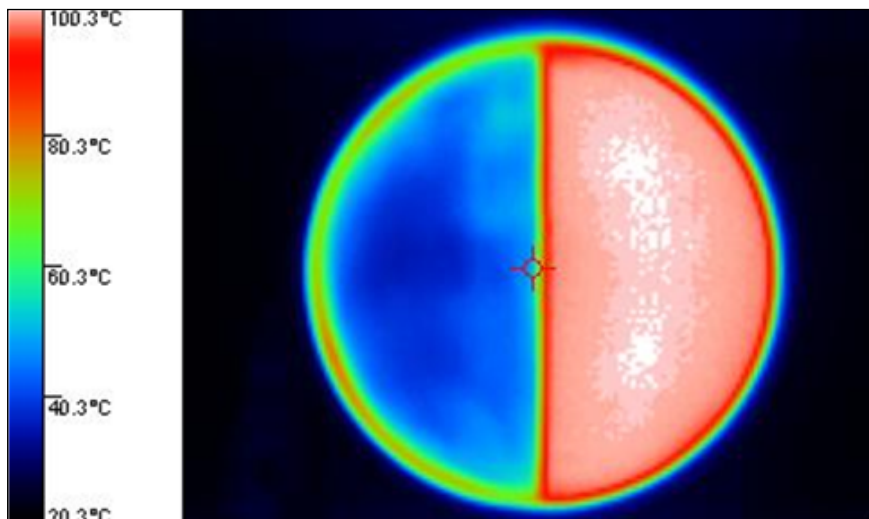


Meriti infrardeče

Devis MARTINČIČ, Jure THALER

Idealna rešitev (IR) za težavna merjenja temperature

Kako izmeriti temperaturo v vrtečem se kotlu, polnem kisline, in z mešali, ki zdrobijo vsak tujek, ki se jim približa? Kako pomeriti temperaturo vezja, ki je pod napetostjo? Kako izmeriti temperaturo cevi ogrevalnega sistema pod stropom brez uporabe lestve in dolgotrajnega čakanja stabilizacije kontaktnega senzorja na cevi? Nič lažjega, saj nam to že vrabci čivkajo, z IR – z infrardečim ali brezkontaktnim termometrom! Pa je stvar res tako preprosta?



Idealna rešitev?

Zakaj pa ima potem na 100 °C segreta aluminijasta plošča na pobarvani strani 100 °C, na nepobarvani strani pa 40 °C, če jo pomerimo z istim instrumentom (slika 1)?

Idealna rešitev – DA, vendar ...

Potrebno je, da se pred meritvijo in pred nakupom instrumenta zavedamo vplivov, ki bodo bolj ali manj skrito delovali na rezultate naših meritev.

Infrardeče valovanje

Infrardeče valovanje je del spektra elektromagnetnega valovanja. Obsega spekter valov, daljših od valov vidne svetlobe, vendar krajših od

mikrovalov. Zato je IR del spektra svetlobe za naše oko neviden, zaznavamo pa njegovo toplotno energijo. Spekter infrardečega valovanja obsega valovne dolžine od 0,7 do 1000 μm . Spekter vidne svetlobe, ki nam je vsem v razumevanju najbližji, obsega valovne dolžine od 0,38 do 0,75 μm in je v naravi najlepše predstavljen z barvami mavrice, ko se na kapljicah vode vidna svetloba razlomi pod različnimi koti in ustvari ta čarobni pojav.

Kaj je IR-termometer?

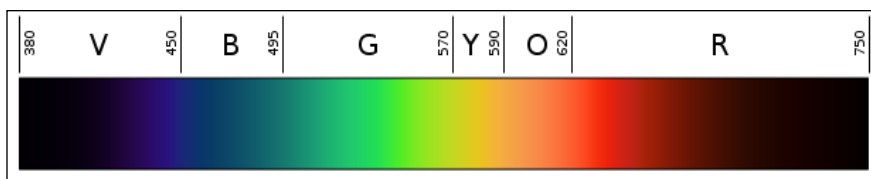
IR-termometer sprejema valovanje s površine, na katero je usmerjen in primerno fokusiran, in ga preko sis-

Površine trdnih snovi ali tekočin, ki so na temperaturi nad absolutno ničlo (nad -273°C) sevajo IR-valovanje. Tako je mogoče meriti temperaturo brezkontaktno in iz velike razdalje, kar je še posebno primerno za rotirajoče objekte ali naprave pod visoko električno napetostjo.

