

VYUŽITIE TERMOVÍZNYCH MERANÍ OKOLO TEPLOVÝMENNÝCH PLÔCH

ČERNECKÝ Jozef, SR

Resumé

Článok sa zaoberá využitím termovíznych meraní pri prenose tepla okolo tvarovaných teplovýmenných plôch. Vzhľadom na to, že sa jedná o transparentné predmety, súčasťou merania pri meraniach je dôležité použiť vhodné vizualizačné prvky, ktoré sa potom zaznamenávajú do kamery. Termovízu kameru možno použiť s výhodou na predmetoch so zameraním na šírenie tepla pre overovanie výpočtov, resp. ukážky tepelných strát budov.

Kľúčové slová: termovízna kamera, šírenie tepla, vizualizačný prvok.

THE UTILIZATION OF THERMOVISION MEASUREMENTS AROUND HEAT TRANSFER SURFACES

Abstract

This article concerns the usage of thermovision camera for heat transfer measurement around shaped heat transfer surfaces. Considering the fact, that transparent objects has been used during the measurements, appropriate visualization components must be chosen, which are afterwards recorded using the camera. The thermovision cameras can be advantageously used for teaching subjects that focus on heat transfer and verification of associated calculations or demonstration of heat losses through building constructions.

Key words: thermovision camera, heat transfer, visualization component.

Úvod

K progresívnym metódam merania teplotných polí patrí termovízia. Jej princíp spočíva v bezkontaktnom meraní intenzity infračerveného žiarenia termovíznou kamerou. Infračervená termografia predstavuje novú kvalitu v experimentálnej termomechanike. Pre meráciu techniku je po nástupe termografie zásadná zmena v prechode od merania lokálnych teplôt ku zisťovaniu teplotného poľa [3], ako výsledku merania v nekonečnej množine meracích miest. Z toho vyplýva aj hlbší pohľad na tepelné procesy a možnosti ich tepelné analýzy.

Sálanie z meraného objektu sa šíri na svojej ceste k termovíznej kamere rôznymi prostrediami. Pokiaľ je týmto prostredím vákuum, potom nestráca žiadnu energiu. Pri praktických meraniach je týmto prostredím vzduch. Pre krátke vzdialenosti možno vplyv vzduchu zanedbať, avšak pre dlhšie vzdialenosti je potom zdrojom nepresností a chýb, ak sa tam nachádza vodná para, aerosóly a prachové častice. Vyžarovanie tepelného žiarenia rôznymi telesami je ovplyvňované schopnosťou telies vyžarovať, pohlcovať a odrážať žiarenia.

1 Vplyvy rôznych faktorov na meranie termovíznou kamerou

Termovízne merania objektov sú ovplyvňované rôznymi faktormi, ktoré stručne možno zhrnúť do nasledujúcich bodov:

- teplota okolitého prostredia,

- vonkajšie zdroje infračerveného žiarenia,
- vlastnosti zaznamenávaného povrchu,
- členitosť zaznamenávaného povrchu telesa,
- veľkosť zaznamenávaného telesa,
- prúdenie vzduchu,
- transmitancia vzduchu [2].

2 Vizualizácia teplotných polí na vizualizačných prvkoch

Problematickou vizualizácie vzdušného prúdu pomocou termovízie sa zaoberali viacerí autori a zhodli sa na možnostiach použitia a možných prínosoch za predpokladu:

- rešpektovania a doriešenia určitých obmedzení vyplývajúcich z termovíznych meraní,
- optimálneho ovplyvňovania prúdu vzduchu vizualizačnými prvkami.

Pri termovíznych meraniach zásadným problémom sú nasledujúce faktory:

