

تست‌های

غیرمخرب در

تجهیزات



بررسی تست های غیر مخرب (NDT) در تجهیزات

سیستم های قدرت



اتلک بنحف
و

صفحه	عنوان
1	چکیده
	فصل اول ارتباط پایداری شبکه قدرت با عملکرد صحیح تجهیزات
2	1
4	2-1 تجزیه وتحلیل تجهیزات در شبکه های توزیع. فوق توزیع وانتقال
4	1-2-1 کلیدهای قدرت
	2-2-1 اشکالاتی که ممکن است باعث عدم عملکرد صحیح کلیدها شود
	5
	3-2-1 اشکالاتی ناشی از عدم عملکرد صحیح کلیدها
	5
	4-2-1 عوامل موثر در میزان تاثیر عملکرد کلیدهای قدرت بر پایداری سیستم
	6
	5-2-1 خصوصیات عمده ومهمی که کلیدهای قدرت باید دارا باشند
	6
	6-2-1 تقسیم بندی کلیدهای فشار قوی بر حسب وظیفه ای که دارند
	6
7	7-2-1 انواع کلیدهای قدرت
	8-2-1 انتخاب کلیدهای فشارقوی
	7

- 7 1-8-2-1 انتخاب کلیدهای فشار قوی برحسب مشخصات نامی
- 8 2-8-2-1 انتخاب کلیدهای فشار قوی برحسب وظیفه قطع و وصل
- 8 9-2-1 سکسیونر و کلید زمین و کلید ویژه تخلیه بار الکتریکی
- 9 10-2-1 کلید زمین
- 11-2-1 کلید مخصوص تخلیه بار الکتریکی
- 9
- 10 12-2-1 فیوز
- 13-2-1 کلید بار
- 10
- 11 14-2-1 سکسیونر قابل قطع زیر بار
- 13 15-2-1 انواع و موارد استفاده ترانسفورماتورها
- 15 فصل دوم ضرورت بازرسی و روشهای مختلف بازمینی
- 15 1-2 مقدمه
- 2-2 روشهای مختلف بازمینی و بازرسی فنی

19	فصل سوم بررسی سیستمهای مختلف آزمون های غیر مخرب
19	1-3 مقدمه
19	2-3 تکنیک بازرسی بامایع نافذ
20	1-2-3 اصول بازرسی بامایع نافذ
20	1-1-2-3 آماده سازی قطعه
20	2-1-2-3 استعمال مایع نافذ
	3-1-2-3 تمییز کردن مایع اضافی
	20
	4-1-2-3 ظهور
	21
21	5-1-2-3 مشاهده و بازرسی
21	2-2-3 ویژگیهای يك مایع نافذ
23	3-2-3 مزایا ومحدودیت ها و دامنه کاربرد تکنیک بازرسی بامایع نافذ
23	3-3 سیستم بازرسی با ذرات مغناطیسی
25	1-3-3 مغناطیسی کردن قطعات
26	2-3-3 آشکار سازی عیب بوسیله ذرات مغناطیسی
27	3-3-3 مزایا ومحدودیت ها و دامنه کاربرد تکنیک بازرسی با ذرات مغناطیسی
	4-3 سیستم بازرسی با جریان فوکو

	1-4-3 ساختمان سیم پیچ ها	
		29
	2-4-3 انواع مدارهای سیم پیچی جریان های گردابی	
		30
31	1-2-4-3 شبکه پل	
31	2-2-2-3 مدارهای تشدید	
	5-3 سیستم بازرسی با رادیو گرافی	
		32
	1-5-3 برخی از محدودیت های استفاده از سیستم رادیو گرافی	
		32
33	2-5-3 اصول استفاده از سیستم رادیوگرافی	
	6-3 سیستم ترمو گرافی	
		34
35	فصل چهارم بررسی سیستمهای ترموگرافیک در تست تجهیزات شبکه قدرت	
35	1-4 مقدمه	
35	2-4 تاریخچه عکس های حرارتی مادون قرمز	
36	3-4 طیف اشعه مادون قرمز	
38	4-4 اصول و نحوه کار سیستمهای ترموگرافیک	
	5-4 استفاده از عکسهای حرارتی در برنامه تعمیراتی تجهیزات	
		39

فصل پنجم بررسی و تعیین نقاط معیوب تجهیزات با استفاده از ترموگرافی

40

40 1-5 مقدمه

41 2-5 اولویت های تعمیرات برحسب دمای اضافی

42 3-5 عوامل مشکل زا در تعیین درجه حرارت اضافی

45 4-5 نمونه هایی از عکس های حرارتی

48 فصل ششم دوربین کرونا

48 1-6 مقدمه

49 2-6 کرونا

51 3-6 دوربین کرونا

53 4-6 ساختار عملیاتی دوربینهای کرونا

55 5-6 کاربرد دوربین های کرونا

55 1-5-6 بازدید زمینی خطوط انتقال نیرو

62 2-5-6 بازدیدهای پریودیک تجهیزات پست های فشار قوی

62 3-5-6 بازدیدهای پریودیک شبکه های توزیع

64 4-5-6 بازدیدهای هلیکوپتری خطوط انتقال نیرو

فصل هفتم بررسی روغن ترانسفورماتور و روشهای بازرسی آن

78

78 1-7 مقدمه

72 2-7 عایق روغن

75 3-7 آزمایشات روغن

75 2-3-7 رطوبت

76 3-3-7 ویسکوزیته

4-3-7 کشش بین سطحی

76

77 5-3-7 عدد اسیدی کل

77 6-3-7 نقطه اشتعال

78 فصل هشتم گاز کارماتوگرافی

78 1-8 مقدمه

78 2-8 گاز کارماتوگرافی

3-8 آنالیز نتایج حاصل از گاز کارماتوگرافی

78

80 1-3-8 روش دورنبرگ

85	نتیجه گیری و پیشنهادات
86	اختصارات
87	واژه نامه
89	مراجع

ABSTRACT

چکیده

با استفاده از اصول بسیار معروف فیزیکی تعدادی سیستم بازرسی غیر چشمی ابداع شده که می تواند اطلاعاتی از کیفیت قطعات يك تجهیز فراهم آورد ، درحالی که

تغییری یا آسیبی به قطعه یا دستگاه مورد آزمایش وارد نسازند ، سیستمهای N.D.T نامیده می شود .

