

راهنمای جامع

بازرسی ترموگرافی در صنایع

www.ketab.ir

نویسنده: مهندس احمد کندي

شرکت فرا پایش باختر

سرشناسه	: کندی، احمد، ۱۳۵۶ kandi, ahmad
عنوان و نام پدیدآور	: راهنمای جامع بازرسی ترموگرافی در صنایع / نویسنده احمد کندی.
مشخصات نشر	: تهران: نشر آباژور، ۱۴۰۳.
مشخصات ظاهری	: ۳۰۰ ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۸۲۴۸-۵۹-۲
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: دمانگاری - کاربردهای صنعتی Thermography - Industrial applications تصویربرداری مادون قرمز - کاربردهای صنعتی Infrared imaging - Industrial applications
رده بندی کنگره	: TA1570
رده بندی دیویی	: ۳۶۲/۶۲۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۷۱۳۹۳۶
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیپا

راهنمای جامع بازرسی ترموگرافی در صنایع

نویسنده: احمد کندی

ناشر: آباژور

صفحه آرایشی: چاپ نوین نگر

سال و نوبت چاپ: چاپ اول تابستان ۱۴۰۳

شمارگان: ۵۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۸۲۴۸-۵۹-۲

قیمت: ۷۵۰۰۰۰ تومان

توجه:

به موجب ماده ۵ قانون حمایت از حقوق مولفان، مصنفان، و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸/۱۰/۱۱ کلیه حقوق این کتاب برای شرکت صنعت آموز نوین پارسی (پارسی تک) و مولف محفوظ می باشد و هیچ شخص حقیقی یا حقوقی حق استفاده از آن را ندارد و متخلفین به موجب این قانون تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

چاپ: نوین نگر

پیشگفتار	۱۱
فصل اول: مروری بر نکات کاربردی و منابع مهم خطا در بازرسی ترموگرافی	۱۷
۱. تنظیمات دوربین ترموگرافی	۱۸
۲. TEMPERATURE RANGE یا رنج دما:	۱۹
۳. TEMPERATURE SPAN یا محدوده دما:	۲۱
۴. TEMPERATURE LEVEL یا سطح دما:	۲۴
۵. برخی نکات مهم قبل از ثبت تصویر ترموگرام:	۲۴
۶. بالا بودن دمای محیط (HIGH AMB. TEMP.) و تأثیر آن در بازرسی ترموگرافی	۳۱
۷. انعکاس یا REFLECTION	۳۴
انعکاس در ترموگرافی تجهیزات الکتریکی	۳۴
۸. بهره‌گیری از اثر انعکاس به‌عنوان یک عامل کمک‌کننده در ترموگرافی	۳۹
۹. منابع انعکاس در ترموگرافی تجهیزات مکانیکی و فرآیندی	۴۱
۱۰. مقایسه عکس‌العمل دوربین‌های طول‌موج کوتاه (SHORT WAVE) و دوربین‌های طول‌موج بلند (LONG WAVE)	۴۸
در شرایط انعکاس	۴۸
نرم‌افزارهای تحلیل تصاویر ترموگرافی و معرفی ابزارهای پرکاربرد در تحلیل تصاویر	۵۴
ابزار Min: Temp °C و Max: Temp °C	۵۵
انتخاب هر نقطه دلخواه بر روی تصویر برای مشخص کردن دمای آن نقطه	۵۵
ابزار Area یا ناحیه	۵۶
ابزار دایره یا Circle	۵۹
ابزار رسم خط یا Line Profile	۶۰
ابزار چندضلعی نامنظم یا Polygon	۶۱
تعیین اختلاف دمای دو نقطه با ابزار TΔ	۶۴
منحنی ایزوترم	۶۵
ارزیابی ترموویژن ساختمان‌ها	۶۶
مشکلات عایقی و فرار هوا در ساختمان‌ها	۶۸
تشخیص موارد نفوذ رطوبت به زیر سطح عایق بام ساختمان‌ها	۷۲
سیستم‌های گرمایش از کف	۷۳
بازرسی ترموگرافی تجهیزات الکتریکی	۷۶

