Egy univerzális mérési eljárás

A termográfia elvi hibaforrásai (II.)

A hőképfelvételek készítése, azaz a termográfia elméleti alapjaival foglalkozó írásunk *(GyártásTrend 2010/12.)* folytatásában rátérünk a gyakorlati tudnivalókra. Ezek közül is elsőként az érintésmentes hőmérsékletmérés lehetséges hibaforrásait vesszük számba, majd a mérési hibák mennyiségi értékelésének szempontjait, illetve a hibák csökkentésének lehetőségeit.

Az érintés nélküli hőmérsékletmérés mérési hibája több tényezőből adódik (adódhat) össze. Ezek közül említhető az alkalmazott mérőeszközből eredő mérési pontatlanság. Mint bármely mérőberendezés, az érintkezés nélküli hőmérsékletmérő eszköz is csak bizonyos mérési hibával képes ellátni a feladatát. Viszont sok egyéb olyan méréstechnikai, illetve kezelői hiba is jelentkezhet, amely nem fordul elő az érintéses hőmérsékletmérésnél, és a mérőeszköz pontatlanságánál nagyságrendileg nagyobb hibákat, akár teljesen téves adatokat eredményezhet. Az alábbiakban ezek közül néhány külön figyelmet érdemlő hibaokot részletezünk.

Érintésmentes mérés problémái

Az emissziós tényezőnek és a környezeti hőmérsékletnek a mérés pontosságára gyakorolt hatása A leggyakoribb és nagyságát tekintve a legjelentősebb hibaok az érintkezés nélküli hőmérséklet-mérési módszer gyakorlati alkalmazása során. A mérőberendezés csak akkor tudja helyesen meghatározni egy tárgy hőmérsékletét, ha a mérőműszeren (illetve a kiértékelőszoftveren) beállított emissziós tényező megfelel a mérendő tárgy valós jellemzőjének.

Hősugárzás visszaverődése a tárgy homlokfelületéről (hősugárzás-reflexió) Minél jobban eltér egy test emissziós tényezője az ideális 1 értéktől (tehát minél kisebb sugárzáskibocsátási képességű), annál inkább erősödik a reflexiós (sugárzás-visszaverődési) tulajdonsága (átláthatatlan tárgyat feltételezve). Ez azzal jár, hogy a mérőműszer a test hőmérsékletével arányosan kibocsátott hősugárzás mellett (a legrosszabb esetben akár helyett) a környezetből származó, a mért tárgy felületén reflektált hősugárzást méri.

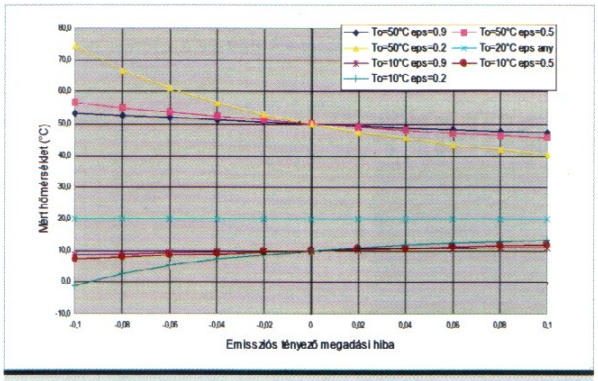
Jelveszteség az átviteli szakaszon (sugárzáscsökkenés az atmoszférában és más anyagokban) Az átviteli szakasz általában közönséges légkör, amelyen az infravörös sugárzás spektrumának csupán egy része halad át (atmoszferikus ablakok). Hogy nagyobb távolságok esetén milyen veszteségek lépnek föl, azt az infravörös sugárzást elnyelő, illetve csillapító tényezők (például köd, aeroszolok, nagy koncentrációjú szén-dioxid, szén-monoxid, egyéb gázok vagy víz jelenléte) határozzák meg. Egyéb anyagok (például infravörös sugárzásra áttetsző mérőablakok) jelenléte esetében azok csillapítási hatását is figyelembe kell venni.

Hősugárzás átbocsátása a tárgy hátteréből Akkor jelentkezik, ha a tárgy részben áttetsző, természetesen az infravörös sugárzás szempontjából. Ilyen esetekben a tárgy hátterét éppúgy figyelembe kell venni, mint az előterét a hősugárzás visszaverődésénél. Ez különösen akkor okozhat gondot, ha közvetlenül a mérendő tárgy mögött erős hősugárzók (például technológiailag szükséges melegítőberendezések) találhatók.