هریک از سیستمهای بازرسی متحمل هزینه است ، اما اغلب استفاده موثر از

بکارگیری

تکنیکهای بازرسی مناسب موجب صرفه جوییهای مالی قابل ملاحظه ای خواهدشد. نه فقط نوع بازرسی بلکه مراحل به کارگیری آن نیز مهم است.

دراین پایان به بررسی و تشریح انواع تستهای غیر مخرب ومزیای و محدودیتهای آنها و بکارگیری آنها در سیستم قدرت پرداخته شده است.

کلمات کلیدی:

N.D.T ، مایع نافذ ، ذره مغناطیسی ، جریان های گردابی ، رادیو کرافی ، ترموگرافی ،

فصل اول

ارتباط پایداری شبکه با عملکرد صحیح تجهیزات

مقدمه 1-1

در این فصل به بررسی تاثیر عملکرد صحیح تجهیزات بر پایداری سیستم قدرت پرداخته شده است برای این منظور در ابتدا ماسله پایداری سیستم قدرت به عنوان مقدمه ای برای این بخش مورد بررسی قرار گرفته است.

تمایل سیستم قدرت برای ایجاد نیروهای بازیابی برابر یا بیشتر از نیروهای اختلال وارد شده به آن ، به منظور نگهداری حالت تعادل سیستم را پایداری می گویند. اگر نیروهایی که سعی دارند ماشین ها را با یکدیگر در حالت همگام synchronous حفظ نمایند به قدر کافی بزرگ باشند تا بر نیروهای اختلال غلبه کنند، سیستم پایدار (در حالت همگام) باقی میماند. مساله پایداری به رفتار ماشین های سنکرون پس از رخداد يك اختلال مربوط می شود ، به عبارت دیگر پایداری سیستم قدرت، خاصیتی از سیستم است ، که به ماشین های سنکرون سیستم توانایی میدهد تا به اختلال در وضعیت کار عادی پاسخ دهند و در وضعیت جدیدی به کار عادی خود باز گردند.

مسائل پایداری بسته به ماهیت و وضعیت اختلال معمولاً بر دو نوع اصلی تقسیم می شود:

* بررسی پایداری درحالت مانا Steady state stability

* بررسی پایداری درحالت گذرا Transient stability

پایداری مانا (ماندگار) به توانایی سیستم قدرت در بازگرداندن همگامی پس از رخداد اختلال های کوچک وکند مثل تغییرات تدریجی توان اطلاق میگردد. حالت توسعه یافته پایداری ماندگار پویا (دینامیکی) Dynamjic stability نامیده می شود. پایداری پویا مربوط به اختلال های کوچک برای مدت زمان طولانی با منظور کردن وسایل کنترل خود کار می باشد

امروزه بررسی پایداری حالت گذرا، راه تحلیلی اصلی برای بررسی رفتار پ.یای الکترو دینامیکی سیستم قدرت است. مطالعات پایداری گذرا با اثرات اختلال های بزرگ و ناگهانی مانند وقوع یکخطا، خروج ناگهانی یک خط ورود یا خروج ناگهانی بارها سرو کار دارد.

به بیان دیگر هدف بررسی های حالت گذرا، تعیین این است که آیا سیستم به دنبال اختلالهای بزرگی نظیر اتصالیهای سیستم انتقال تغییرهای ناگهانی بار، ازکار افتادن واحدهای تولید، یا کلید زنی خط، سنکرون خواهد ماند یا نه.

مطالعات پایداری گذرا برای اطمینان از توانایی تحمل سیستم قدرت در مقابل شرایط گذرا پس از رخداد یکاختلال عمده ضروری است . بهنگام طراحی تجهیزات تولید و انتقال جدید چنین مطالعاتی اجتناب ناپذیر است . این مطالعات برایتعیین پارامترهایی مانند

نوع رله گذاری موردنیاز ، زمان بحرانی رفع خطای مدار شکن ها و تعیین سطح وتاژ سیستم و قابلیت انتقال توان بین سیستم ها مفید است .

هدف همه بررسی ها یبایداری تعییناین است که آیا روتور ماشین های اختلال یافته به کارکرد سرعت ثابت باز می گردند یا نه . مسلما این بدان معنا است که سرعت روتورها باید حداقل بطور موقت از سرعت همزمان ، منحرف شده باشد.

در حالت کارعادی سیستم ، موقعیت نسبی محور روتور و محور میدانمغناطیسی منتهی ثابت است . زاویه این دو محور ، زاویه توان Power angle یا زاویه گشتاور Torque angle نامیده می‌شود.

در حین هراختلال شتاب روتور نسبت به mmf فاصله هوایی که با سرعت سنکرون می چرخد کاهش یا افزایش یافته وحرکتنسبی آغاز می شود. معامله ای که این حرکت نسبی را بیان می کند معادله نوسان swing equation نامیده می شود.

اگر پس از دوره نوسانی سرعت روتور به سرعت سنکرون برگردد ژنراتور پایدار خواهد ماند . در صورتی که بر اثر اختلال ایجاد شده مجموع تغییرات توان صفر شود ، روتور به

اولیه خودباز خواهد گشت
موقعیت. اگر اختلال به خاطر تغییر در تولید یا تغییر در بار

یا شرایط شبکهایجاد شود ، روتور به يك زاویه توان جدید نسبت به میدان دوار

سیستم قدرت امروزی شبکه ای به هم پیوسته و پیچیده است که می توان آن را به چهار قسمت اصلی تقسیم نمود که عبارتند از : تولید ، انتقال و فوق توزیع ، توزیع ، بار .

