

Termografia na odhaľovanie tepelných mostov

Každé teleso, ktorého teplota je vyššia ako teplota absolútnej nuly, vyžaruje elektromagnetické žiarenie. Elektromagnetické spektrum sa podľa vlnovej dĺžky rozdelí do niekoľkých skupín, ktoré nazývame vlnové pásma. Pre všetky z nich platia rovnaké fyzikálne zákony a odlišujú sa len vlnovými dĺžkami.

Termografia využíva pásmo infračerveného (IČ) žiarenia, ktoré začína na konci viditeľného pásma a končí na hranici mikrovlnného pásma. Čím je teplota vyššia, tým je vlnová dĺžka vydávaného žiarenia kratšia. V súčasnosti sa v IČ kamerách používajú maticové snímacie prvky CCD, ktoré zobrazia teplotné pole v sivej alebo farebnej škále. Dôležité je uvedomiť si, že IČ kamery nemerajú priamo povrchovú teplotu, ale táto sa dopočítava na základe zmeraného IČ žiarenia a okrajových podmienok zadaných priamo do kamery, prípadne neskôr do vyhodnocovacieho programu. Tieto hodnoty sa používajú na kompenzáciu rozličných zdrojov žiarenia a patria sem:

- emisivita povrchu – pomer energie vyžarovanej objektom pri jeho danej teplote k energii vyžarovanej ideálnym telesom (čiernym telesom) pri rovnakej teplote. Emisivita povrchu získava hodnotu z intervalu (0; 1), kde hodnota blížiacu sa k 1 majú tzv. čierne telesá a hodnotu blížiacu sa 0 majú odrážavé povrchy ako leštený hliník. Napríklad emisivita povrchu 0,6 znamená, že povrch odráža 40 percent IČ žiarenia, ktoré naň dopadne z okolia a 60 percent žiarenia vyžaruje sám;
- odrážajúca sa (odrazená) zdanlivá teplota – termín vznikol doslovným prekladom z anglického „reflected apparent temperature“, čo technicky nie je celkom správne, pretože teplota sa nemôže odrážať. Termín sa však zaužíval v odbornej literatúre;
- vzdialenosť medzi objektom a kamerou;
- relatívna vlhkosť a teplota vonkajšieho a vnútorného vzduchu.

Ak sa emisivita povrchu alebo odrazená teplota zadá chybné, chyba meraní môže predstavovať až niekoľko sto percent. Emisivita a odrazená teplota sú dve veličiny, ktoré spolu úzko súvisia – čím je emisivita povrchu väčšia, tým viac sa znižuje vplyv odrazenej teploty a naopak. Pri povrchoch s emisivitou 1 (absolútne čierne teleso) sa žiarenie všetkých vlnov

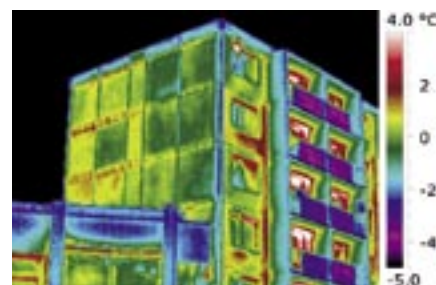
ých dĺžok, ktoré na teleso dopadnú, pohltí. To znamená, že akékoľvek žiarenie, ktoré meriame IČ kamerou, vyžaruje priamo teleso (nič sa neodráža). Zo vzdialenosti medzi objektom a kamerou a relatívnou vlhkosťou sa dopočítavajú parametre atmosféry (táto hodnota sa niekedy uvádza ako priepustnosť atmosféry v percentách). Z uvedeného vyplýva, že bez zadania správnych okrajových podmienok nemožno zo získaného termogramu zistiť skutočné povrchové teploty meranej konštrukcie.

Na obr. 1 a 2 sú príklady termogramov bytového domu získané z exteriéru. Teplota vzduchu v exteriéri bola $-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. V interiéri bola predpokladaná teplota asi $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na snímkach sú viditeľné zvýšené povrchové teploty v ploche niektorých panelov a predovšetkým v škárach medzi panelmi. Vyššie povrchové teploty na paneloch pri meraniach z exteriéru znamenajú vyšší tepelný tok, t. j. horšie tepelnoizolačné schopnosti.

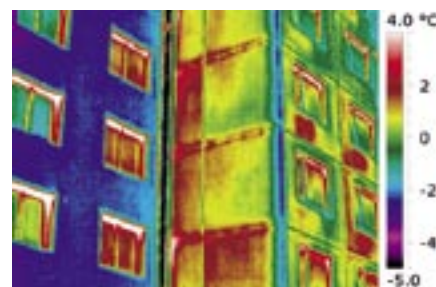
Využitie termovízie pri riešení detailov tlmiacej komory

Tuhé zimy 2005/2006 a 2008/2009 intenzívne preverili konštrukcie z hľadiska tepelnej techniky. Vlhkostné poruchy a chladnutie konštrukcií spôsobené tepelnými mostami a nežiaducim prúdením vzduchu konštrukciami sa prejaví najmä pri extrémne nízkych teplotách.