Hibák számbavétele és mérséklése

A teljes hőmérséklet-mérési hiba nagyságában döntően meghatározó részként az emissziós tényező valódi értékétől való eltérésből adódó hiba kalkulálható. A téves emissziós tényezőből adódó mérési hiba annál nagyobb, minél jobban eltér a mérendő tárgy hőmérséklete a környezeti hőmérséklettől. Az is belátható, hogy az ilyen hiba igen nagy lehet, és így a mérőeszköz rendszeres belső hibájának többszörösét is elérheti.

Míg a visszavert és az átbocsátott zavaró sugárforrások következtében kialakuló hibák hatását azok optikai megjelenése alapján rendszerint könnyű érzékelni a hőképen („oda nem illő" pontok, foltok vagy körök) és ezután javítani, távhőmérésnél ez nem olyan könnyű, mivel a sugárzás eloszlása nem



Hibás emissziós tényezőből eredő hőmérséklet-mérési hiba a 8–14 µm méréstartományban

látható. Annak érdekében, hogy a hőmérsékletmérésben a hibákat kiküszöböljük vagy legalább minimalizáljuk, gondoljunk a következő tanácsokra a mérések kivitelezése során.

Mielőtt megkezdjük a mérést, bizonyosodjunk meg arról, hogy a hőmérő eszköz mérési irányába – különösen mobil méréseknél – nem esnek bele tükröződő hősugárzások. Ha ez előfordul, hajtsuk végre a következő lépések legalább egyikét: › változtassuk meg a mérőberendezés elhelyezését és így a mérés szögét (mivel a tükröződés az optikai törvényszerűségek miatt szögfüggő) › változtassuk meg a mérendő tárgy elhelyezését vagy (és) szögét (elsősorban laboratóriumi méréseknél) › zárjuk ki a zavaró sugárzást olyan anyagokkal, amelyek nem engedik át az infravörös sugárzást (kartonlap, hungarocell, plexiüveg, fémlapok), vagy szélsőséges esetben teljesen burkoljuk körül az átviteli szakaszt és a mérendő tárgyat (csupán a mérőeszköz optikája részére hagyva egy nyílást).

Hasznos gyakorlati tanácsok

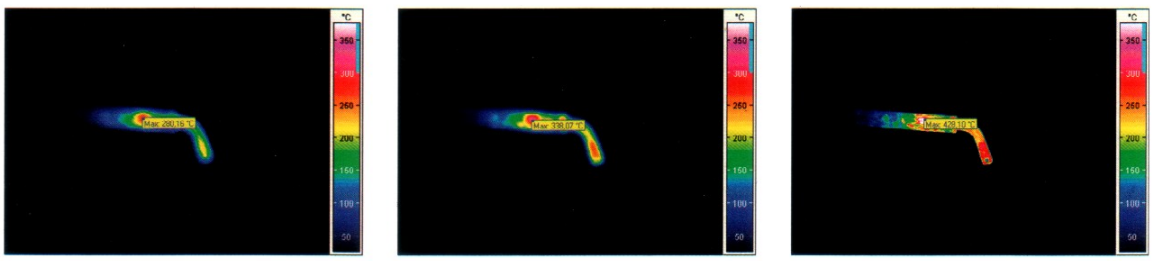
Ügyelni kell arra, hogy nemcsak a nyilvánvaló zavaró sugárzók, mint amilyenek az izzólámpák, a lángok vagy a forró (vagy éppen hideg) géprészek zavarhatják a méréseket azzal, hogy a mérendő tárgyon visszaverődnek, hanem a mérést kivitelező személy is egy hőforrás, és így szintén tükröződhet a mért felületen.

Ha a tárgy emissziós tényezője nyilvánvalóan különbözik a fekete testétől, a mérőberendezésen az emissziós tényezőt a valóságnak megfelelően a lehetőleg legkisebb eltéréssel kell beállítani. A beállítandó emissziós tényezőre vonatkozó információ különböző módokon nyerhető: › végezzünk kísérletet egy valós tárgyon vagy a hősugárzás szempontjából összehasonlítható karakterisztikájú referenciatárgyon › használjunk tapasztalati vagy szállítói információkat speciális anyagok és felületek tipikus hőcemissziós tulajdonságairól, illetve nézzünk utána ilyen információknak a szakirodalomban.