در فصل اول این پایان نامه به تجزیه و تحلیل تجهیزات در شبکه های توزیع ، فوق توزیع و انتقال پرداخته شده تا ارتباط پایداری شبکه با عملکرد صحیح تجهیزات روشن شود.

1-2 تجزیه و تحلیل تجهیزات در شبکه های توزیع ، فوق توزیع و انتقال

علاوه بر ژنراتورها ، ترانسفورماتورها و خطوط انتقال ، وسایل دیگری نیز برای حفاظت و بهره برداری مناسب سیستم قدرت مورد نیاز هستند . برخی از وسایل حفاظتی که به طور مستقیم به مدارها متصل هستند کلید افزار Switchgear نامیده می شوند . اینها شامل ترانسفورماتورهای اندازه گیری ، مدار شکنها (کلیدهای فشار قوی Circuit breaker یا دیژنکتورها) و کلیدهای قطع (سکسیونرها) فیوزها و برقگیرها Lighting arrester هستند این وسایل برای بدون برق کردن یا قطع مدارها تحت شرایط بهره برداری عادی یا در زمان وقوع خطا بکار می روند. در این قسمت توضیحاتی اجمالی در مورد تجهیزات مذکور آورده شده است.

1-2-1 کلیدهای قدرت

دریك پست فشار قوی کلید قدرت تقریباً یکی از اساسی ترین اجزای آن می باشد. کلید قدرت نقش اصلی در قطع و وصل کردن و وارد و خارج کردن و مصرف کننده ها و

خطوط انتقال در شبکه ر به عهده دارند. به طور کلی مانور در شبکه جهت تغییر در سیستم توزیع و انتقال انرژی توسط کلیدهای قدرت صورت می پذیرد. در زمان ایجاد عیب یا خطایی بر روی شبکه کلیدها قسمت معیوب را به سرعت از مدار خارج نموده و بدین وسیله از آسیب رسیدن به نیروگاهها و وسایل تجهیزات پست که ایجاد آنها هزینه های هنگفتی را به وجود آورده جلوگیری میگردد. به طور کلی عملکرد صحیح کلیدها بسیار اهمیت دارد.ك کلیدها دستور قطع یا وصل را از طریق سیستم های کنترل و یا سیستم های حفاظت(ر له های حفاظتی) دریافت می نمایند. سیستم های کنترل ، بیشتر برای مانور روی شبکه بکار برده می شوند . حال اینکه سیستم های حفاظتی در

بروز عیب یا خطا و به صورت اتوماتيك فرمان قطع کلیدها را صادر می کنند

عدم عملکرد صحیح کلیدها شوند موقع.

اشکالاتی که ممکن است باعث عدم عملکرد صحیح کلیدها شوند عبارتند از:

- اشکال در مدار فرمان کلید
- اشکال در مکانیزم عملکرد
- زیاد بودن جریان خطا
- زیاد بودن زمان قطع کلید در اثر تنظیم نادرست

1 -2

-

3 اشکالات ناشی از عدم عملکرد صحیح کلیدها

- قطع برق تعداد زیادی از مصرف کنندگان

- عدم استفاده از سرمایه گذاری ها

1-2-4 عوامل موثر در میزان عملکرد کلیدهای قدرت بر پایداری سیستم

- محل قرار گرفتن کلید در سیستم قدرت

هر قدر کلید به ژنراتور نزدیکتر باشد عملکرد غلط آن تاثیر بیشتری بر پایداری سیستم

دارد.

- نوع عیبی که کلید باید به دلیل بروز آن باید عمل می کرد

از نظر مکانیکی نیز جریان های اتصال کوتاه باعث ایجاد گشتاور مخالف گشتاور محرك

به محور ژنراتور می شوند که می تواند صدماتزیادی به ژنراتور وارد کند مقدار

به زمان برق توریین

این گشتاورراری عیب ، میزان جریان خطا و نوع خطا بستگی دارد . هرچه قدر

زمان برقراری عیب بیشتر باشد در این صورت میزان خستگی ژنراتور نیز به همان نسبت

افزایش خواهد یافت.

- در موقع بسته بودن مقاومت الکتریکی آنها در مقابل عبور جریان الکتریکی ناچیز

باشد

- قادر به قطع جریان یا باز شدن هنگام عبور جریان از آنها باشند

- عبور جریانهای شدید از نظر الکتریکی و حرارتی برای آنها قابل تحمل باشد.

• قادر به بستن مدار وقتی که کنتاکتهای آنها تحت ولتاژ هستند باشد.

• در هنگام باز بودن بتوانند در برابر ولتاژی که در دو سر کنتاکت های آنها قرار می

گیرد استقامت الکتریکی کافی دارند. به عبارت دیگر يك قطع شدگی مطمئن در سیستم

ایجاد کنند.

• در موقع بروز اتصال کوتاه در شبکه پس از دریافت فرمان قطع در سریعترین زمان

ممکن بدون اشکال بتوانند جریان اتصال کوتاه را قطع و قسمت عیب دیده را از قسمت

سالم ایزوله کنند

های.

1-2

-

6 تقسیم بندی کلیدهای فشار قوی بر حسب وظیفه ای که دارند

• سکسیونر یا کلید بدون بار، که تنها وظیفه برداشتن ولتاژ از روی تجهیزات و ایجاد

يك قطع شدگی مطمئن و قابل رویت را برعهده دارد.

• سکسیونر قابل قطع زیر بار، که قادر به قطع جریانهای نامی میباشد اما جریان اتصال

کوتاه را نمی تواند قطع کند . در نتیجه باید از وسیله دیگری برای قطع جریان اتصال

کوتاه استفاده نمود.

• کلید قدرت یا دیژنکتور، که قادر به قطع و وصل جریان های نامی و اتصال کوتاه می

باشد.

1-2-7 انواع کلیدهای قدرت (دیزنکتور)

- کلیدهای روغنی
- کلیدهای کم روغنی
- کلیدهای هوایی
- کلیدهای خلا
- کلیدهای گازی SF_6

1-2-8 انتخاب کلیدهای فشار قوی

کلیدها باید طوری انتخاب شوند که متناسب با مورد استعمال ، تحمل هرگونه فشار وارده در محل نصب را داشته باشند. اصولاً در انتخاب کلیدها معیارهای مختلفی در نظر گرفته می شود که در ادامه آورده شده است.

