



EXPLOITING OF LASER INTERFERENCE MEASURING SYSTEM FOR
DETERMINING TECHNICAL CONSTANTS OF COMPOSITE MATERIALS
VYUŽITIE LASEROVÉHO INTERFERENČNÉHO MERACIEHO SYSTÉMU PRE
URČENIE TECHNICKÝCH KONŠTANT ZLOŽENÉHO MATERIÁLU

Trebuňa F. Jurica V. Klinda A.

The article contains a complex methodology of determining technical constants of composite material by means of the laser interference system. Semi-automatic or automatic transfer of measured data, further statistical processing, as well as the data that probability of occurrence is lower than 50 percent, is enabled by program equipment.

Komplexná metodika určovania technických konštánt zloženého materiálu ako celku, ale aj jeho jednotlivých zložiek pomocou laserového interferenčného meracieho systému je obsahom príspevku. Softwareové vybavenie umožňuje automaticky resp. poloautomaticky prenos nameraných údajov, ich štatistické spracovanie s vylúčením údajov, ktorých pravdepodobnosť výskytu je menšia ako polovica.

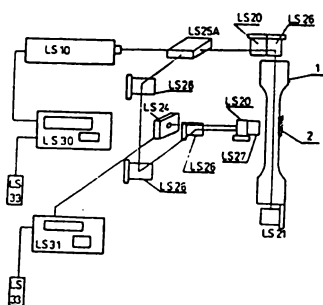
Kvalitatívne hodnotenie komponentov a zložených materiálov ako celku uvádzajú mnohé literárne pramene. Údaje však často neberú na zreteľ kvalitu zložky ako konštrukčného prvku, ale len kvalitu základného materiálu prvku. Iné sú napríklad mechanické vlastnosti jedného vlákna a iné sústavy vlákien, ktoré tvoria základnú zložku zloženého materiálu. Za týmto účelom bola na katedre navrhnutá metodika experimentálneho určovania deformácií týchto zložiek. Na základe deformácií a z nich určenej závislosti medzi napätím a deformáciou resp. priečnou deformáciou možno určiť základné

konštanty pružného materiálu. Metodika je založená na využití laserového interferenčného meracieho systému LIMS. Od aplikácie navrhovaného postupu možno očakávať vysokú citlivosť a presnosť. Pre meranie malých dĺžkových zmien v technickej praxi, hlavne v prípadoch, v ktorých nie je možné použiť iné, napr. tenzometrické metódy, často vyhovuje použitie interferometra LS 20 s odražačom LS 21 systému LIMS. Pre meranie dĺžkových zmien uvedenými prvkami je potrebné odražač, alebo interferometer spojiť s časťou meraného objektu, ktorá v dôsledku deformácie vykazuje posunutie. So zreteľom na pomerne veľkú hmotnosť týchto zariadení výhodnejšie sa ukazuje použitie jednotky pre bezdotykové meranie, pri ktorej optickú väzbu medzi referenčnými bodmi meranej časti zaisťuje priamy odraz kolimovaného laserového zväzku. Ak je reflexná ploška vystavená chveniu s malou amplitúdou, meracie zariadenie umožňuje rádovo zvýšiť rozlišovaciu schopnosť. Nahradením odražača LS 21 jednotkou pre bezdotykové meranie možno znížiť nepresnosti spôsobené pasívnymi odporami a filtrovať namerané hodnoty frekvenčnými zložkami. Navrhovanú metodiku bezkontaktného určenia posunutí možno využiť aj v spojení s ťhacím strojom, ak odrazová ploška bude umiestnená na čeľusti traverzy ťhacieho stroja a na pevnej čeľusti bude upevnený odkláňač LS 26 a interferometer LS 20. Laserový systém LS 10 môže takto zostať v horizontálnej polohe, prípadne s interferometrom LS 20.

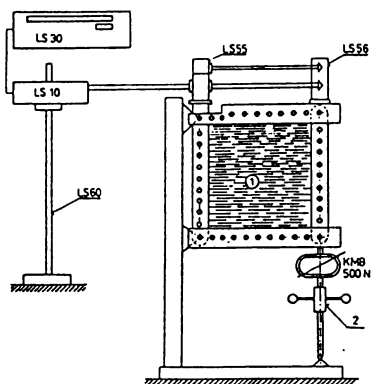
Nech ortotropná vrstva zloženého materiálu je namáhaná ťahom. Kvôli jednoduchosti možno predpokladať, že rozloženie vlákien je rovnomerné. Smer ortotropie je označený symbolom σ . Pre takýto dvojrozmerný prípad sú technickými modulmi pružnosti modul pružnosti v smere E , modul pružnosti v smere kolmom na smer E a modul pružnosti v šmyku G . Hlavné Poissonove číslo μ určuje priečnu deformáciu vyvolanú deformáciou v smere pozdĺžnom a vedľajšie Poissonove číslo μ určuje pozdĺžnu deformáciu vyvolanú deformáciou v smere priečnom. Analytické určenie vzťahov medzi týmito piatimi konštantami je uvedené v literatúre týkajúcej sa ortotropných a anizotropných materiálov [2,3] Technické moduly a konštanty

