



MICOM
merenjem do rešenja

FLIR

RAZLIKE IZMEĐU HLAĐENIH I NEHLAĐENIH FLIR TERMOGRAFSKIH KAMERA

Termografske kamere su danas standardna merna oprema potrebna za rad naučnika, istraživača i R&D stručnjaka. One imaju raznoliku primenu. Koriste se u industrijskom R&D, za naučno-istraživačke radove, NDT testiranja, testiranja materijala u vojski i vazduhoplovstvu. Međutim, nemaju sve termografske kamere iste karakteristike i istu namenu. Napredne termografske kamere imaju mogućnost snimanja podataka velikom brzinom, što je veoma važno kada je potrebno izvršiti precizna merenja.

Termografske kamere koje se koriste u naučne i R&D svrhe su optički instrumenti za neinvazivno beskontaktno merenje raspodele toplotnog infracrvenog zračenja duž gradijenta (termička tačka, vreme, itd). Uz pomoć njih se mogu otkriti potencijalne anomalije pre nego što postanu ozbiljan problem, tj. kvar.

TERMOGRAFIJA I R&D

Termografske kamere detektuju infracrveno zračenje elektromagnetskog spektra, koje je nevidljivo golim okom i pretvaraju ga u vidljivu sliku. Sva tela i materijali u okolini, koji imaju absolutnu temperaturu višu od 0 K, emituju infracrveno zračenje, po Stefan-Bolcmanovom zakonu: »Što je viša

temperatura tela, ono će emitovati više zračenja.« FLIR termografske kamere se koriste za snimanje toplotnog infracrvenog zračenja u realnom vremenu. Na taj način se lako vrši analiza toplotnog uzorka, prati rasipanje toplote, curenja i temperaturno stanje procesa, opreme i objekata. Pojedini modeli FLIR termografskih kamera imaju mogućnost da detektuju temperaturnu razliku od 20 mK. One poseduju infracrveni detektor izrađen od specijalnih materijala, napredan matematički algoritam, veoma dobre tehničke karakteristike i tačnost merenja u mernom opsegu od -80° C do +3.000° C. Termografske kamere FLIR R&D su kombinacija navedenih

Stacionarna termografska kamera



Prenosna termografska kamera



karakteristika, odabira dodatne opreme i softvera za analizu i obradu termografske slike u realnom vremenu.

FLIR TERMOGRAFSKE KAMERE SA HLAĐENIM I NEHLAĐENIM DETEKTOROM

FLIR termografske kamere nude širok spektar optimalnih rešenja. Uobičajena pitanja koja se postavljaju pri odabiru termografskih kamera su: Da li treba da koristim termografsku kameru sa hlađenim ili nehlăđenim detektorom? U čemu je

MICOM
merenjem do rešenja

Micom TM International d.o.o.
Bulevar vojvode Mišića 39a
11000 Beograd

www.micom.rs
info@micom.rs
011 3691 251



razlika? Koja kamera je efikasnija?

Na raspolaganju su FLIR

termografske kamere sa hlađenim ili nehladićem detektorima. Ove dve vrste termografskih kamera se razlikuju, pa je zbog toga potrebno odabrati odgovarajuću termografsku kameru zajedno sa dodatnom opremom.

TERMOGRAFSKE KAMERE SA HLAĐENIM DETEKTOROM

Ove kamere imaju detektor infracrvenog zračenja sa ugrađenim rashladnim motorom ili cryocoolerom. Cryocooler je uređaj koji ohladi detektor do kriogene temperature (cca -160° C). S obzirom da 60% infracrvenog zračenja, koje dolazi do detektora, ima izvor u samoj kameri, obavezno je hlađenje detektora, ukoliko treba smanjiti efekat toplotnog šuma ispod nivoa zračenja sa samog objekta. Tako se postiže visoka termička osetljivost, sve do 15 mK. Cryocool-eri su napravljeni od mehaničkih delova i medijuma za hlađenje (Helijum). Hlađene termografske kamere su termički najosetljivije i otkrivaju čak i najmanju temperaturnu razliku između objekata i medijuma. One poseduju detektore srednjih (MWIR) i dugih (LWIR) talasnih dužina infracrvenog spektra, gde je po zakonu fizike crnog tela najveći termički kontrast. Veći termički kontrast znači da zagrejani ili

ohlađeni objekat odstupa od okoline.

FLIR TERMOGRAFSKE KAMERE SA NEHLAĐENIM DETEKTOROM

Ove kamere imaju ugrađen detektor sastavljen od mikrobolomera, koji radi bez kriogenog hlađenja.