1-2	
-	
8	
-	
1	انتخاب برحسب مشخصات نامی

جدول 1-1 انتخاب کلیدهای فشار قوی بر حسب مشخصات نامی

توانایی قطع و وصل کلید			جریان ضربه ای نامی	جریان نامی	فشار نامی	قدرت عایقی	
وصل جریان اتصال کوتاه نامی	قطع جریان اتصال کوتاه نامی	قطع جریان نامی					
×	×	-	-	×	×	×	کلید قدرت (دیژنکتور)
×	-	×	-	×	×	×	کلید بار
×	-	×	-	×	×	×	سکسیونر قابل قطع زیر بار
-	-	×	×	×	×	×	کنتاکتور خلا
-	-	-	×	×	-	×	سکسیونر
-	-	-	×	×	-	×	کلید زمین
×	-	-	-	×	×	×	کلید زمین مخصوص
-	-	-	-	×	-	×	پایه فیوز
-	×	-	-	×	×	-	فیوز

1-2-8-2 انتخاب با توجه به وظیفه قطع و وصل

علاوه بر مشخصات نامی کلید ، برای انتخاب آن باید بدانیم در کجا نصب می شود و چه مداری را باید در حالت عادی و اتصالی ، بدون بار یا زیر بار یا حتی جریان اتصال کوتاه قطع و وصل کند.

1-2

-

9 سکسیونر و کلید زمین و کلید ویژه تخلیه بارالکتریکی

سکسیونر درموقعیتباز بودن ، يك جدایی آشکار رانشان می دهد و برای جدا کردن تاسیسات شبکه یا قسمتی از ان لازمست . سکسیونر برای وصل کردن قسمت های تقریبا بدون جریان بسیار مناسب است، برای مثال وصل کردن شین های بار ساکن ، کابل های کوتاه و یا جریان ترانسفورماتور ولتاژ دارنند.

سکسیونر را زیر بار هم می توان قطع و وصل کرد، به شرط آن که بین دو سر کلید، در دو حالت اختلاف پتانسیل قابل توجهی وجود نداشته باشد

هر. برای مثال هنگام وصل

کردن دو شین موازی با بارهای متفاوت.

1-2

دارد. ولی این چفت و بست نباید مانع آن شود که زمین کردن بدون توجه به ولتاژ داشتن شبکه انجام گیرد.

1-2-11 کلید مخصوص تخلیه بار الکتریکی (کلید زمین با توانایی وصل)

این کلید برای زمین کردن و اتصال کوتاه کردن قسمت هایی از شبکه به کار

می شود که دارای اختلاف سطح بار الکتریکی هستند. و طوری ساخته شده اند که

تخلیه بار در دو سر تیغه مزاحمتی برای کلید و اطراف آن ایجاد نمی کند برده

جرثقه DIN VDE

060 بخش دوم و DIN VDE 0111 و همین طور IEC 129 می باشند.

این کلیدها باید علاوه بر جریان های نامی ، مقاوم در مقابل جریان های اتصال کوتاه

درمحل نصب شده باشند و کلید تخلیه بار الکتریکی حتی برای بستن روی جریان اتصال

کوتاه هم مناسب است. استقامت اتصال کوتاه کلیدهای زمین وسکسیونر زمینس و

همین طور کلید ویژه تخلیه بار در جدول 1-2 آورده شده است.

جدول

2

استقامت

جریان نامی بر حسب آمپر	مقاوم در مقابل جریان اتصال کوتاه درمحل نصب	
	جریان کوتاه مدت I_{th} موثر در زمان $t = 1s$ بر حسب KA	جریان ضربه ای اتصال کوتاه مقدار حداکثر بر حسب KA
۶۳۰	۲۰	۵۰
	۳۱/۵	۸۰
۱۲۸۰	۳۱/۸	۸۰

سکسیونر کلید زمین وکلید ویژه تخلیه بار الکتریکی ساخت زیمنس



باز و بسته کردن کلید : عمل قطع و وصل کردن کلیدهای زمین ، کلید ویژه تخلیه بار الکتریکی و سکسیونر ها را طبق جدول 1-3 می توان براساس درخواست ، دستی ، موتاوری و یا کمپرسی سفارش داد. سکسینزهایی که موتوری یا کمپرسی باز و بسته می شوند و به کلید زمین نیز مجهز شده اند، کلید زمین آنها معمولا دستی باز و بسته می شوند.

جدول 1-3 نحوه قطع و وصل کلید زمین و کلید ویژه تخلیه بار الکتریکی

وسيله قطع و وصل	ساختمان	محل مصرف
دستی	با میله فرمان در حالت های مختلف. مکانیکی با اهرم باشاطون، میله ای	در شبکه های کوچک
	با انتهای محور آزاد برای محور زیانه دار در حوزه کلید	در شبکه کوچک و گاهی هم بزرگ
موتوری	با موتور یونیورسال برای اختلاف سطح دائم ۶۰، ۱۱۰، ۲۲۰ ولت و اختلاف سطح ۲۳۰ ولت ۵۰/۶۰ هرترز	برای تاسیسات بزرگ بطور مثال شین دویل
کمپرسی (با فشار هوا)	با دو پیستون برای فشار ۰/۵ مگا پاسکال	برای تاسیسات بزرگ بطور مثال شین دویل

حفاظت دستگاه ها و شبکه در مقابل جریان اتصال کوتاه توسط فیوز انجام می شود. فیوز فشار قوی با قدرت زیاد (HH) در پست های فشار قوی (فرکانس 50 تا 60 هرتز) برای حفاظت دستگاه ها در برابر جریان اتصال کوتاه ضربه ای ، قبل از ترانسفورماتورها ، موتورها ، خازن ها و انشعابات کابلی نصب می شود. در ضمن فیوز (HH) دستگاه ها قسمت هایی از شبکه را مقابل آثار مخرب دینامیکی و حرارتی جریان های اتصال کوتاه نیز محافظت می کند ، به طوری که این جریان ها رادهمان زمان شروع ، قطع می کند.

