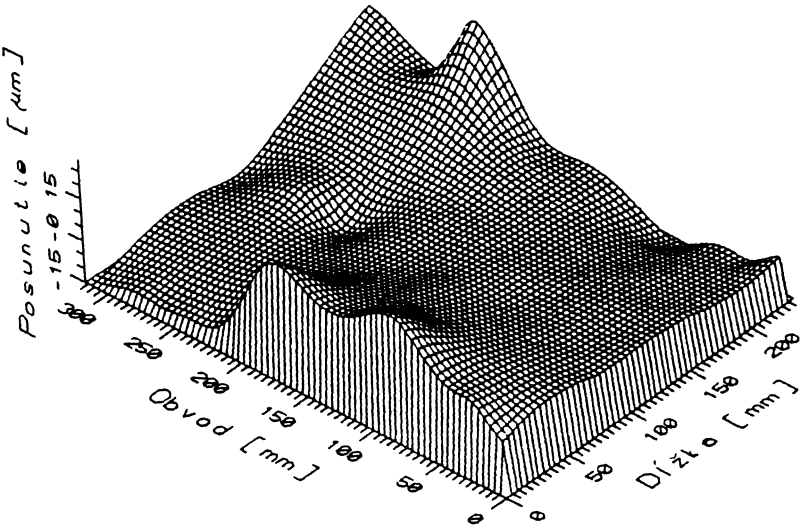
Predkladaný článok nadväzuje na merania uvedené v [1], [2] a ukončuje sériu meraní deformácií valcov motora traktora ZETOR UR - IV realizovaných v rámci projektu LINDA (Laserovo-Interferenčná a Numerická Deformačná Analýza), ktorý sa rieši na našej katedre od roku 1987. Ako bolo uvedené v už spomínaných prácach, hodnoty napätí získané z holografických interferogramov nedosahujú v obecných prípadoch uspokojivú presnosť [3]. Je známe, že pri získavaní hodnôt pomerných deformácií alebo napätí z holografických interferogramov je nutné uskutočňovať numerickú deriváciu. Numerická derivácia je ale z matematického hľadiska zle postavený problém, čo sa odráža na presnosti výsledkov. Hodnoty chýb takéhoto výpočtu sa s každým rádom derivácie zväčšujú o jeden rád. To znamená, že pri výpočtoch pomerných deformácií, resp. napätí, kde sa pracuje s druhými deriváciami posunutí, všeobecne dosahujú hodnoty chýb rádove 100%. Z týchto dôvodov bola navrhnutá a odskúšaná hybridná metóda spájajúca holografickú interferometriu (ďalej len HI) a metódu konečných prvkov. U metódy konečných prvkov (ďalej len MKP) môžeme dosiahnúť presnosť približne o rád lepšiu než numerickou deriváciou [4]. Problémom vnášajúcim do MKP najväčšie chyby je však určenie okrajových podmienok úlohy, t.j. v tomto prípade miesta a veľkosti pôsobiacich síl a body upevnenia, resp. podopretia študovaného objektu. Práve túto neistotu určenia okrajových podmienok navrhovaná metóda rieši nepriamo pomocou HI. Na holografickom interferograme môžeme pozorovať pri vhodnej geometrii snímacej zostavy čiary rovnakého posunutia predstavujúce posuny kolmé na holografický interferogram, teda kontúry posunutí v smere pozorovania. Tieto predstavujú reálny stav zaťaženia v dôsledku pôsobenia síl, ktorých pôsobiská a veľkosti nemusia byť známe. Pomocou MKP namodelujeme (variovaním okrajových podmienok) stav zaťaženia daného objektu tak, aby sme pri grafickom zobrazení posunutí (ich príslušných zložiek) získali obraz zhodný s interferenčným obrazom (kvantitatívne aj kvalitatívne). Po dosiahnutí takéhoto stavu môžeme tvrdiť, že okrajové podmienky sú v úlohe správne zadané. Z tohoto stavu môže nasledovať výpočet napätí, v ktorých môžeme vylúčiť chybu spôsobenú nesprávnymi okrajovými