Emisivnost

Emisivnost je faktor, ki opisuje, koliko toplotnega sevanja je telo sposobno izsevati pri dani temperaturi v primerjavi z idealnim črnim telesom. V naravi idealnih črnih teles ni, zato imajo vse površine od 1 nižjo emisivnost, še zdaleč pa emisivnost različnih površin ni enaka. V tabeli 1 je predstavljena emisivnost nekaterih površin, ki jih srečujemo v naši okolici in katerih temperaturo želimo meriti. Za prave rezultate je nujno poznavanje emisivnosti površine.

Pri meritvah z IR-termometri moramo biti pozorni, da na instrumentu nastavimo emisivnostni faktor na dejansko emisivnost površine, saj lahko v nasprotnem primeru dobimo povsem napačne rezultate. Emisivnost nepobarvanega dela



Slika 2. Spekter infrardeče svetlobe (vir fotografije: wikipedia.org)

Devis Martinčič, Jure Thaler,
oba LOTRIČ, d. o. o., Selca

tema leč fokusira na detektor, kjer se pretvori v električni signal, proporcionalen temperaturi merjenja.

Tabela 1. Emisivnost različnih materialov

Snov	Emisivnost
asfalt	0,90 do 0,98
beton	0,94
cement	0,96
pesek	0,90
zemlja	0,92 do 0,96
voda	0,92 do 0,96
led	0,96 do 0,98
sneg	0,83
aluminij (poliran)	0,20
aluminij (anodiziran)	0,77
nerjaveče jeklo (polirano)	0,15
steklo	0,90 do 0,95
keramika	0,90 do 0,94
marmor	0,94
mavec	0,80 do 0,91
malta	0,89 do 0,91
opeka	0,93 do 0,96
črno blago	0,98
človeška koža	0,98
usnje	0,75 do 0,80
ogljje (prah)	0,96
lak	0,80 do 0,95
lak (mat)	0,97
guma (črna)	0,94
plastika	0,85 do 0,95
les	0,90
papir	0,70 do 0,94
krom oksidiran	0,81
baker oksidiran	0,78
železo oksidirano	0,78 do 0,82
tkanine	0,90

aluminijaste plošče je 0,20, medtem ko je emisivnost pobarvanega dela plošče 0,95. Zato je termometer, ki je imel nastavljeno emisivnost na 0,95, pokazal na pobarvanem delu plošče pravo vrednost, 100 °C, na nepobarvanem delu pa dobimo popolnoma napačen rezultat 40 °C.

Velikost tarče

Pri sevalnih termometrih moramo biti pozorni predvsem na vidno polje, ki je večinoma podano kot razmerje med razdaljo do tarče in velikostjo tarče, ki jo merimo (distance to spot ratio). Za doseganje pravih rezultatov je potrebno zagotoviti, da je premer merjene površine vsaj dvakrat večji od dejanske velikosti tarče IR-termometra na tej površini. Na *sliki 3* je prikazan primer dveh različnih razmerij $D : S$ in posledično v milimetrih predstavljena razdalja,

na kateri je dosežena prikazana velikost tarče – v primeru razmerja $D : S = 40 : 1$ je velikost tarče 5 cm dosežena na oddaljenosti 2 m od tarče, v primeru razmerja $20 : 1$ pa je taka velikost tarče dosežena že na oddaljenosti 1 metra.

Praktičen primer

Ker instrument meri povprečno temperaturo v velikosti tarče, je pomembno, da merilno polje termometra v celoti pokriva površino merjenca. Zelo nizko povprečno temperaturo izmerimo, če je v vidnem polju merjenca tudi hladno ozadje neba. Pri večjih strojnih napravah to običajno ne predstavlja problema, težava

pa nastane pri merjenju naprav, ki so manjše. Manjši merjenci zahtevajo uporabo instrumenta z boljšo optiko.

S termometrom, ki ima razmerje $D : S = 100 : 1$, bomo na primer na razdalji 100 cm merili povprečno temperaturo v površini premera 1 cm. Ker so termometri s tako velikim razmerjem dražji, v praksi največkrat naletimo na termometre z razmerjem $20 : 1$ ali še manjšim. Taki termometri so v

vzdrževanju uporabni le za merjenje iz neposredne bližine. Pri tem se moramo zavedati, da so termometri omejeni z najmanjšim možnim premerom merilnega snopa, na primer 13 mm na *sliki 3*.