1-2

-

13 کلید بار

کلیدبار در جایی به کار می رود که بخواهیم جریان بار را قطع و وصل کنیم ، اینکه نیازی به رویت جدایی یا وصل شدن کنتاکت های آن را داشته باشیم و یا قطع و بدون

اینکه بخواهیم وصل به نحو دیگری پدیدار شود. درکلید بار ساخت زمینس برای

قطع جریان از روشی قطع در خلا استفاده شده است. به طوری که این سیستم هر قطع و وصل 300 آمپر 1000 بار ، بدون مراقبت و نگهداری و سرویس قطع و

وصل کرد. این کلید هر 10 سال یکبار احتیاج به روغن کاری در قسمت های متحرك

دارد. کلید بار خلا برای دفعات قطع و وصل زیاد بخصوص درحالت های زیر بسیار مناسب است .

درمواقع عادی (شبکه بدون عیب):

- 1- وصل کردن کلید بار تا 800 آمپر مستقل از $\cos \Phi$
- 2- وصل کردن ترانسفور ماتور در حالت زیر بار یا بدون بار
- 3- وصل کردن کابل های بدون بار با سیم های هوایی نقل انرژی
- 4- وصل کردن موتورها
- 5- وصل کردن خازن ها با جریان نامی تا 680 آمپر
- 6- وصل کردن کابل های رینگ شده تا 800 آمپر

درمواقع غیر عادی

- 1- وصل کردن روی جریان اتصال کوتاه دائم.
- 2- قطع کردن جریان های اتصال کوتاه کوچک در ترکیب با فیوز HH

مطابق با استاندارد پیشنهادی IEC 420

14-2-1 سکسیونر قابل قطع زیر بار

سکسیونر قابل قطع زیر بار، کلید باری است که قطع شدن آن با جدایی قابل رویت تیغه ها توام است . این کلید برای تعداد قطع و وصل کم بخصوص درحالت های زیر بار بسیار مناسب است.

در شبکه سالم :

- 1- وصل کردن جریان بار $\cos \Phi = 0.7$
- 2- وصل کردن رینگ کابل
- 3- وصل کردن خازن ها تا 40 آمپر و همین طور کابل بدون بار و سیم هوایی نقل انرژی بادپژنکتور صرفه جویی می شود. و
- 4- کاربرد به عنوان سکسیونر حفاظتی . (در نتیجه از وسایل چفت و بست در ارتباط با دیژنکتور صرفه جویی می شود).

شبکه ناسالم:

- 1- وصل کردن روی جریان اتصال کوتاه
- 2- قطع کردن جریان اتصال زمین
- 3- قطع سه فاز شبکه پس از قطع شدن جریان اتصال کوتاه ، توسط فیوز

HH

1-2-15 انواع و موارد استفاده ترانسفوماتورها

- ترانسفور ماتورهای کوچک: ترانسفوماتورهای کوچک برای تطبیق ولتاژ شبکه

ولتاژ مصرف کننده به کار برده می شوند

با.

- ترانسفوماتور جداکننده: این ترانسفورماتور درجایی به کار برده می شود که

ترانسفوماتورهایی دارای عایق بندی قوی، فاصله هوایی بزرگ (مقره های طویل) و مسیر جریان خزنده الکتریسیته از سطح عایق طویل می باشند . به عبارت دیگر قدرت عایقی آنها از هر لحاظ، بیشتر از ترانسفوماتور معمولی است .

- ترانسفورماتورهای ایمنی: این ترانسفوماتورها، ترانسفوماتورهای جدا کننده با شرایط ایمنی بیشتر هستند و برای تغذیه مدارهای الکتریکی بکار می روند، که در آنها علاوه بر جدا کردن ، حفاظت در مقابل اختلاف سطح زیاد تماس (ایمنی ولتاژ کم طبق

DIN VDE

0100) مورد نظر است .

ترانسفوماتورهای سه فاز توزیع برق تا 2500 کیلو ولت آمپر

- این ترانسفوماتورها درمحل که لازم باشد انرژی الکتریکی با اختلاف سطح موجود به سطح مورد نیاز تبدیل شود، بکار گرفته شده و به خصوص در شبکه های صنایع

اختلاف

9

شبکه های شهری نصب می شوند.

از نظر ساختمان ترانسفوماتورها برحسب نوع ساختمان به انواع زیر تقسیم می شوند:

1

- ترانسفوماتور با عایق مایع

300 درجه سانتیگراد است (روغن

سیلیکن ، کلوفن و آسکارل و دیگر ترکیبات شیمیایی) ، این ترانسفوماتورها از

سال 1982 به بعد ساخته نشدند. این ترانسفوماتورها برای نصب در مکان ها

پوشیده و در هوای آزاد مجهز به ظرف انبساط یا بدو نظر ، انبساط

یسر) کاملاً

2- ترانسفوماتور خشك

ترانسفوماتور خشك مانند ترانسفوماتور با صمغ مصنوعی ترانسفوماتور با

عایق صمغ مصنوعی برای نصب در مکان های سرپوشیده ودرحالت های ویژه با

جدار خارجی مخصوص برای نصب در هوای آزاد مناسب است.

3- ترانسفوماتور با عایق گازی

یکی ازمتداولترین انواع این ترانسفوماتور، ترانسفوماتور با گاز SF₆ است.

این ترانسفوماتور در بشکه بسیارمحکمی جای گرفته و باید پیش بینی او احتیاط،

تحمل فشار گاز داخل آن به عمل آمده باشد هسته

ترانسفوماتورهای اندازه گیرلازم برای.

