

**UTILISATION AND AUTOMATISATION OF METHODS OF
INTERFERENCE ON CONSTRUCTIONS MADE OF NON-
TRADITIONAL MATERIALS
VYUŽITIE A AUTOMATIZÁCIA INTERFERENČNÝCH METÓD NA
KONŠTRUKCIÁCH Z NETRADIČNÝCH MATERIÁLOV**

Trebuňa F., Trebuňa M., Jadlovský J.

Programs for measuring and evaluating in method PHOTOSTRESS with brief description of the way of use and possibilities in application on constructions even of non-traditional materials form the main contents of the contribution. The project refers to published outcomes of author's existing scientific and research activity.

Z predchádzajúcich prác autora resp. kolektivu, ktorý sa podieľal na riešení úloh z oblasti využitia a automatizácie interferenčných metód pre určovanie napätíových a deformačných polí resp. určenia technických konštánt zložených materiálov sú zrejme viacere možnosti širšieho využitia týchto metód, ale i záujem viacerých významných pracovísk o túto oblasť výskumu.

Naše prvé práce z tejto oblasti boli inšpirované prácami pána Prof. Ing. Fridricha Vadoviča, DrSc, jeho bohatými radami a skúsenosťami.

Novodobé zložené materiály tvorené vo väčšine prípadov viacerými nespojitými fázami ponorenými v spojitom prostredí, ktorých vlastnosti sú výrazne ovplyvňované usporiadaním aj interakciou zložiek, priamo vyžadujú uplatnenie týchto experimentálnych metód. Pre riešenie uvedených úloh je i na našom pracovisku v plnom rozsahu využívaný hardwareový a softwareový systém dodávaný výrobcom LIMS I.

Rozšírením možnosti je jeho uplatnenie v oblasti modálnej analýzy, kde sa odozva konštrukcie pri riadenom programovom budení vo zvolenej sieti bodov na povrchu a z vyhodnotených frekvenčných prenosov medzi jednotlivými dvojicami bodov sa určujú modálne frekvencie a modálne tvary kmitov [1]

V predkladanom príspevku je ukážka z popisu vytvorených profesionálnych produktov pre meranie a vyhodnotenie napät'ových a deformačných polí pri metóde Photostress.

Programové produkty obsahujú postup merania, ktorý je riešený dialógovou formou a súčasne aj separáciu obsahujúcu metódu rozdielov šmykových napätí a Tesařovu metódu. Sú tu spracované postupy určenia korekčných faktorov pre jednotlivé druhy namáhania a pre kombinované namáhanie.

Programové produkty sú vypracované v C++ jazyku. Prostredie je analogické prostrediu Windows. Programové produkty pre separáciu v bode a ich stavba už v súčasnosti sleduje cieľ využitia uvedených postupov pre celú vyšetrovanú oblasť snímanú kamerou.

Reflexný polariskop MODEL 031 spolu s indikátorom MODEL 532 je špičkovým zariadením americkej firmy Photolastic. Metodika separácie napät'ových a deformačných polí je vypracovaná na našej Strojníckej fakulte TU v Košiciach [2].

Programové riešenie komunikácie počítača s meracím prístrojom pozostáva z jedného programu **photos.exe**. Tento program v sebe zahŕňa tieto funkcie:

- načítanie vstupných parametrov potrebných pri vlastnom meraní,
- komunikáciu medzi počítačom a meracím prístrojom,
- vyhodnotenie nameraných hodnôt,
- tlač vyhodnotenia z namerania na tlačiarňu.

Technické riešenie spočíva v návrhu prepojenia počítača a meracieho prístroja. Merací prístroj pozostáva z dvoch častí a to:

- Basic Reflecion Polariscopes (MODEL 031)
- Digital Strain Indicator (MODEL 532).

Obidva prístroje sú navzájom prepojené komunikačným káblom dodávaným výrobcom.

Prepojenie Digital Strain Indicator s počítačom je pomocou komunikačného kábla.

Konektor vyvedený na Digital Strain Indicator obsahuje vývody, ktoré sú pripojené na jednotlivé segmenty display-a. Na výstupe sú namerané hodnoty v BCD kóde s napät'ovou úrovňou TTL logiky. Prvým riešením paralelnej komunikácie bolo načítavanie údajov pomocou dvoch paralelných obojsmerných portov CENTRONIX. Pri tomto riešení však nevyhovovala zaťažiteľnosť prúdového zdroja v meracom prístroji. Z tohto dôvodu sa musel CENTRONIX nahradiť paralelným rozhraním, ktorý nezaťažuje display ako CENTRONIX. Vhodným riešením je vstupno - výstupná Lab-karta obsahujúca integrovaný obvod 8255.

Programové riešenie sa skladá zo systémovej časti, ktorá spravuje súbory na disku. Komunikačná časť riadi komunikáciu počítača s meracím prístrojom a ukladanie načítaných dát v pamäti počítača. Výpočtová časť vykonáva výpočty dané algoritmami, ktoré sú známe

z oblasti experimentálnej analýzy napätosti. Ďalšia časť zabezpečuje uloženie výsledkov a ich vytlačenie. Všetky tieto časti sú podrobnejšie popísané v systémovej príručke [3].

