



POUŽITIE INFRAČERVENEJ KAMERY PRE NDT USE OF THE INFRARED CAMERA FOR NDT

Vladimír DEKÝŠ¹, Ondrej ŠTALMACH¹, Alžbeta SAPIETOVÁ¹, Milan SAPIETA¹

¹Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, Univerzitná 1, 010 26, Žilina, Slovensko

Abstrakt.

Príspevok sa zaoberá skúsenosťami získanými s používaním infračervenej kamery FLIR SC7500 pri nedeštruktívnych skúškach na Katedre aplikovanej mechaniky Strojníckej fakulty Žilinskej univerzity v Žiline. Predmetom záujmu je detekcia trhlín v kovových a kompozitných materiáloch. Pri takomto type meraní je meraný objekt budený zdrojom ultrazvukovým, optickým, alebo iným zdrojom budenia a infračervená kamera slúži ako detektor, ktorý sníma vyžiarenú energiu z povrchu meraného objektu. Získaná odozva z budeného objektu je spracovaná metódou lock-in. Okrem problematiky detekcie trhlín je taktiež možné s uvedeným typom detektoru určiť deformácie analyzovaného objektu alebo vlastné frekvencie a tvary kmitov.

Keywords: NDT, lock – In, aktívna termografia

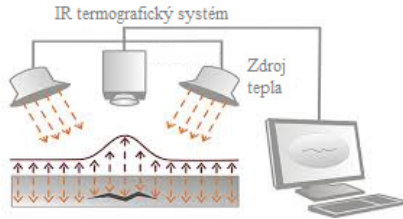
Abstract:

The paper deals with the experience gained with the use of the FLIR SC7500 infrared camera in non-destructive tests at the Department of Applied Mechanics of the Faculty of Mechanical Engineering of Žilinská univerzita in Žilina. The subject of interest is the detection of cracks in metallic and composite materials. In this type of measurement, the measured object is excited by a source of an ultrasonic, optical, or the other source of excitation, and an infrared camera serves as a detector that receive the radiated energy from the surface of the measured object. The signal received from the excited object is processed by the lock-in method. In addition to crack detection, it is also possible with this type of detector to determine the deformation of the object or its natural frequencies and modal shapes.

Keywords: NDT, lock – In, termography

1 Aktívna termografia

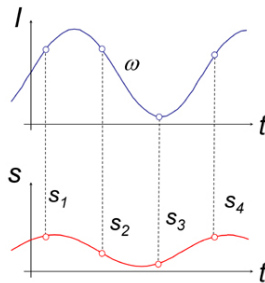
Aktívna termografia je väčšinou založená na riadení stimulácie tepelnej vlny v telese, následnom snímaní rozloženia teplôt IR termografickým systémom a analýzou signálu. Defekty v podpovrchovej vrstve sa prejavujú rozdielmi v rozložení povrchových teplôt. Zdrojom tepla môže byť halogénová lampa, pulzný laser, xenónová výbojka alebo teplý pudiacim vzduch. Pri známych vlastnostiach materiálu je možné z tepelného obrazu vyhodnotiť rozsah a hĺbku podpovrchových porúch teoreticky alebo porovnaním s etalónom. [1]



Obr. 1. Schéma systému aktívnej termografie

2 Lock – in metóda

Lock – in termografia je založená na modulácii riadeného tepelného toku dopadajúceho na diagnostikovaný objekt. Tepelná (obvykle sínusová) vlna preniká dovnútra telesa a v mieste zmeny prostredia, t.j. anomálie/odchýlky v štruktúre materiálu testovaného objektu odráža sa späť k povrchu. Na povrchu objektu dochádza k interferencii objektom vyžrávaného a na objekt dopadajúceho toku žiarenia (tepelného), keď potom termogramy snímané termografickou kamerou sú modifikované tepelnou vlnou emitovanou zvnútra diagnostikovaného objektu. Rozborom signálu z každého pixelu detektora kamery je možné stanoviť oddelene amplitúdu aj fázový posuv odozvy. Vyhodnotenie amplitúdy a fázy obrazového signálu je možné doceliť rôznymi spôsobmi, najčastejšie sa používa spracovanie štyroch o 90° fázovo posunutých obrazov. [1]



Obr. 2. Princíp vyhodnotenia amplitúdy a fázy, pričom I je budiaca vlna, S je žiarenie dopadajúce na detektor.

3 Vybrané merania pomocou NDT na ZU

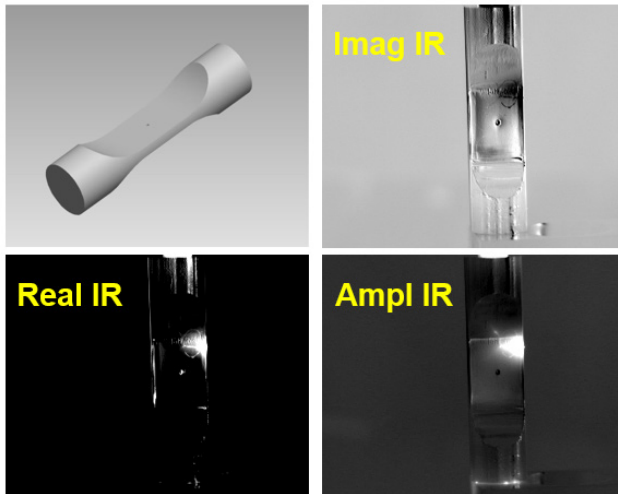
V nasledujúcich kapitolách sú popísané niektoré z meraní, pomocou aktívnej termografie, ktoré sa uskutočnili na katedre aplikovanej mechaniky Žilinskej univerzity v Žiline.