اندازه گیری ، يك وسیله الكتریکی است که جریان ولتاژ اولیه (پریمر) را

با همان کیفیت فقط مناسب برای سنجش در دستگاه های اندازه گیری ، دستگاه های

کنترل و رله ها ووسایل حفاظتی به طرف دیگر (دمین بازکوندر) انتقال می دهد.

حداکثر دما 40 درجه سانتیگراد ، میانگین حداکثر دمای 24 ساعت 35 درجه سانتیگراد ،

مناسب برای عملکرد صحیح این تجهیزات میباشد.

فصل دوم

ضرورت بازرسی و روشهای مختلف بازمینی و بازرسی فنی

2

1- مقدمه

ضرورت بازرسی یا بازمینی از آنجا ناشی می شود که در طی يك فرآیند تولید و

در طول دوره کار يك تجهیز امکان دارد که انواع عيوب به اندازه های مختلف در آن

آیند یا

بوجود. ماهیت و اندازه دقیق هر عیب روی عملیات بعدی آن تجهیز تاثیر خواهد

گذاشت. عیوبی مانند ترکهای حاصل از خستگی یا خوردگی ممکن است در حین کار

قطعه ایجاد شود. بنابر این برای آشکار سازی وجود عيوب و نیز جهت تشخیص و تعیین

سرعت رشد این نقصها در طول عمر قطعه یا دستگاه ، داشتن وسایل مطمئن ضروری

است.

2

2- مختلف بازمینی و بازرسی فنی

روشهای

معمولا اولین مرحله از بازرسی ، بازمینی چشمی می باشد. این نوع بازرسی ،

با استفاده از اصول بسیار معروف فیزیکی تعدادی سیستم بازرسی غیر چپشی

ابداع شده که میتواند اطلاعاتی از کیفیت قطعات يك تجهیز فراهم آورند. در حالیکه

هیچگونه تغییر _____ ری

یا آسیبی به قطعه یا دستگاه مورد آزمایش وارد نسازند، اصول اساسی و خصوصیات

عمده _____

سیستم‌های آزمون غیر مخرب که به اختصار (Non Destructive Testing) N.D.T

نامیده می شود در آورده شده است.

همه روزه گزارشات بیشتری از خسارت مالی ناشی از توقف ناخواسته تجهیزات در

بخشهای مختلف صنعت منتشر می شود، خساراتی که ناشی از قطع ناگهانی اتصالات

الکتریکی ، خرابی در تجهیزات چرخنده مکانیکی و اشکال در عایق کوره های حرارتی

ناشی می شود.

اما امروزه می توان با استفاده از تکنیک های پیشگیرانه غیر مخرب از این

ناگوار پیشگیری نمود، بطوریکه می توان میزان عیب موجود و رونده پیشرفت

تجهیزات اتفاقات

جدول 1-2 سیستم های عمده آزمون های غیر مخرب

سیستم	چگونگی عیب یابی	موارد استعمال
مایع نافذ	آشکار سازی عیوب سطحی یعنی عیوبی که در سطح قطعات تجهیزات بوجود آمده اند.	برای تمام فلزات اغلب پلاستیک ها شیشه و سرامیک
ذره مغناطیسی	آشکار سازی عیوب سطحی و عیوب زیر سطحی.	برای مواد فرو مغناطیس مثل فولاد و چدن
جریان های گردابی	آشکار سازی عیوب سطحی و بعضی از عیوب زیر سطحی و نیز برای اندازه گیری ضخامت پوشش عایق	برای تمام انواع فلزات
راديو گرافي	آشکار سازی عیوب داخلی و سطحی و حتی عیوب ناشی از مونتاژ نادرست قطعات	برای اغلب موارد قابل استفاده است ولی حد اکثر ضخامت مواد محدودیت هایی دارد
سیستم ترموگرافی	آشکار سازی عیوب داخلی و سطحی	برای اغلب موارد قابل استفاده است

تمام سیستم های N.D.T رابطه نزدیکی با هم دارند و با توجه به موارد کاربرد ممکن

است به تنهایی یا همراه بادیگری مورد استفاده قرار گیرند. انتخاب بهترین روش بیشتر

نوع عیب موجود و شکل و اندازه قطعات مورد آزمایش بستگی دارد

به.

روشهای مختلف تستهای غیر مخرب به طروق بسیار متفاوتی مورد استفاده قرار گیرند و

وسایل مورد دسترسی نیز بسیار وسیع است

بطوریکه نه تنها اطلاعات کیفی بلکه اطلاعات کمی نیز بدست آورد. ضروری است که امکان خطرناکترین عیبهای يك قطعه قبل پيش بينی شود. تا اینکه بتوان انواع اندازه های محدود عیب های بالقوه خطرناك را حدس زد.

استفاده از روشها و سیستم های آزمون های غیر مخرب زمانی می تواند موفقیت آمیز باشد که متناسب با قطعات مورد آزمایش و معایب مربوطه باشد و اپراتور نیز باید دارای تجربه و آموزش کافی باشد و استاندارد پذیرش مناسب با هر نوع مشخصات

قطعات مورد آزمایش را بشناسد

ناخواسته.

استاندارد نامناسب ممکن است عیب های کم اثر یا بی اثر را بر روی عملکرد محصول جدی تلقی کند ولی معایب قابل توجه را ناچیز فرض نماید.

یکی از فوائد بدیهی و روشن استفاده صحیح تست های غیر مخرب ، تعیین هویت معایب است که اگر بدون تشخیص در قطعه باقی بماند موجب شکست فاجعه آمیز و در نتیجه بروز خسارت های مالی و جانی فراوان خواهند شد

قطعه.

بکارگیری هر يك از سیستم های بازرسی متحمل هزینه است ، اما اغلب استفاده موثر از تکنیک های بازرسی مناسب موجب صرفه جوئی های مالی قابل ملاحظه ای خواهد شد. نه فقط نوع بازرسی بلکه مراحل بکارگیری آن نیز مهم است ، تکنیک های آزمون های

عملیات ماشین کاری که بسیار پر هزینه است ، قطعات بدقت بازرسی شوند. قطعاتی

که دارای معایب غیر قابل قبول هستند کنار گذاشته شوند.پ

باید توجه داشت کلیه معایبی که دراین مرحله تشخیص داده می شوند نمی تواند

موجب مردود شدن قطعه از نظر بازرسی باشند . ممکن است قطعه دارای ناپیوستگی

و ترك های سطحی بسیارریزی باشد که در مراحل ماشینکاری ازبین بروند

ها.