Vstup parametrov potrebných pred vlastným meraním je riadený počítačom dialógovou formou. Pre vytvorenie grafického prostredia je využívaná modifikovaná grafická knižnica. Modifikovaním knižnice vznikla grafická knižnica použiteľná v objektovom programovacom jazyku.

Nosnou ideou riešenia je spôsob chápania priestoru zobrazovacej jednotky (monitora). Tento priestor môžeme chápať ako množinu oblastí, v ktorých vykonávame rozličné činnosti. Takáto činnosť môže byť spojená s procesom výberu z určitej ponuky, nastavenia niečoho, ale môže to byť aj ľubovoľná iná, užívateľom definovaná činnosť. Pri výbere a nastavovaní určitého objektu je výhodné tento objekt reprezentovať grafickou značkou (ikonou). Každé takéto tlačidlo sa môže nachádzať v jednom z troch stavov: aktivovaný, neaktivovaný a zakázaný. Tomu zodpovedá aj jeho grafické zobrazenie. Medzi jednotlivými tlačidlami môžu byť rôzne väzby, môžu sa navzájom ovplyvňovať. Tlačidlo môže byť aktivované dvoma spôsobmi a to pomocou myši, alebo jeho menom pomocou klávesnice. Tento spôsob je prirodzený, má však nevýhodu. Tlačidlo musí byť na obrazovke. Vybudovaním takejto štruktúry, dostávame jednu vrstvu na stránke. Túto vrstvu môžeme prekryť novou, pričom aktívnu je na vrchu.

Na konektor meracieho prístroja sú vyvedené jednotlivé segmenty display-a. To znamená, pokiaľ je merací prístroj zapnutý, tak na konektore je vždy aktuálny stav hodnoty ukázanej na display-i. To nám uľahčuje načítavanie, lebo vždy je aktuálne. Pri vlastnom meraní nie je potrebné obsluhovať okrem meracieho prístroja aj počítač. Kvôli tejto skutočnosti je na meracom prístroji tlačidlo PRINT, ktoré indikuje pripravenosť meracieho prístroja. Počas nastavovania meracieho prístroja má signál hodnotu logickej jednotky TTL úrovne.

Po aktivovaní tlačidla PRINT je signál nulovaný na logickú nulu, teda je uzemnený. Pri takomto impulze je vykonávané načítavanie z registrov obvodu 8255. Načítavanie je aktivované logickou nulou tohto signálu, ale len v prípade, že pred logickou nulou nasledoval stav logickej jednotky. Je to z dôvodu rýchlejšej činnosti počítača v porovnaní s rýchlosťou užívateľa (jeho stláčania tlačidla PRINT). Po skončení spracovania načítaných údajov sa údaje nezačnú načítavať opakovane, ale najskôr sa musí uvoľniť tlačidlo PRINT a až potom je možné nové načítanie. Prípád rýchleho stláčania tlačidla PRINT je tiež ošetrený. Pri spracovaní načítaných hodnôt sa môže vyskytnúť situácia, keď používateľ stlačí a uvoľní niekoľkokrát tlačidlo PRINT skôr ako sú spracované načítané údaje. Nastáva

teda opakované nežiadúce načítavanie. Riešením sa ukázalo rozdeliť register c z obvodu 8255 na dolné a horné bity. Dolné bity - 0 až 3ostali ako vstupné a horné bity - 4 až 7 sú výstupné. Signál PRINT na konektore meracieho prístroja je cez elektrický odpor prepojený jedným z výstupných bitov registra c obvodu 8255. Tento výstupný bit má hodnotu logickej jednotky. Pri stlačení tlačidla PRINT sa tento bit uzemní cez daný elektrický odpor na zem a vzniká logická nula, ktorá aktivuje načítavanie. Pri začatí spracovania načítaných hodnôt sa na výstupný bit registra vyšle logická nula. To zabezpečí nulovanie signálu PRINT bez závislosti na tlačidlu PRINT. Po skončení spracovania načítaných hodnôt sa vyšle na výstup registra c logická jednotka. Takto sa riadenie signálu prenecháva opäť tlačidlu PRINT.

Pri načítavaní dátových signálov je problémom slabý (nestabilný) prúdový zdroj meracieho prístroja. Vznikajú pri načítavaní hazardy, ktoré majú za následok zlé hodnoty. Riešením sa ukázalo programové ošetrovanie, keď miesto jedného načítania hodnôt sa uskutoční niekoľko načítaní rýchlo za sebou. Štatistickým spôsobom sa určí správnosť načítaných hodnôt. V programe photos sa uskutočňujú č rýchle načítania, z ktorých, ak dve hodnoty sa rovnajú, tak sa táto hodnota považuje za správnu. Počas vykonávania testov sa nevyskytol prípad, aby program nedokázal určiť správnosť alebo nesprávnosť načítaných hodnôt. Teda pri výskyte chyby je požadované opakované stlačenie tlačidla PRINT. Pri chybe spôsobenej používateľom je možné zadať z klávesnice opakované načítanie, ale len do určitého časového intervalu. Potom nasleduje riadenie merania pomocou tlačidla PRINT na meracom prístroji.