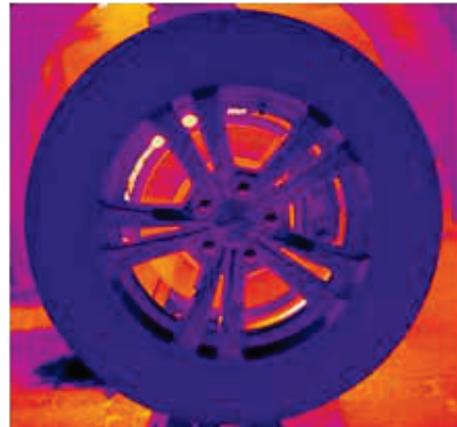
Mikrobolomer je manji otpor na silicijumskom elementu izrađen od vanadijum-oksida sa velikim temperaturnim koeficijentom, velikom površinom, malim toplotnim kapacitetom i dobrom termičkom izolacijom.

Temperaturne promene na meračima uzrokuju toplotnu radijaciju i posledično promenu temperature na bolometru. Ona se pretvara u električne signale, uz pomoć kojih nastaje termička slika na kameri. Mikrobolometri deluju u spektru infracrvenog zračenja od 8-14 µm, LWIR. U ovom delu spektra, većina objekata u prirodi odaje najveću količinu infracrvenog zračenja. Izrada ovih kamera je jednostavna, kamere imaju malo pokretnih delova, duži životni vek i jeftinije su od kamera sa hlađenim detektorima. Međutim, u metrološkom smislu, one imaju manje mogućnosti.

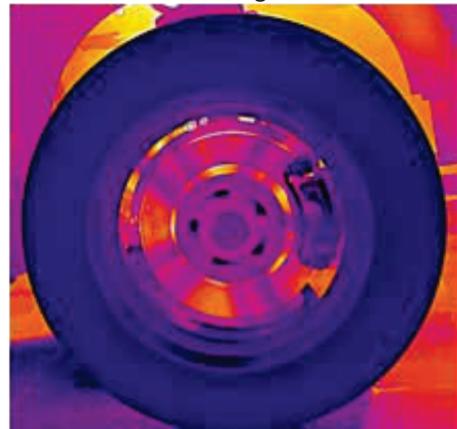
FLIR TERMOGRAFSKE KAMERE SA HLAĐENIM DETEKTOROM

Kakve su prednosti ovih termografskih kamera? Za šta se koristi takva kamera? To su

Slika 1



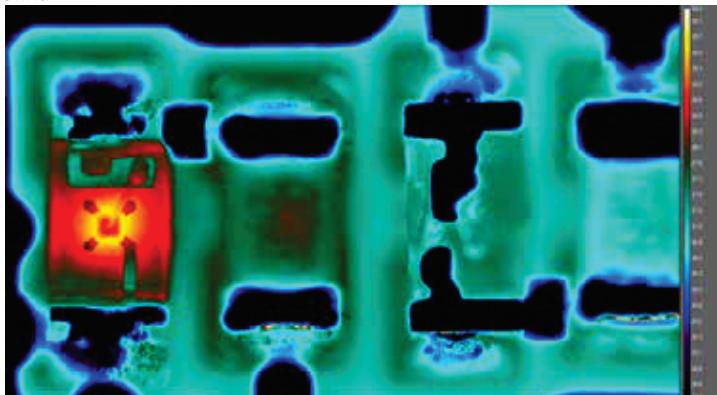
Snimak napravljen hlađenom termografskom kamerom



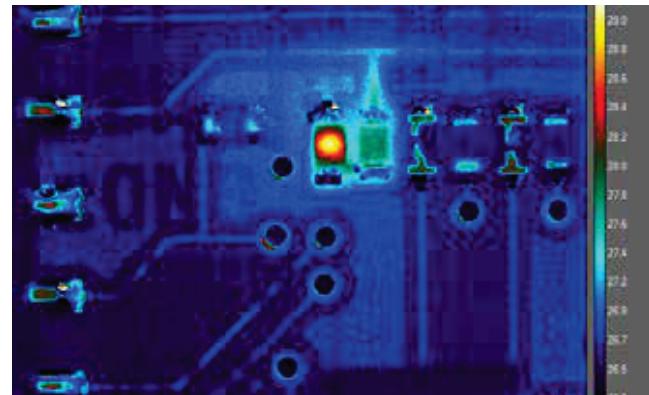
Snimak napravljen nehladićem termografskom kamerom

običajena pitanja, koja se javljaju pri odabiru ili raspravi o ovim kamerama. Najjednostavniji odgovor je: Zavisi od zahteva aplikacije. Ukoliko aplikacija zahteva sledeće:
-merenje minimalnih temperaturnih razlika
-veliki kvalitet slike