درحالی که بازرسی کنترل کیفی موثر می تواند از نظر مالی صرفه جویی قابل ملاحظه

ای در بر داشته باشد و از بروز حوادث جلوگیری کند ولی لازم به ذکر است که تحمیل

های بازرسی بسیار زیاد و یا خیلی حساس از نظر مالی پر هزینه وموجب اتلاف

بود سیستم

فصل سوم

بررسی سیستم های مختلف آزمونهای غیر مخرب

1-3 مقدمه

در این فصل به بررسی تکنیک های مختلف آزمون های غیر مخرب و شرایط لازم جهت استفاده از هر کدام و ویژگیهای انحصاری هر تکنیک پرداخته شده است.

3

2- تکنیک بازرسی با مایع نافذ

با مایع نافذ یکپازتکنیک هایبایاست که می تواند ب

بازرسی برای عیب یابی تعداد وسیعی از

مورد استفاده قرار گ یرد، به شرطی که عیب ها به صورت ترك در سطح قطعه

قطعات

ظاهر شوند. اساس تکنیک بر این است که مایع نافذ بر اثر جاذبه موئینگی به داخل

های سطحی نفوذ می کند و بعد از يك مرحله ظهور هر گونه عیبی که به صورت

یا ش ترك

ترككستگی در سطح قطعه وجود دارد با چشم قابل رویت می گردد برای رویت

امروزه بازرسی با مایع نافذ یکی از مهمترین روشهای صنعتی است که برای مشخص نمودن انواع عیبهای سطحی مواد از قبیل ترکها و بریدگیها و.... مورد استفاده قرار می گیرد. این روش تقریبا برای هر نوع ماده ای و در هر ابعادی چه کوچک چه بزرگ با اشکال ساده و پیچیده قابل استفاده است.

3-2

-

1 اصول بازرسی بامایع نافذ

دربازرسی بامایع نافذ پنج مرحله اساسی وجود دارد که عبارتند از :

- آماده سازی سطح قطعه

- استعمال مایع نافذ

- تمیز کردن مایع اضافی

-

ظهور

- مشاهده و بازرسی

3-2

-

1

-

1 آماده سازی قطعه

کیه سطوح قطعه باید به دقت و به اندازه کافی تمیز شود و قبل از اینکه تحت

3-2-1-2 استعمال مایع نافذ

بعد از آماده سازی سطح قطعه مایع نافذ به روشن مناسب به سطح قطعه زده می شود

طوریکه بصورت لایه نازکی کلیه سطوح قطعه را بپوشاند

به. مایع نافذ برای مدت زمان

کافی روی قطعه بماند تا بتواند به داخل عیب سطحی نفوذ کند.

3 -2

-

1

-

3 تمیز کردن مایع اضافی

حال لازم است که مایع اضافی از سطوح قطعه پاک شود. بعضی از مایعات را می توان

با شستشوی آب از سطح قطعه پاک کرد. در حالی که تمیز کردن بعضی از مایعات

مستلزم استفاده از حلال های بخصوص است برای عیب یابی موثر لازم است مایع نافذ

اضافی بطور یکنواخت پاک شود.

3 -2

-

1

-

4 ظهور

ماده ظاهر کننده پخش می شود و در نتیجه عرض ترکها بزرگتر از اندازه واقعی نشان

می شود و قتی که از يك مایع رنگی به عنوان مایع نافذ استفاده

داده

می شود باید در انتخاب رنگ دقت شود تا اینکه رنگ مایع از زمینه سفید و یکنواخت

سطح گچ بخوبی متمایز باشد در مواردی که از مایع فلورسنت استفاده می شود مرحله

ظهور را میتوان حذف کرد.

3-2

-

1

-

5 مشاهده و بازرسی

بعد از اینکه مدت زمان مناسبی به مرحله ظهور اختصاص یافت سطح قطعه برای

نشانه های مایع نافذ پس زده در ماده ظهور مورد بررسی قرار می گیرد

تعیین.

بازرسی مایعات نافذ زنگین زیر نور بسیار قوی انجام می گیرد درحالی که بازرسی

نافذهای فلورسنت در محل پوشیده و مناسبی با استفاده از اشعه فرا بنفش اجرا میگردد.

روش دوم موجب تشعشع نور مرئی توسط مایع نافذ شده ، عیوب موجود به روشنی

آشکار می شوند.

3-2

-

2- کیفیت مایع نافذ باید توانایی مرطوب کنندگی خوبی داشته باشد و به صورت لایه نازکی روی قطعه بماند در نتیجه بتواند در زمان معینی غیب را ادامه بتواند

سیالیته فونیها میباید این قابلیت را داشته باشد که به سادگی از قطعه پاک شود ولی درعین حال از داخل عیب سطحی به میزان حداقل شود سطح

زدوده.

4- قابلیت حل شدن : در صورت لزوم مایع نافذ باید بتواند از میان انواع از مواد شیمیایی را نفوذ خود را باز کند

ثبات: مایع نافذ برای حدود گسترده ای باید این امر را در طول زمان و در شرایط پایدار بماند وارگ در داخل ظروف رو باز نگهداری شود هیچگاه نباید بصورت کف در آید یا اینکه حالت فرار پیدا کند.

6- قابلیت شستشو: با زدودن مایع نافذ اضافی از سطوح قطعات به آسانی پذیر باشد بدون اینکه این امر در مایع نافذ داخل عیب تاثیر بگذارد امکان.