Obr. 3. Ultrazvukový systém budenia a termokamera FLIR SC7500

3.1 Vzorka pre únavové skúšky

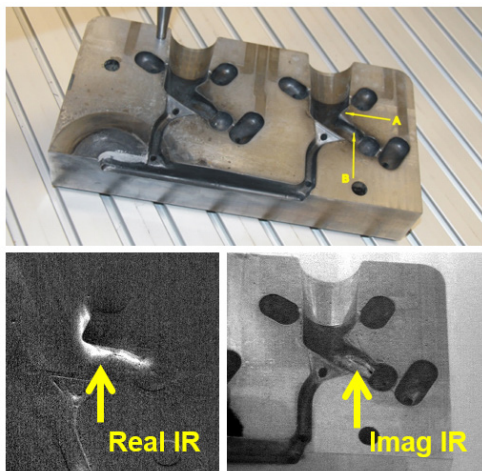
V spolupráci s Katedrou materiálového inžinierstva sa vykonávalo nedeštruktívne meranie vzorky po únavovej skúške, na ktorej sa nachádzala únavová trhlinka. Po spracovaní nameraných dát, metódou Lock – in, dostávame päť typov termogramov, ktoré sú reprezentované ako obraz: komplexný, imaginárny, reálny, amplitúdový a fázový. Každý z týchto termogramov sa počíta odlišne, pričom pri každom meraní môže lepšie zobrazovať danú anomáliu iný z týchto termogramov. Na Obr. 4 môžeme vidieť ako sa v trhline po excitácii ultrazvukovým systémom generuje teplo a taktiež môžeme vidieť termogramy, amplitúdový, imaginárny a reálny, ktoré najlepšie zobrazovali danú trhlinku. Na uvedených snímkach je prezentovaná detekcia existujúcich trhlín na vzorke.



Obr. 4. Model vzorky pre únavové skúšky a výsledné termogramy zobrazujúce trhlinku na vzorke

3.2 Zlievarenská forma

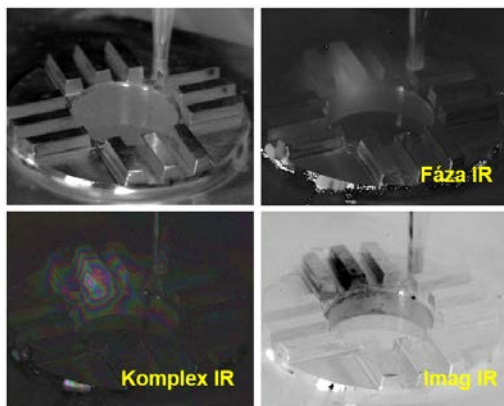
V spolupráci s Katedrou technologického inžinierstva sa vykonávalo nedeštruktívne meranie zlievarenskej formy s cieľom vyhľadania problémových oblastí na meranom objekte. Po spracovaní nameraných údajov boli poškodené miesta formy lokalizované a následne podrobené ďalšej analýze. Z Obr. 5. je zrejmé, kde sa poškodené miesta formy nachádzajú.



Obr. 5. Zlievarenská forma a výsledné termogramy zobrazujúce poškodené miesta

3.3 Zubová spojka

V spolupráci s Ústredným defektoskopickým strediskom železníc ŽSR sa vykonávalo nedeštruktívne meranie zubovej spojky s cieľom lokalizovať poškodené zuby.



Obr. 6. Zubová spojka a výsledné termogramy zobrazujúce poškodené zuby

Záver

Cieľom príspevku bolo priblížiť informácie o tom, čo je aktívna termografia a ako sa využíva v oblasti NDT. V článku boli ukázané, niektoré vybrané výsledky z meraní, ktoré sa uskutočňujú na katedre aplikovanej mechaniky na Žilinskej univerzite v Žiline. V príspevku sme sa obmedzili na prezentáciu detekčných schopností systému, keď boli detegované trhliny v ocelových objektoch. Za pozornosť stojí možnosť detekcie aj na tvarovo zložitých objektoch, ako je dno vtokového kanálu na forme alebo päta zubu. Ide o jeden zo spôsobov nedeštruktívneho skúšania, ktorý môže rozšíriť bežne používané detekčné postupy v strojárstve, keď ako detektor odozvy systému na budenie bola použitá infračervená kamera. Niektoré ďalšie podrobnosti je možné nájsť v [2,3,4,5].

Tento článok vznikol s podporou projektov VEGA 1/0795/16, KEGA 017ŽU-4/2017 a Agentury pre podporu vedy a výskumu č. APVV-0736-12.

Referencie

1. PEŤKOVÁ, V., SVOBODA, J. 2016. *Termodiagnostika*. ISBN 978-80-8126-132-9
2. STANKOVIČOVÁ, Z., DEKÝŠ, V., NOVÁK, P., STRNADEL, B. 2017. *Detection of natural frequencies using IR camera*. In *Procedia Engineering*, Vol. 192, s. 830-833, ISSN 1877-7058
3. SAPIETA, M., DEKÝŠ, V., STANKOVIČOVÁ, Z. 2014. *Nedeštruktívne skúšanie materiálu pomocou lock-in metódy*. In: *Technológ*, Roč. 6, č. 2, s. 81-84, ISSN 1337-8996
4. STANKOVIČOVÁ, Z., DEKÝŠ, V., NOVÝ, F., NOVÁK, P. 2017. *Nondestructive testing of metal parts by using infrared camera*. In: *Procedia Engineering*, Vol. 177, s. 562-567, ISSN 1877-7058
5. STANKOVIČOVÁ, Z., DEKÝŠ, V., NOVÝ, F., NOVÁK, P. 2017. *Detekcia defektov použitím infračervenej termografie*. In: *Technológ*, Roč. 9, č. 1, s. 59-63, ISSN 1337-8996