Slika 2



Snimak štampanog kola napravljen hlađenom termografskom kamerom



Snimak štampanog kola napravljen nehladićem termografskom kamerom



-merenje nad objektima koji se kreću ili rotiraju velikom brzinom
-merenje i vizuelizacija toplotnog profila veoma malih objekata u određenom spektru infracrvenog zračenja
-synchronizacija termografske kamere sa ostalim mernim uređajima ili sistemom,
onda je najprikladniji odabir kamera sa hlađenim detektorom.

BRZINA

Hlađene kamere imaju veliku brzinu uzorkovanja termografske slike u poređenju sa kamerama koje nisu hlađene. Velike brzine omogućavaju snimanje dinamičkih procesa u vremenskom intervalu od nekoliko mikrosekundi. Određeni modeli hlađenih kamera mogu snimiti više od 62.000 slika u sekundi. One se koriste u R&D aplikacijama, koje uključuju termičku i dinamičku analizu procesa: merenje toplotnog protoka na lopaticama turbina mlaznih motora, testiranje vazdušnih

jastuka u automobilskoj industriji, istraživanje uzroka eksplozije, NDT testiranje, merenje toplotne energije u mehaničkim testovima u proizvodnji, procesni inženjering, itd. Hlađene kamere imaju brz odziv. Njihova termografska slika je sastavljena od jednovremenih termičkih tačaka, za razliku od nehladijenih kamera čija se termička slika generiše linearno (linijski). Hlađene kamere snimaju termičke slike pokretnih objekata bez ometanja i zamućenja.

Slika 1 prikazuje dva infracrvena snimka rotirajućeg automobilskog točka pri brzini od 30 km/h. Gornji snimak je napravljen hlađenom termografskom kamerom. Na prvi pogled izgleda kao da se guma uopšte ne kreće, što je posledica brzog snimanja slike. Ovaj način snimanja optički zaustavlja točak. Nehlađena kamera sporije snima termičku sliku, pa se posledično javlja zamagljenost slike (donja slika). Apsolutna temperatura

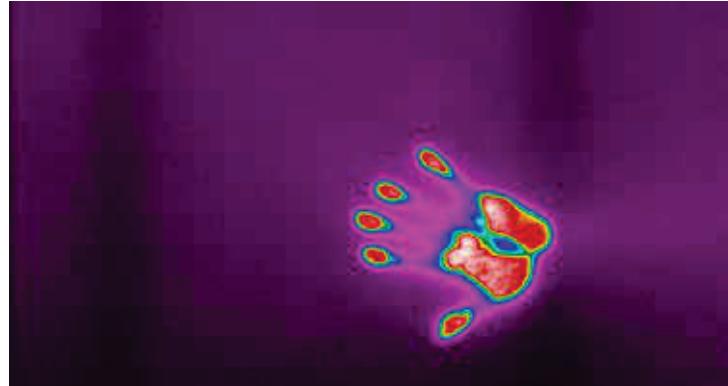
zamagljene slike se ne može izmeriti.

PROSTORNA REZOLUCIJA

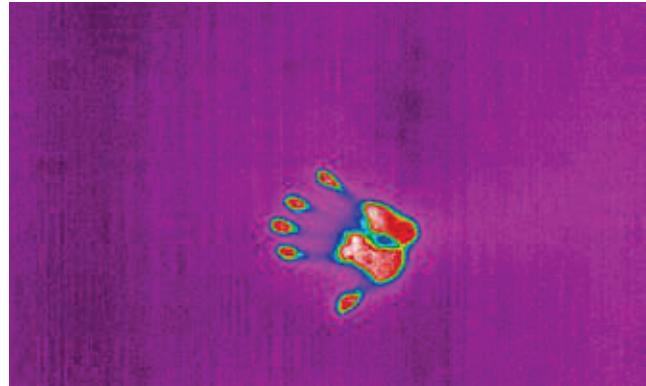
Hlađene kamere imaju veće mogućnosti optičkog uvećanja od nehladijenih kamera jer otkrivaju infracrveno zračenje u spektru kraćih talasnih dužina. One imaju veću temperaturnu osetljivost, pa se sočiva sa više optičkih elemenata ili debljim elementima mogu koristiti bez uticaja na odnos signal/šum, što omogućava bolje performanse uvećanja.