Načítané hodnoty sú uložené v globálnych poliach. Pred valstným meraním sú vyhodnotené vstupné parametre, ktoré sú potrebné pri ďalšom spracovaní. Po načítaní požadovaných hodnôt z meracieho prístroja sa prejde na vlastné spracovanie. Numerické spracovanie využíva algoritmy uvedené [3], [4].

Nasleduje spracovanie výsledkov merania a numerického spracovania V podprograme sa vykoná vytvorenie výstupného protokolu podľa určenej predlohy už i na konferencii EAN Výstupný protokol je uložený v súbore. Tento súbor je možné prekopírovať do súboru so zvoleným menom

Výstupný protokol uložený v textovom súbore si môžeme prezrieť aj v tomto programe. Pri prezeraní sa celý súbor načíta do dočasného poľa.

Na obrazovku sa naraz vypíše 30 riadkov z daného súboru. Stláčaním klávesov sa postupne vypisuje na obrazovku pokračovanie súboru s výstupným protokolom. Listovanie výstupného protokolu je možné po jednotlivých riadkoch, ale aj po celých stránkach. Počas

prezerania výstupného protokolu sa môže vykresliť graf výstupných závislostí.

Graf sa vykresľuje v novom okne. Po zistení maximálnych hodnôt troch rôznych závislostí sa určí mierka zobrazovania. Vykreslia sa osi grafu a ich delenie podľa vyriešenej mierky. Vykresľovanie jednotlivých grafov sa vykoná rôznymi farbami. Spojitosť grafu je riešená spájaním vykreslených bodov s predchádzajúcimi.

Tlačiť na tlačiarňu je možné len výstupný protokol, ktorý je uložený v textovom súbore. Tlač sa vykonáva pomocou DOS-ovského príkazu **type**. Výstupný protokol je zkopírovaný do dočasného súboru, ktorý je ako parameter príkazu type vyslaný na tlačiareň. Súbor s výstupným protokolom je kopírovaný do dočasného súboru z dôvodu viacnásobného prístupu do súboru.

Predložený príspevok rieši úlohu technického a programového návrhu určovania deformácií na základe polí izochromat izoklín. V programe **photos.exe** sú implementované všetky požiadavky definované vo väčšine profesionálnych programových produktoch.

Predložené riešenie sa týka určovania deformácií v materiáloch, kde meranie prebieha len v jednotlivých bodoch daného materiálu. V budúcnosti by bolo možné určovať deformáciu materiálu celoplošne. Takéto riešenie by bolo výhodné realizovať na výkonnejšom počítači spojenom s farebnou videokamerou. Prvou fázou riešenia je však určenie algoritmov spracovania hromadných dát načítaných pomocou videokamery. Výsledkom by napríklad mohol byť farebný výtlačok skúmaného povrchu súčiastky, kde jednotlivé farby reprezentujú určitú veľkosť rozdielu deformácie v daných bodoch.

Experimentálne overenie postupu navrhnutého riešenia bolo overené na príklade publikovanom. Výsledky riešenia sú totožné okrem niektorých prípadov, kde výsledky sa líšia na štvrtom, piatom desatinnom mieste. Táto odchýlka je spôsobená zaokrúhľovaním v počítači. Program pracuje s desatinnými číslami typu float vyjadrenými na 32 bitoch v počítači. Riešenie sa spresní predefinovaním použitých premenných na typ dobre, teda čísla by boli vyjadrené na 64 bitoch.

Použitá literatúra:

- [1] Semrád K.: Modálna identifikácia komponentov prúdových motorov použitím laserového interferometra, VVLŠ, Košice, 1996.
- [2] Trebuňa F.: Some Problems of Accelerating the Measurement and Evaluating the Stress Fields by the Photostress Method. Experimental Techniques 35 March/April 1990, s.36-40

- [3] Trebuňa M.: Programové produkty pre meranie a vyhodnotenie pri metóde Photostress, FEI TU Košice, DP 1996.
- [4] Michalec J. a kol.: Pružnosť a pevnosť II., ČVUT Praha, 1994.
- [5] Hájek E., Kuliž Z., Michalec J.: Výskum laminovaného skla PTS Praha, 1974.
- [6] Holý S., Kratěna J. a M., Michalec J.: Analýza napjatosti a deformáci konstrukci pomocou optických metod. Sb. konference k 125 výročí založení SJF ČVUT Praha, 1989.
- [7] Holý S, Kratěna J. a M., Michalec J.: Shess Analysis of the Special Railway Dolly by the Photoelasticcoating Technique "AI IV. Lea Simposium National de Tensometrie" Vol III. 127-134, TU Brasov, 1986.

František Trebuňa, Prof.Ing.,CSc.

Martin Trebuňa, Ing.*

Ján Jadlovský, Doc.Ing.,CSc.*

Strojnícka fakulta, Fakulta elektrotechniky a informatiky*

Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 041 87 Košice

tel.: 095/ 576 29

fax: 095/ 63 347 38