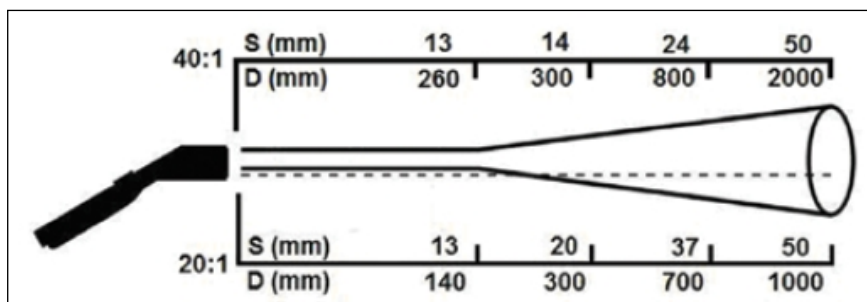
Velike zmote o IR- termometrih

Največkrat so termometri opremljeni z laserskim žarkom, ki označuje cilj. Srečujemo se predvsem s tremi precej razširjenimi zmotnimi mnenji.

Prvo je, da je uporabnik prepričan, da ima v rokah laserski merilec temperature, ki meri temperaturo na osnovi odbitega laserskega žarka. V tem prepričanju celo izbira refleksne površine, da bo odboj večji. Rezultat meritve je seveda zelo napačen odčitek.

Drugo zmotno mnenje je, da laserska pika označuje velikost merjenega območja oziroma da se temperatura meri v območju, velikem kot laserska pika. V resnici laserska pika določa samo center tega območja. Določeni proizvajalci so ta problem že rešili z večtočkovnim označevalnikom, ki označi celotno velikost tarče.

In tretjič: neupoštevanje oddaljenosti do merjenca. Skladno z oddaljenostjo se večja površina merjenega območja. Instrument izmeri povprečno temperaturo v tem območju. Podatek, ki določa velikost merilnega območja, dobimo iz razmerja $D : S$, kjer D pomeni oddaljenost do merjenca in S premer merilnega območja na tej razdalji. Ta podatek je napisan ali priložen k vsakemu IR-termometru in je najpomembnejši za izbiro termometra in pravilno merjenje. Omogoča nam izračunati premer

**Slika 3.** Razmerje med razdaljo (D) in velikostjo tarče (S)

površine merilnega snopa na poljubni oddaljenosti. Za kvalitetne meritve proizvajalci priporočajo, da je premer merjenca vsaj 50 % večji od izračunanega razmerja.

Zmotno je tudi mnenje, da se s približevanjem merjencu temu problemu izognemo. Večina naprav ima oster fokus šele od določene oddaljenosti. Približevanje merjencu pomeni razfokusiranje in napačen rezultat.

Kalibracija in preverjanje delovanja IR- termometrov

Mnogo je vplivov na končni rezultat meritev, vendar pa brez kvalitetne kalibracije posamičnega

merila zaradi karakteristik, ki se od senzorja do senzorja razlikujejo, brez kalibracije instrumenta ne moremo zadosti zaupati v njegove rezultate.

Kalibracije IR-termometrov se izvajajo s pomočjo črnih teles, ki se s svojo efektivno emisivnostjo bolj ali manj približujejo emisivnosti pravega črnega telesa.

Malo črno telo, s katerim preverimo pravilnost delovanja našega IR-termometra, pa lahko pripravimo s pomočjo drobljenega talečega se ledu, v katerega naredimo luknjo in pomerimo sevanje tega ledenega črnega telesa.

Sklep: Merimo idealno, merimo IR

Šele ob upoštevanju vseh omenjenih dejavnikov in pod pogojem, če smo termometru sporočili, kakšna je površina (z nastavitvijo emisivnosti), če smo zagotovili dovolj veliko tarčo, če so pogoji okolja taki, kakršne predvideva proizvajalec, takrat lahko, z upoštevanjem pogreškov instrumenta s certifikata, rečemo, da smo našli idealno rešitev za določitev temperature našega težavnega merjenca s pomočjo infrardečega termometra.

Literatura

- [1] Lukežič, Marjan: Brezkontaktno merjenje temperature ter termovizije.

nadaljevanje s strani 220

Simulation im mechatronischen Umfeld – Simulacija v mehatronskem okolju

27. in 28. 2012
Aachen, ZRN

Organizator:
– RWTH – IFTAS (verjetno)

Tematika:
– Nadaljnji razvoj programske-simulacijskega jezika DSHplus

IRT³⁰⁰⁰
inovacijerazvojtehnologije
www.irt3000.si


strojninstvo.com
križišče strojnikov