Termičke slike na slici 2 upoređuju najbolje uvećanje koje se može postići sa hlađenom i nehladijenom termografskom kamerom. Levi snimak je napravljen sa 4x optičkim uvećanjem (4x close-up) i 15 µm sočivom na hlađenoj kameri. Veličina svake termičke tačke je 3,5 µm. Desni snimak je napravljen sa 1x optičkim uvećanjem (1x close-up) i 25 µm sočivom na nehladijenoj kameri. Veličina termičke tačke je 25 µm.

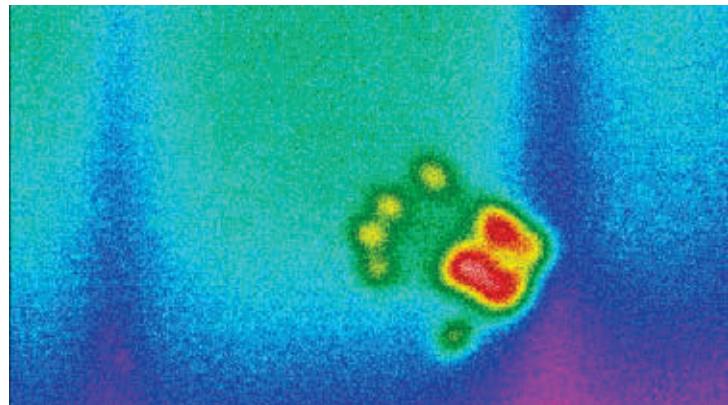
Slika 3



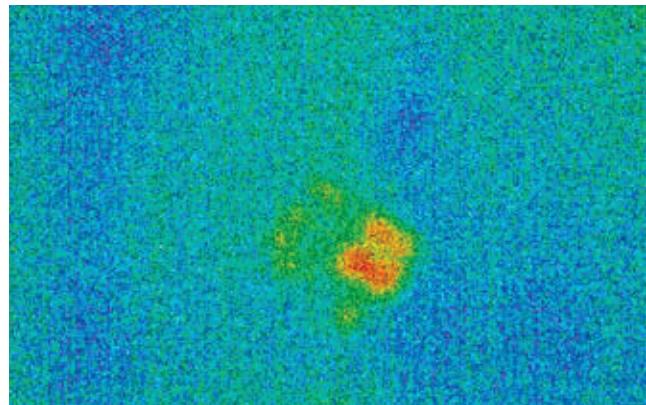
Snimak otiska šake napravljen hlađenom termografskom kamerom



Snimak otiska šake napravljen nehladijenom termografskom kamerom



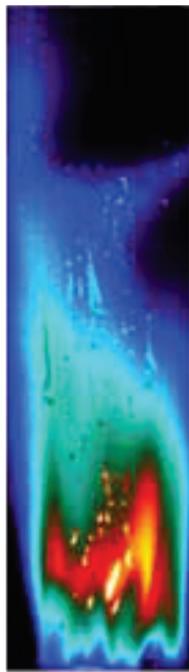
Snimak otiska šake napravljen hlađenom termografskom kamerom, nakon 2 minuta



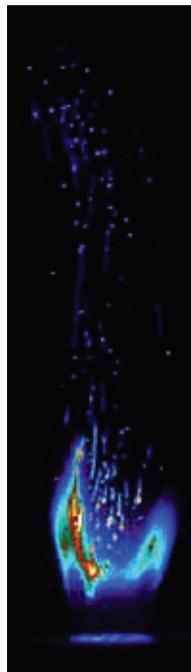
Snimak otiska šake napravljen nehladijenom termografskom kamerom, nakon 2 minuta



Slika 4

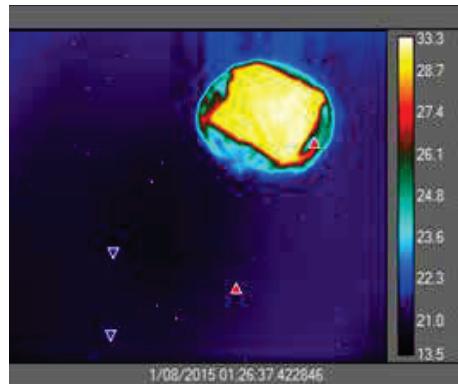


Termografski snimak plamena bez spektralnog filtra napravljen hlađenom termografskom kamerom