فصل دوم: نکات کلیدی در انجام یک بازرسی دقیق و موفقیت آمیز ۷۵

۷۷	پیکربندی عمومی در پانل ها و تابلوهای الکتریکی
۸۱	ترموگرافی تجهیزات پست های توزیع
۸۶	باس بارها (BUSBAR) و باس داکت ها (BUSDUCKT)
۹۲	بازرسی ترموگرافی تجهیزات داخل MCC (MOTOR CONTROL CENTER)
۹۶	فیوزها و نکات مهم در حین ترموگرافی آن ها
۱۰۴	ترمینال ها
۱۰۷	سکسیونرها
۱۰۹	بریکرها
۱۱۱	بریکر ورودی (Incoming) یک سوئیچگیر 6.6 KV از نمای روبرو
۱۱۴	تجهیزات و اتصالات هوایی خطوط انتقال و توزیع نیروی برق
۱۱۶	ملاحظات مورد نیاز در ترموگرافی تجهیزات خطوط انتقال و توزیع
۱۱۶	اثر حرارتی تابش خورشید یا Thermal Loading
۱۱۸	وزش باد و اثر آن در ترموگرافی تجهیزات Outdoor
۱۲۰	ایزولاتورها (کلیدهای قطع و وصل)
۱۲۵	ارزیابی و تشخیص عیوب داخلی در برخی از تجهیزات الکتریکی
۱۲۷	ارزیابی و تشخیص عیوب ناشی از مشکلات نصب و مونتاژ تجهیزات الکتریکی
۱۳۰	عکس العمل مناسب در هنگام مواجهه با موارد خاص ترموگرافی تجهیزات الکتریکی
۱۳۳	هارمونیک ها و اثر آن ها در مدارات و تجهیزات الکتریکی
۱۳۵	محدودیت های دسترسی و حفاظت های اینترلاک (INTERLOCK PROTECTION)
۱۴۲	ارزیابی تجهیزات جانبی (تابلوها و تجهیزات پراکنده در نقاط مختلف یک مجتمع صنعتی)
۱۴۴	ترموگرافی تجهیزات الکترونیک قدرت
۱۴۵	موضوع تهویه در تابلوهای الکتریکی
۱۴۹	ترموگرافی باتری ها
۱۵۲	بررسی وضعیت تهویه در الکتروموتورها
۱۵۴	بررسی وجود اضافه بار در الکتروموتورها
۱۵۷	ترموگرافی زغال ها (BRUSH) در ماشین های الکتریکی
۱۵۹	ترموگرافی ترانسفورماتورهای روغنی
۱۶۵	ترموگرافی ترانس های خشک
۱۶۸	تأثیر زمان (OPERATION TIME) و میزان بار (LOAD) در نتایج ترموگرافی
۱۷۲	ارزیابی سیستم های HEAT TRACING
۱۷۳	ترموگرافی تجهیزات الکتریکی از پشت فنس و توری
۱۷۷	در اینجا بر روی پس زمینه (اتصالات سه فاز) فوکوس شده است

۱۷۹.....	فصل سوم: بازرسی ترموگرافی تجهیزات مکانیکی
۱۸۰.....	مقدمه
۱۸۱.....	ترموگرافی الکتروموتورها
۱۸۱.....	بررسی وجود اضافه بار یا Over Load از دیدگاه ترموویژن
۱۸۳.....	تهویه یا Ventilation
۱۸۸.....	مشکلات مکانیکی الکتروموتورها
۱۸۸.....	مشکلات ناشی از نصب غیراصولی
۱۹۰.....	آلودگی یا Contamination
۱۹۲.....	سیستم‌های انتقال دور
۱۹۲.....	تسمه‌ها و پولی‌ها
۱۹۷.....	ترموگرافی هوزینگ بیرینگ‌ها و یاتاقان‌های کوچک و بزرگ
۱۹۷.....	ترموگرافی بیرینگ‌های غلتشی ROLLING BEARING THERMAL IMAGING
۲۰۰.....	ترموگرافی کمپرسورها
۲۰۴.....	ترموگرافی بلورها (BLOWERS)
۲۰۶.....	ترموگرافی فن‌ها
۲۰۹.....	ترموگرافی پمپ‌ها
۲۱۱.....	ترموگرافی گیربکس‌ها
۲۱۳.....	ترموگرافی سیستم‌های انتقال مواد (تسمه‌ها و نوارها)
۲۱۵.....	فصل چهارم: ترموگرافی تجهیزات فرآیندی
۲۱۹.....	محاسبات تلفات انرژی (مثال شماره یک: آسیب در پوشش عایق رفرکتوری)
۲۲۱.....	محاسبات تلفات انرژی (مثال شماره دو: ناقص بودن پوشش عایق پایپینگ در خطوط انتقال بخار)
۲۲۲.....	ارزیابی سطح مخازن حاوی سیالات
۲۲۷.....	ارزیابی سیستم‌ها و فرآیندها
۲۳۱.....	ترموگرافی کوره‌های ذوب فلزات
۲۳۳.....	فصل پنجم: مونتاژ تصاویر ترموگرافی
۲۳۷.....	کاربردهای گوناگون ترموگرافی در صنعت
۲۳۷.....	۱. تشخیص وجود نشتی داخلی (Passing) در والو Change Over فیلترهای دوقلوی روغن
۲۳۸.....	۲. تشخیص کاهش ضخامت در زانویی لاین انتقال اسیدسولفوریک
۲۳۹.....	۳. تشخیص وضعیت غیرعادی در کمپرسور آمونیاک
۲۴۰.....	۴. ارزیابی وضعیت اجزاء داخلی آسیاب‌های دوار Ball Mill
۲۴۲.....	۵. تشخیص آسیب در عایق بدنه کوره‌های فرآوری و ذوب فلزات
۲۴۳.....	۶. کاربرد ترموگرافی در ارزیابی سلامت آثار و بناهای باستانی
۲۴۵.....	۷. پایش وضعیت و نگهداری پانل‌ها در نیروگاه‌های خورشیدی
۲۴۹.....	۸. تشخیص رسوب در لوله‌های انتقال سیالات دوفازی (دوغاب، گاز و غبار و...)