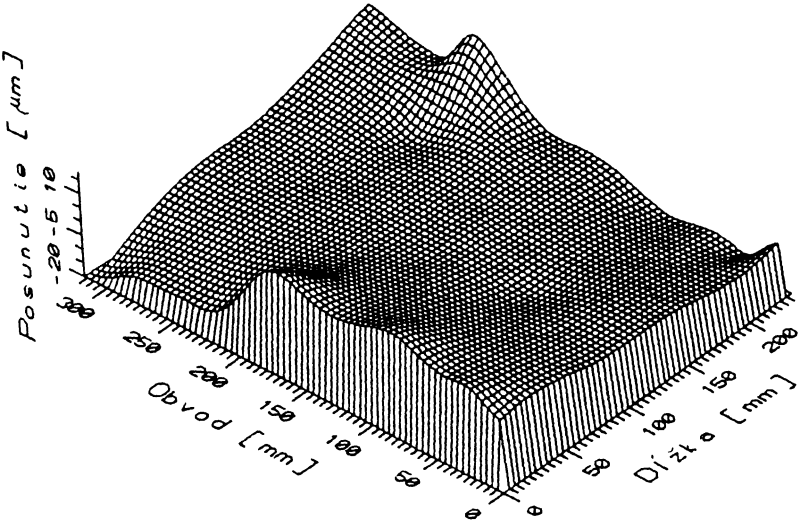
Obr.1 Holografický interferogram vnútornej plochy vložky valca.



Obr.2 Model holografického interferogramu metódou konečných prvkov.



Obr.3 Deformácia vnútornej plochy vložky valca /Holografická interferometria/



Obr.4 Deformácia vnútornej plochy vložky valca /Metóda konečných prvkov/

podmienkami. Pri takejto kombinácii je teda odstránená nepresnosť výpočtu derivácií posunutí z HI a tiež neistota určenia okrajových podmienok u MKP.

V meraní prezentovanom na obr. 1 bol modelovaný vnútorný povrch vložky valca motora traktora, ktorý sa pri kompletácii motora deformuje. Z princípu uloženia vložky je zrejmé, že okrajové podmienky nie je prakticky možné určiť. Po počiatočnom odhade vychádzajúceho z utahovacieho momentu kotevných skrutiek a ich rozmiestnenia bol po rôznych variáciách dosiahnutý stav prezentovaný na obr. 2. (Na modelovanie bol použitý program LUSAS ver. 11).Kvalitatívna aj kvantitatívna zhodnosť týchto dvoch obrazov je názorná z porovnania deformácie rozvinutej vnútornej plochy vložky na obr. 3,4. Ako vidieť z obrázkov, zhoda modelu pomocou MKP a holografického interferogramu nie je úplná, no snahou je získať kvantitatívnu zhodu v rámci chýb určenia posunutí z HI a MKP. Kvalitatívnu mieru zhody je vhodnejšie určiť pomocou iných metód ako vizuálnych, ktoré sú teraz rozpracovávané.

Na záver je nutné podotknúť, že problémy v určení napätí môžu nastať aj nesprávnym zadaním materiálových konštánt, čo ale nie je výlučný problém navrhnutej hybridnej metódy, ale úplne všetkých metód určovania napätí pomocou výpočtu.

Literatúra :

[1] BROZMAN, D. - KUBÍK, Ľ.: Meranie deformácie vložiek valcov motora pomocou holografickej interferometrie. In: Zborník 30. medzinárodnej konferencie EAN '92, Praha, 1992.

[2] KUBÍK, Ľ. - BROZMAN, D.: Určenie povrchových napätí pomocou modelu tenkých tyčí. In: Zborník 31. medzinárodnej konferencie EAN '93, Měřín, 1993.

[3] KUBÍK, Ľ.: Zhodnotenie presnosti merania zvyškových napätí. In: Zborník 30. medzinárodnej konferencie EAN '92, Praha, 1992.

[4] FFA, Ltd.: LUSAS Theory Manual, LUSAS Verification Manuals, ver. 11, 1993.

RNDr. Dušan BROZMAN, RNDr. Ľubomír KUBÍK
Katedra fyziky, MF VŠP, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika.
tel.: 0042 (0)87 601, kl. 759. Fax : 0042(0) 87 417003.