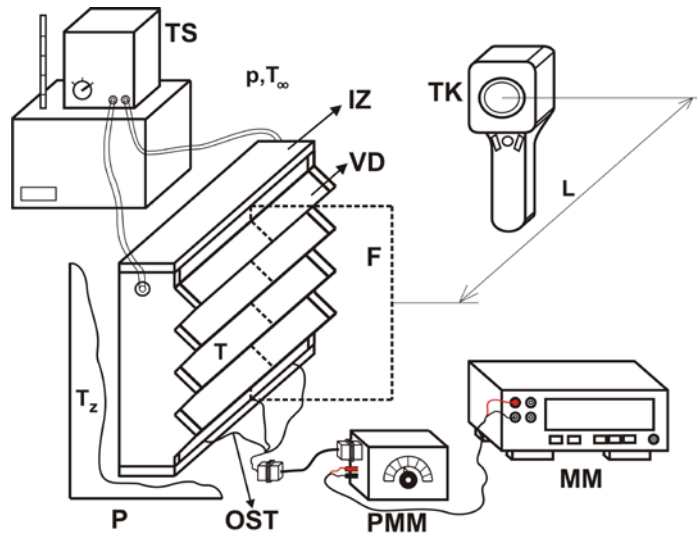
- presnosť určenia teploty pomocou termovízie,
- odchýlka teploty meraného povrchu vizualizačného prvku od okolitej teploty,
- miera ovplyvnenia prúdu vzduchu vizualizačnými prvkami.

Výsledky merania transparentných objektov pomocou termovízie treba brať veľmi obozretné a je vhodné ich doplniť resp. overiť z hľadiska presnosti nejakou inou metódou. Aby sme mohli vizualizovať transparentné prostredie, dávame tam ďalší prvok (a to fóliu, alebo papier s optimálnou emisivitou) a teda potom sa jedná o nepriamu metódu, ktorá je ovplyvnená ďalšími parametrami: ako je teplota okolitých plôch, koeficient sálenia a emisivita povrchu materiálu vizualizačného prvku. V prípade, že má materiál vizualizačného prvku vysokú emisivitu, potom bude do okolia vyžarovať väčšie množstvo tepla a výsledná rovnovážna teplota nebude zodpovedať teplote okolitého meraného vzduchu. Naopak, ak materiál vizualizačných prvkov bude mať nízku emisivitu povrchu, potom nameraná výsledná teplota bude ovplyvnená žiarením okolitých predmetov [1,4].

3 Termovízne merania v okolí teplovýmenných plôch

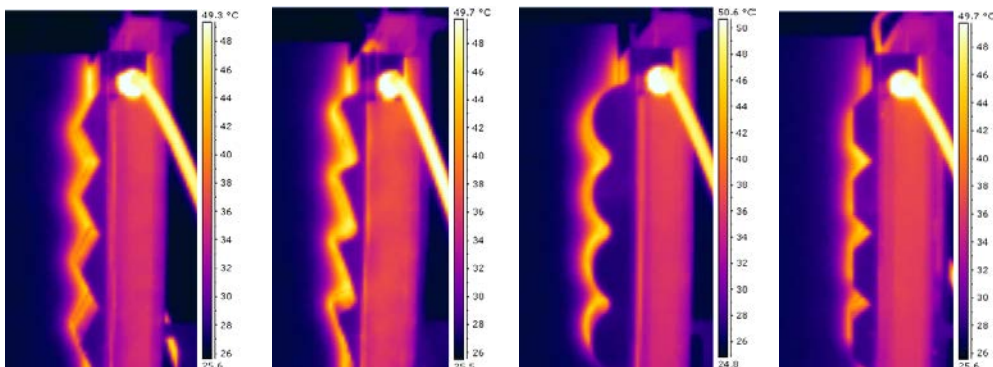
Termovízne merania boli aplikované na záznam teplotných polí v okolí teplovýmenných plôch vyhrievacích telies pre prípad ustáleného stacionárneho procesu. Dvojrozmerné teplotné polia boli získané termovíznou kamerou typu FLIR i7. Schéma experimentálneho usporiadania systému pre meranie teplôt pomocou termovíznej kamery je zobrazená na obr. 1.

Na obr. 2 je uvedená ukážka teplotných polí v okolí profilovaných vertikálnych dosiek pri prirodzenej konvekcii vzduchu povrchovej teplote teplovýmennej plochy 50 °C. Teplotné polia kopírujú tvar teplovýmenných plôch, avšak na výstupkoch teplovýmenných plôch dochádza k zmenšeniu hrúbky medznej vrstvy a tým aj k zmenšeniu tepelného odporu. Kľúčovým prvkom, ktorý mal vplyv na presnosť merania a citlivosť okamžitých zmien teplôt je vizualizačný prvok (F) s požadovanou emisivitou. Ako vizualizačný prvok bol použitý tvrdý, tenký papier, s emisivitou ($\varepsilon = 0,5$), ktorý vďaka svojej nízkej tepelnej vodivosti a hustote okamžite reaguje na zmenu teploty okolitého prostredia. Aby sa zabezpečilo presné kopírovanie profilov teplovýmenných plôch, tvar vizualizačného prvku sa vyrezal laserom. Na uchytenie vizualizačného prvku bol použitý držiak s možnosťou mikrometrického doladovania presnej polohy v troch osiach tak, aby došlo k tesnému kontaktu profilovanej teplovýmennej plochy s vizualizačným prvkom.