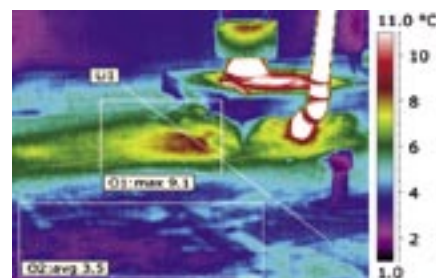
Ako príklad sme vybrali vlhkosťné problémy v poslednom nadzemnom podlaží bytového domu sústavy T 06 B s vetranou dvojplášťovou strechou a tlmiacimi komorami na streche, ukončujúcimi ventilačné a kanalizačné potrubie. Predovšetkým v zimnom období pri oteplení po dlhodobých mrazoch dochádzalo k zatekaniu do bytov v mieste škár stropných panelov a škár medzi stropnými a stenovými panelmi. Podobné problémy zvyčajne riešia užívatelia alebo majitelia domov vyhotovením novej hydroizolácie strechy, prípadne zateplením strojovni výťahov a podobne.



Obr. 1 Štítová stena nezačateplenej bytovej domy. Viditeľné sú panely s horšími tepelnoizolačnými vlastnosťami (žlté a červené).



Obr. 2 Povrchové teploty na začateplenej (vľavo) a nezačateplenej (vpravo) časti bytovej domy. Na nezačateplenej časti sú kritické predovšetkým vodorovné škáry medzi panelmi.



Obr. 3 Termovízna snímka tlmiacej komory

Charakter zatekania a konštrukcia bytovej domy naznačovali známu chybu v tlmiacich komôr. Vzduch z interiéru stúpa ventilačným potrubím do tlmiacej komory, kde je potrubie ukončené. Vzduch z interiéru by sa mal odvieť do exteriéru, ale keďže je komora chybná, vnútorný teplý vzduch sa nasáva štrbinou v stenách komory do vetranej vzduchovej vrstvy. Vo vzduchovej vrstve a pri chladných povrchoch stúpane relatívna vlhkosť vzduchu a dochádza ku kondenzácii, najmä na spodnom povrchu horného strešného plášťa. Kondenzát na chladnom povrchu mrzne a po oteplení sa

roztápa, steká na spodný plášť a škárami v paneloch presakuje do interiéru. Odstránenie problému spočíva v dodatočnom oddelení priestoru tlmiacej komory od vetranej vzduchovej vrstvy dvojplášťovej strechy. Realizácia je možná položením dosky tepelnej izolácie z extrudovaného polystyrénu s nakaširovaným asfaltovým pásom. Ten sa vyťahuje na steny komory a opracujú sa ním všetky priestupy ako ventilačné a kanalizačné potrubia, prípadne káble.

V druhom prípade, na inom bytovom dome, ale rovnakej panelovej sústavy (T 06 B), všetko nasvedčovalo tomu, že pôjde o rovnaký problém. Majiteľ objektu predpokladal, že ide o zatekanie cez netesnú krytinu. Nechal vykonať kompletnú rekonštrukciu hydroizolácie strechy, ale zatekanie neprestalo. Počas prieskumu sa odhalila chyba tlmiacich komôr a navrhol sa štandardný spôsob odstránenia, t. j. oddelenie priestoru komory od vzduchovej vrstvy. Ani toto opatrenie však nevedlo k úplnému odstráneniu vlhkostných problémov.

Termovízne meranie

Na ďalšiu identifikáciu sa preto využilo termovízne meranie. Vykonal sa v interiéroch bytov posledného nadzemného podlažia aj na streche. Bez nutnosti odkrývania horného strešného plášťa umožnilo zistiť ďalšie prúdenie teplého vzduchu z interiéru. Na termovíznej snímke na obr. 3 je evidentné prúdenie vzduchu z interiéru na strane komory vzduchotechniky. Obrázec O1 znázorňuje najvyššiu povrchovú teplotu v oblasti vedľa komory. Obrázec O2 znázorňuje charakteristickú povrchovú teplotu v ploche strešného plášťa. Z porovnania povrchových teplôt oboch obrázcov je zrejme, že teplota vedľa komory je asi o 5,5 °C vyššia než na ploche strešného plášťa. Termovízna snímka ďalšej komory zobrazuje podobnú situáciu. Opäť je na strešnom plášti na boku komory vzduchotechniky výrazná teplotná anomália, ktorú spôsobuje prúdenie teplého vzduchu z interiéru.

Na základe termovízneho merania sa zistilo miesto prúdenia vzduchu z interiéru do vzduchovej vrstvy na streche. Zo snímok vyplýva, že ide zrejme o ďalšiu systémovú chybu vo vyhotovení šachty. Chyba sa opakovala na všetkých troch komorách vzduchotechniky na streche. Nasledovalo preto rozobratie obkladov šachty v predmetných bytoch a vykonal sa prieskum všetkých komôr z interiéru.

Pri bližšom preskúmaní šacht sa zistil ďalší otvor – štrbina medzi stropným panelom a spodnou časťou šachty, ktorá vznikla chýbajúcim podbetónovaním. Svojou orientáciou zodpovedajú otvory termograficky zisteným prienikom teplého vzduchu.

Záver

Riešenie bolo pomerne jednoduché – stačilo vyplniť otvory montážnou PUR penou. V porovnaní s vyhotovením novej hydroizolácie strechy ide naozaj o triviálne riešenie dlhotrvajúceho problému, ktorého podstatu pomohla bez nutnosti deštruktívneho prieskumu odhaliť termovízna kamera.

TEXT: Ing. Ctibor Hůlka, Ing. Marek Farárik, Ing. Leoš Martiš, Ing. Viktor
Zwiener, Ph.D.

FOTO: DEKPROJEKT