pružnosti zloženého materiálu možno určiť použitím jednotky LS 02. Jednotka rozširuje základný systém LIMS určený pre meranie dĺžok a rýchlostí v jednej osi a možnosť merania v druhej, resp. v tretej osi. Laser ako zdroj koherentného svetla ostáva spoločný pre všetky osi. Laserový zväzok sa rozdelí a odkloní do potrebných smerov.

Za optimálnu možno považovať zostavu optických prvkov, ktorá umožňuje rozdelenie koherentného svetla po výstupe z laseru LS 10 v rozdeľovači LS 25A na dva vodorovné, navzájom kolmé lúče, z ktorých jeden postupuje k interferometru LS 20 s odkláňačom LS 26 pripevnenom na jednej čeľusti ťhacieho stroja, pozri obr.1. Odrážač LS 21 je umiestnený na pohyblivej čeľusti. Tento optický systém umožňuje registráciu zmeny dĺžky pri presne definovanej hodnote zaťaženia. Z nameranej hodnoty dĺžkovej zmeny medzi LS 20 a LS 21 možno určiť modul pružnosti v ťahu v príslušnom smere. Druhý zväzok lúča vystupujúci z deliča LS 25A je odklonený odkláňačmi LS 26 do horizontálnej roviny v polovici skúšobnej vzorky na interferometer LS 20, po prechode ktorým je merný zväzok odrazený odrážačom a po interferencii v interferometri LS 20 detekovaný v jednotke LS 24, ktorá je spojená s jednotkou pre meranie v druhej osi LS 31. Pre meranie v tomto smere je výhodnejšie použiť jednotku pre bezdotykové meranie, t.j. na interferometer



Obr. 1.



Obr. 2

pripevniť tubus LS 27 a na okraj vzorky upevniť odrazovú plošku. Dĺžková zmena sa v danom prípade rovná len polovičnej hodnote zmeny šírky vzorky. Na základe Hookovho zákona je možné z nameraných hodnôt určiť technické moduly a konštanty pružnosti.

Pre určenie skosu je vhodné použiť jednotku LS 05 pre meranie sklonu a priamosti. Uhol odklonu hrany vzorky, pozri obr.2 je možné určiť tak, že zväzok lúčov z laseru LS 10 je zameraný do deliaceho interferometra LS 55, kde je rozdelený na dva rovnobežné zväzky vedené do snímača LS 56. Snímač obsahuje dva trojboké hranoly, v ktorých sa lúče odrazia a vrátia do deliaceho interferometra. V interferometrii dochádza k interferencii v závislosti na rozdieli dráh obidvoch zväzkov, a teda na naklonení snímača vzhľadom k deliacemu interferometru.

Navrhnutá metodika určenia technických konštant zložených ortotropných materiálov použitím laserového interferenčného meracieho systému umožňuje určiť technické konštanty komponentov zloženého materiálu i zložených ortotropných materiálov. Na overenie správnosti navrhutej metodiky určenia technických konštant možno použiť pre jednovrstvové i viacvrstvové zložené ortotropné materiály analytické postupy určenia matic poddajnosti resp. tuhostí na základe experimentálne určených konštant jednotlivých zložiek a ich objemových pomerov.

Literatúra:[1] Laserový interferenčný merací systém LIMS . Návod k obsluhu. Metra Blansko 1989.[2] MALMEJSTER, A.K.: Soprotivlenie polymernych i kompozitnykh materialov. Zinatne, Riga, 1980.[3] ABOLINŠ, D.S.: Tenzor poddatlivosti odnopravlenного армированного упругого материала. Mechanika polymerov 1965, 4, str. 52-59.

František Trebuňa, Doc.Ing. CSc. Vladimír Jurica, Doc.Ing. CSc. Alexius Klinda, Ing. Katedra technickej mechaniky a pružnosti , Technická univerzita v Košiciach Letná 9 04187 Košice. Telefón 399063-75 linka 247.