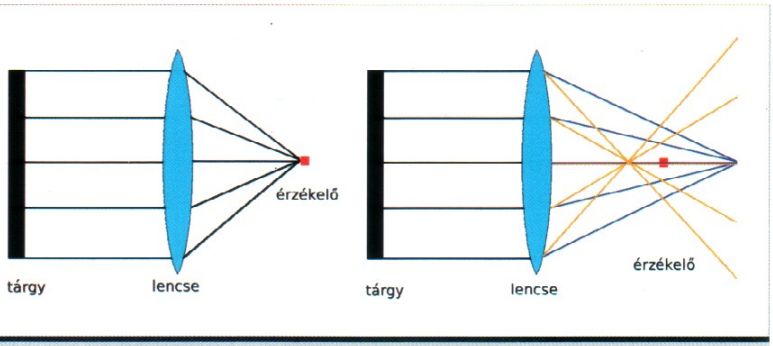
Újabb fontos dologra szükséges felhívni a figyelmet: ha az emissziós tényező eltér 1-től, a hőmérsékletmérés értékének meghatározásában szerephez jut a környezeti hőmérséklet is. Ebben az esetben bizonyosodjunk meg arról, hogy a mérőeszköz erre az értékre vonatkozó beállítása helyes-e. A környezeti hőmérséklet pedig nem a környezeti levegő hőmérséklete, hanem a tárgyon reflektáló sugárzást kibocsátó tárgyak felületi hőmérséklete. Ha a középhullámú mérési tartományban a mérési távolság meghaladja a 10 métert, a sugárzás intenzitását csökkentő atmoszferikus átbocsátás hatását is figyelembe kell venni a korrekciónál. A mérési útvonal hőmérsékletét a lehető legpontosabban kell beállítani az átbocsátás értékének kiegészítéseként (használjuk ehhez a legtöbb hőkamerába beépített automatikus funkciót).

Optikai törvényszerűségek

Mivel a hősugárzás gyakorlatilag ugyanolyan elektromágneses hullám, mint a látható fény, számos tulajdonsága megegyezik a fényével. A fő különbség a hullámhossz tekintetében mutatkozik. Ezért is viselkednek egyes anyagok máshogyan a látható fénnyel szemben, mint ahogy a hősugárzással kapcsolatosan. Azonban a látható fényre vonatkozó optikai törvényszerűségek a hősugárzásra 100 százalékosan érvényesek. Az érintésmentes hőmérsékletmérés szempontjából kiemelnénk a helyes optikai fókuszálást, mivel figyelmen kívül hagyásával komoly mérési hibát okozhatunk.



A fókuszálás hatása. Forrasztópáka felvétele balra nagyon rossz fókuszálással (maximumérték 280 °C), középen kevésbé rossz fókuszálással (maximumérték 338 °C), jobbra tökéletes fókuszálással (maximumérték 428 °C)



A fókusz „működése". Sugármenet balra jó fókuszálás esetén (a beérkező sugárzás egésze az érzékelőre jut, a mérési érték helyes), jobbra rossz fókuszálás esetén (a beérkező sugárzásnak csak egy része jut az érzékelőre, a többi a környékére kerül, a mért érték a valóságosnál alacsonyabb lesz)

Az optikai fókusz ugyanúgy „működik", mint ahogy azt a fényképezésnél megszoktuk: a kamerán belüli gyűjtő- vagy fókuszlencse feladata, hogy a beérkező sugarakat az érzékelő felületére (hagyományos fényképezés esetén a filmre) vetítse. Hibás fókusz esetén a sugarak az érzékelő síkja előtt vagy mögött kerülnek összegyűjtésre. Ilyenkor a kép életlen lesz. De hőkép esetében a baj nagyobb ennél: a sugárzás valós mennyiségének ugyanis csak egy része esik az érzékelőre, a többi annak környékére vetítődik. Ez ahhoz vezet, hogy a mért hőmérséklet mindenképpen alacsonyabb lesz a valóságosnál. Minél rosszabb a fókuszbeállítás, annál nagyobb mértékben tér el a helyes értéktől.

Rahne Eric

HATÉKONYSÁGMUTATÓ

Anyagfelhasználás	○	Energiaigény	●
Üzemfenntartás	●	Kezelhetőség	○
Időráfordítás	●	Élettartam	●

pim@pim-kft.hu
www.pim-kft.hu, www.termokamera.hu