۲۵۱.....	۹. استفاده از ترموگرافی در پروژه‌های R&D
۲۵۶.....	۱۰. استفاده از روش ترموگرافی در علوم پزشکی - ورزشی
۲۵۷.....	چشم‌انداز پیش رو و آینده ترموگرافی
۲۵۸.....	آسیب‌شناسی برنامه‌های پایش وضعیت
۲۵۸.....	۱. عدم به کارگیری CM به صورت برنامه جامع نت و انجام کار به صورت موردی
۲۵۸.....	۲. فقدان جایگاه و ارتباطات سازمانی مناسب
۲۵۹.....	۳. انتظارات غیرواقع‌بینانه از ظرفیت و قابلیت CM
۲۵۹.....	۴. عدم تعریف و اولویت‌بندی اهداف و انتظارات مشخص
۲۶۰.....	۵. عدم برنامه‌ریزی و اجرای دقیق دستورالعمل‌های CM
۲۶۰.....	۶. عدم دسترسی و یا عدم به کارگیری همه تکنیک‌ها و ابزارهای موردنیاز CM
۲۶۱.....	۷. ترویج و استفاده از روش‌های غیراستاندارد/غیرعلمی و ناکارآمد
۲۶۱.....	۸. عدم برنامه‌ریزی و پیش‌بینی دوره‌های آموزش و ارتقاء تجربه
۲۶۲.....	۹. عدم به کارگیری سیستم جامع مکانیزه و ثبت/گردش مناسب اطلاعات
۲۶۲.....	۱۰. عدم دسترسی به اطلاعات و منابع فنی لازم و توصیه‌های سازنده ماشین‌ها
۲۶۵.....	ضمائم
۲۶۸.....	سخن آخر

کتابی که در دست دارید درواقع ادامه مباحث ارائه شده در کتاب قبلی این جانب با عنوان «مقدمه‌ای بر اصول و مبانی بازرسی ترموگرافی در صنایع» است که در اسفندماه ۱۳۹۹ به چاپ رسید. برای انتخاب مطالب و مفاهیم ارائه شده در این کتاب، فرض بر این است که خوانندگان گرمی با مباحث ارائه شده در دوره سطح یک بازرسی ترموگرافی مطابق با سرفصل استاندارد 7- ISO 18436 آشنایی داشته و دوره مذکور را با مؤسسات معتبر با موفقیت طی نموده‌اند. علاوه بر این، انتظار می‌رود که خوانندگان این کتاب، توانایی کار با دوربین‌های ترموویژن و سابقه انجام ترموگرافی و تحلیل برخی عیوب متداول را نیز داشته باشند. مطالب و محتوای هر دو کتاب (کتاب قبلی و کتاب حاضر) با دیدگاه پایش وضعیت، عیب‌یابی و نگهداری تجهیزات صنعتی تدوین شده و سعی شده تا ارائه مثال‌ها و تشریح محتوا به گونه‌ای باشد که برای کارشناسان و تکنسین‌های پایش وضعیت و نگهداری واحدهای صنعتی، ملموس و قابل فهم باشد. به همین دلیل قالب کلی کتاب، عمدتاً بر اساس چارچوب استاندارد:

ISO 18436 CONDITION MONITORING AND DIAGNOSTICS OF MACHINE ناشی از کمبود منابع موردنظر در استاندارد مذکور با ارائه مثال‌ها و نمونه‌های واقعی (Case Study) حاصل از سال‌ها انجام بازرسی ترموگرافی در صنایع توسط نگارنده، برطرف گردد. این کتاب علاوه بر اینکه به بسیاری از پرسش‌های ترموگرافرها با تجربه پاسخ می‌دهد، برای افراد تازه‌کار نیز می‌تواند منبع و مرجع مناسبی برای افزایش دانش ترموگرافی باشد. می‌توان گفت که عمده‌ترین کاربردهای ترموگرافی در حیطه فنی مهندسی و ساختمان است. در سراسر مطالب و محتوای این کتاب که حاصل سال‌ها تجربه و انجام بازرسی در صنایع مختلف است، سعی شده تا دانش بازرسان ترموگرافی را در زمینه‌ی عیب‌یابی و پایش وضعیت تجهیزات صنعتی توسعه داده و مهارت ایشان را در تحلیل و تفسیر نتایج بازرسی، ارتقاء بخشیم.