Termografski snimak plamena sa spektralnim filtrom napravljen hlađenom termografskom kamerom

Slika 5

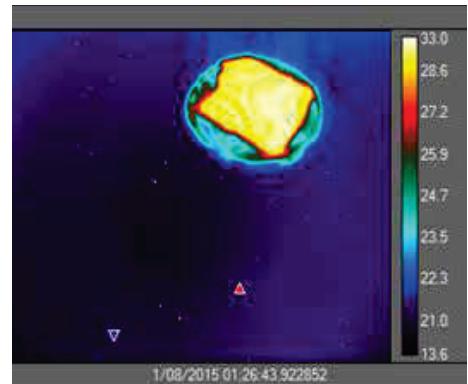


Uz pomoć funkcije okidanja, kamera će svaki put uhvatiti topli objekat (novčić) na istom mestu.

Prednost hlađenih kamera je mogućnost spektralnog filtriranja, uz pomoć koga je moguće otkriti detalje termičke slike. Tako detaljniju sliku nije moguće videti preko nehladijene kamere. Termički snimak na slici 4 je snimljen posebnim spektralnim filtrom, postavljenim iza optičkog sočiva, ili može biti integrisan u infracrveni detektor. To omogućava snimanje termičke slike kroz plamen. Koristi se za vizuelizaciju izgaranja čestica. Upotreba takvog filtra ograničava kameru na određenu talasnu dužinu na kojoj je plamen transparentan. To omogućava vizuelizaciju sagorevanja čestica. Prvi snimak je napravljen bez filtra i na njemu je moguće videti plamen. Drugi snimak je napravljen sa filtrom i na njemu je moguće videti sagorevanje čestica.

SINHRONIZACIJA

Sinhronizacija i okidanje su karakteristike koje su od posebne važnosti kada se snimaju događaji velike brzine i termičke osetljivosti. Hlađene kamere omogućavaju snimanje svih tačaka istovremeno. Ovo je posebno važno kada posmatrate objekat koji se pomera ili rotira velikom brzinom. U ovom slučaju, slika napravljena nehladijonom kamerom bi bila zamućena. Termički snimak na slici 5 predstavlja primer gde kovanica pada na zemlju. Ovde dolazi do izražaja prednost



1/08/2015 01:26:43.922852

okidanja. Ako kovanicu bacimo dva puta, uz pomoć hlađene kamere, moguće je snimiti njen pad u gotovo istom trenutku. Sa nehladijonom kamerom tako nešto nije moguće postići, a ako ipak budete imali sreće, slika će biti zamućena.

TERMOGRAFSKE KAMERE FLIR

FLIR ima u svom prodajnom programu nekoliko hlađenih termografskih kamera: A6750SC, A8300SC, SC6000, SC7000, SC8000, X6000SC i X8000SC ultra-brzih i ultra-osetljivih karakteristika u srednjim (MWIR) i dugim (LWIR) talasnim dužinama. Model FLIR A6250SC poseduje detektor kraće talasne dužine (NIR). Kamere imaju napredne karakteristike merenja i podešavanja, širok izbor temperaturnih opsega i koriste se za posmatranje pojave velike brzine, malih promena temperature, multispektralne analize i merenje objekata mikroskopske veličine. Pored hlađenih kamera, FLIR nudi i nehladijene kamere za potrebe R&D aplikacija. Od osnovnih kompleta do FLIR 1020, nehladijene termografske kamere imaju najveću IR rezoluciju od 1024x768. Takođe je dostupan i širok izbor dodatne opreme: makro sočiva, uža i šira sočiva i softver FLIR RESEARCH IR u različitim verzijama.

TEMPERATURNA OSETLJIVOST

Često je teško u potpunosti proceniti prednost koju nudi poboljšana osetljivost hlađenih termičkih kamera. Kako proceniti i primetiti razliku između nehladijene kamere sa osetljivošću od 50 mK i hlađene kamere koja ima osetljivost od 20 mK? Praktični primer su četiri termička snimka na slici 3. Prve dve slike pokazuju otisak šake odmah nakon pomeranja ruke. Donja dva snimka su nastala nakon 2 minuta. Vidi se da nakon dva minuta, hlađena kamera i dalje pokazuje trag šake. Nehladijena kamera pokazuje samo delove otiska. Kako vreme prolazi, detalji se i dalje dobro vide na slici napravljenoj na hlađenoj kameri.

Najdetaljnije termičke anomalije su vidljive.

SPEKTRALNO FILTRIRANJE