Obr. 1 Experimentálne usporiadanie pre meranie teplôt pomocou termovíznej kamery

TS - termostat, VD - vyhrievaná doska, F - fólia (vizualizačný prvok),
TK - termovízna kamera, P - pozadie, OST - odporové snímače teploty, PMM - prepínač
meracích miest, MM - multimeter, IZ – izolácia, L - vzdialenosť objektívu termovíznej kamery
od fólie, T_z - teplota pozadia, T_∞ - teplota okolitého prostredia, T - teplota vyhrievaného
povrchu, p - tlak okolitého prostredia



Obr. 2 Ukážka teplotných polí v okolí profilovaných vertikálnych dosiek pri prirodzenej konvekcii vzduchu pri povrchovej teplote 50 °C

Merania boli urobené pomocou termovíznej kamery typu FLIR. Termokamera FLIR je infračervená kamera, ktorú možno používať pri vizualizácii teplotných polí. Na základe týchto tepelných obrazov, je možné detegovať aj najmenšie teplotné rozdiely na povrchu meraného objektu. Použitá termovízna kamera FLIR vytvára rozlíšenie (120 × 120 obrazových bodov), a tak môže zaznamenať aj tie najmenšie objekty v najlepšej kvalite. Špeciálne navrhnutá je pre najnáročnejšie aplikácie, môže detegovať najmenšie teplotné rozdiely v širokom rozsahu teplôt.

Záver

Efektívnym zariadením pre vizualizáciu a bezdotykové meranie povrchových teplôt je termovízna kamera, ktorú možno použiť k meraniam v energetike, v oblasti šírenia tepla, v technike prostredia a v mnohých ďalších odboroch ľudskej činnosti. Poskytuje názorné obrazové záznamy a videozáznamy, ktoré umožňujú získať kvalitatívne a kvantitatívne informácie pre hlbšie poznanie tepelných procesov rôznych zariadení a objektov. Experimentálne získané výsledky možno tiež využiť aj pri verifikácii numerických modelov pre simuláciu prenosu tepla v rôznych energetických zariadeniach.

Literatúra

1. BRODNIANSKÁ, Z. - KONIAR, J.: Vplyv medzných vrstiev na prenos tepla okolo rovinných a tvarovaných povrchov. In *Trendy ve vzdělávání 2011 : sborník z mezinárodní konference TVV 2011*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci. 2011. ISBN 978-80-86768-34-2, s. 38-41.
2. DRASTICH, A. 2001. *Netelevizní zobrazovací systémy*. Brno : VUT v Brně, FEI, ÚBMI, 2001. 174 s. ISBN: 80-214-1974-1
3. PAVELEK, M. – JANOTKOVÁ, E. – ŠTĚTINA, J. 2007. *Vizualizační a optické měřicí metody*. 2. vyd. Brno: VUT, 2007. Dostupné na internete: <http://147.229.133.6/skripta/vlab/optika/>
4. PIVARČIOVÁ, E. 2011. Analýza obrazov holografických interferogramov teplotných polí. In: *Energetické stroje a zařízení, Termomechanika & Mechanika tekutin*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2011. ISBN: 978–80–261–0004–1.

Riešená problematika je súčasťou projektu KEGA č. 027 TUZVO - 4/2011

Lektoroval: doc. RNDr. Milada Gajtanska, CSc.

Kontaktná adresa:

Černecký Jozef, doc. Ing. CSc.,
Katedra environmentálnej techniky, Fakulta
environmentálnej a výrobnjej techniky, TU vo
Zvolene, Študentská 26, 960 53 Zvolen, SR,
tel: 00421 455 206 698
e-mail: jcern@vsld.tuzvo.sk