در فصل اول: ترموگرافرها با پتانسیل‌های خطا و موضوعات مهم در کاربری و استفاده از دوربین ترموگرافی آشنا می‌شوند؛ سپس نکات مهم در انجام یک بازرسی دقیق و بدون خطا تشریح می‌گردد.

در فصل دوم و سوم و چهارم: انجام بازرسی ترموگرافی در صنایع مختلف همراه با مثال‌های واقعی تشریح می‌گردد. همچنین مسائل مهمی که ممکن است ترموگرافر در حین انجام این بازرسی‌ها با آن مواجه شود بیان می‌شوند.

در فصل پنجم: از روش مونتاژ تصاویر ترموگرافی نمونه‌ای ارائه شده و موارد ده‌گانه‌ای از کاربردهای مختلف ترموگرافی در قالب مطالعات موردی و نمونه‌های واقعی (Case Study) تشریح و تفسیر می‌گردد. با نیم‌نگاهی به آینده ترموگرافی، موضوع آسیب‌شناسی برنامه‌های پایش وضعیت، بخصوص پایش حرارتی در تجهیزات صنعتی موردبحث قرار گرفته و برخی موارد مهم که موجب آسیب دیدن برنامه‌های پایش وضعیت می‌شوند به‌طور خلاصه تشریح می‌شوند.

یادآوری: به‌جز مواردی که به‌طور شفاف به آن‌ها اشاره شده، تمام تصاویر درج شده در سراسر متن کتاب با دوربین‌های با طول موج بلند گرفته شده‌اند.

هفت معیار اصلی و اساسی در بازرسی ترموگرافی وجود دارد که بایستی همیشه مدنظر ترموگرافرها قرار داشته باشد. این چهار معیار عبارت‌اند از:

۱. مهم‌ترین اصل در بازرسی از تجهیزاتی که در حال کار هستند، اصل رعایت نکات ایمنی است. در صورت عدم رعایت نکات ایمنی، حوادث و خطرات مختلفی در کمین بازرسان است؛ بنابراین انجام کار در شرایط ناایمن به هیچ‌وجه توصیه نمی‌شود. عواقب ناشی از عدم رعایت نکات ایمنی، در وهله اول متوجه بازرسان است و بایستی در خصوص انجام کار در شرایط ناایمن پاسخگو باشند.

۲. بر اساس نیاز و نوع بازرسی و ماهیت عملکرد تجهیزات تحت ارزیابی، ممکن است شرایط محیطی و الزامات ایمنی تغییر نماید.

۳. متناسب بودن ابزار بازرسی (دوربین ترموگرافی با طول موج بلند یا کوتاه) با شرایط دمایی تجهیزات و سطوح بازرسی ضروری است.

۴. همواره بایستی مقداری اختلاف دما بین سطح یا نقطه موردنظر با محیط پیرامون یا پس‌زمینه، جهت ارزیابی وجود داشته باشد. در ترموگرافی تجهیزات صنعتی، این بدان معناست که تجهیز بایستی در وضعیت روشن یا On و در شرایط بهره‌برداری عادی یا Normal Operation قرار داشته باشد. در برخی شرایط مانند انجام بازرسی از بدنه ساختمان‌ها یا سطح مخازن سیالات در محیط‌های باز یا Outdoor می‌توان از انرژی حرارتی خورشید برای رسیدن به اختلاف دمای مورد نیاز استفاده نمود.

۵. شناسایی محدودیت‌های موجود جهت انجام بازرسی ضروری است. حفاظت‌های روی برخی تجهیزات الکتریکی، محدودیت‌های دسترسی به برخی تجهیزات مکانیکی و محدودیت‌های ایمنی از جمله این موارد هستند که ممکن است شرایط بازرسی و نتایج آن را تحت تأثیر قرار دهند.

۶. ترموگرافر شخصاً مجاز به باز نمودن درب‌ها، برداشتن کاورها و حفاظ‌ها نمی‌باشد.

۷. برای انجام بازرسی‌های جامع و طولانی‌مدت، همواره بایستی یک نفر همراه ترموگرافر باشد. ورود به محوطه‌های خاص، حتماً بایستی با هماهنگی باشد و ورود به این محوطه‌ها و انجام بازرسی به‌تنهایی مجاز نمی‌باشد.