7- ویژگیهای خشک شدن : مایع نافذ باید بتواند در مقابل خشکیدن و یا بیرون ریختن کامل از شکاف ، در مرحله خشکانیدن با هوای گرم و بعد از اتمام

ترك ها به سطح قطعه كمك كند تا بدین وسیله عیوب قطعه به وضوح

باشند داخل

تقابل ریویزیونیت : مایع رنگی به مایع نافذ اضافه می شود که به مقدار

نسبی اندک خود به خوبی مایع نافذ را رنگی نماید. اگر مقدار زیادی مایع رنگی

به مایع نافذ افزوده شود قابلیت نفوذ مایعت کاهش می یابد. معمول ترین

رنگ مورد استفاده رنگ قرمز است که با چشمانسان نیز به آسانی قابل رویت

است.

3-2-3 مزایا و محدودیت ها و دامنه کار برد تکنیک بازرسی با مایع نافذ

این روش در مقایسه با سایر روشها تقریبا ساده است . زیرا نیاز به دستگاههای

و پیچیده الکترونیکی ندارد و تجهیزات لازم برای این روش در مقایسه با سایر

آزمون های غیر مخرب بسیار ارزان است پیشرفته

تکنیک های.

این تکنیک می تواند برای هر گونه مواد به جز موادی که دارای خلل و فرج هستند بکار

رود. برای بازرسی کیفی محصولات آماده و نیمه آماده و نیز بازرسی قطعات درحال کار

تواند استفاده شود

می.

قطعات درحال کار را می توان در محل کار قطعه آزمایش کرد و بنابراین از پیاده شدن

محدودیت مسلم این تکنیک این است که این روش صرفاً برای عیب یابی و آشکار سازی عیب های سطحی بکار می رود. سایر محدودیتهای اعمال این روش درمورد قطعاتیاست که دارای سطح خشن و ناهموار هستند . در این حالت علائم غیر واقعی پدیدار خواهند شد زیرا هر حفره طبیعی به صورت يك عیب نمایان خواهد شد.

اما موارد استعمال بازرسی با مایع نافذ بی اندازه گسترده است ، بطور کلی صنایع تولیدات فلزی این تکنیک به صورت گسترده ای برای فرایند کنترل کیفی قطعات بکار می برند. روش معمول برای استفاده از سیستم مایع نافذ برای قطعات بزرگ اسپری مایع نافذ است و اگر تعداد قطعات زیاد باشد معمولاً از يك اتاقلك اسپری استفاده می شود. این روش به قطعه ریخته گری بار الکترواستاتیکی می دهند و مایع نافذ را به صورت باردار می کنند در

مخالف. هنگامیکه اسپری از تفنگ مخصوص خود خارج می شود با حداقل مقدار خود به صورت پوششی یکنواخت تمام سطح قطعه را می پوشاند و مقدار مایع تلف شده به حداقل می رسد.

سایر موارد استفاده از این تکنیک را به صورت زیر خلاصه میکنیم:

اشکار سازی ترك های لعاب کاری در قطعات الکتریکی سرامیکی مانندمقره ها غایق شمع اتومبیل و جستجوی ترکهای واشرهایی که در قطعات الکتریکی برای آببندی بین شیشه و فلز بکار می رود.

بازرسی با ذرات مغناطیسی روشی حساس برای ردیابی عیوب سطحی و برخی نقایص زیر سطحی قطعات فرو مغناطیس است. اساس پارامترهای این تکنیک را مفاهیم ساده‌های تشکیل می‌دهد. زمانی که یک قطعه فرو مغناطیس، مغناطیده می‌شود ناپیوستگی مغناطیسی که تقریباً در راستای عمود بر جهت میدان مغناطیسی است باعث ایجاد یک میدان نشتی قوی می‌شود. این میدان نشتی در روی قطعه و نیز در بالای آن حضور داشته و می‌تواند آشکارا توسط ذرات ریز مغناطیسی قابل رویت شود. بکارگیری ذرات خشک یا ذرات مرطوب با مایع محلول در روی سطح قطعه موجب تجمع ذرات مغناطیسی روی خط گسل خواهد شد. بنابراین پل مغناطیسی تشکیل شده

اندازه و شکل ناپیوستگی را نشان می‌دهد

موفقیت.

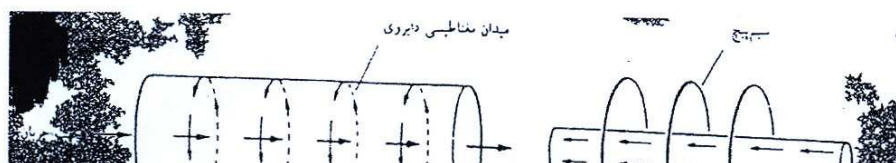
یک قطعه را می‌توان با بکار بردن آهن ربا‌های دائم با الکتریکی و یا عبور دادن یک جریان قوی از داخل یا دور تا دور قطعه، مغناطیسی نمود.

توجه به این که با روش آخر می‌توان میدان‌های مغناطیسی با شدت زیاد در داخل

با

1-3 ایجاد یک پل مغناطیسی در صورت گسل در یک قطعه ای در کنترل کیفی محصول بکار می‌رود

جریانی که از داخل هر رسانای مستقیمی مانند یک سیم یا لوله می‌گذرد موجب ایجاد یک



میدان مغناطیسی دایره ای در اطراف آن می شود. هنگامیکه رسانا يك ماده فرو مغناطیس است جریان يك میدان مغناطیسی در داخل جسم رسانا و نیز در فضای اطراف القا میکند همچنین يك جریان الکتریکی می تواند از يك میدان مغناطیسی طولی نیز شود آن

ایجاد. هنگامی که جریان از میان يك سیم پیچ عبور میکند يك میدان مغناطیسی طولی در داخل قطعه تولید میکند . اشکال صفحه بعد مطالب بیان شده را به وضوح

شکل 3-1 (الف) جریان از میان قطعه عبور می کند و میدان ایجاد می کند

(ب) عبور جریان الکتریکی از سیم پیچ قطعه داخل آن رامغناطیده می کند

اصول کار در این تکنیک این است که بر حسب نوع عیب ایجاد شده در قطعه را

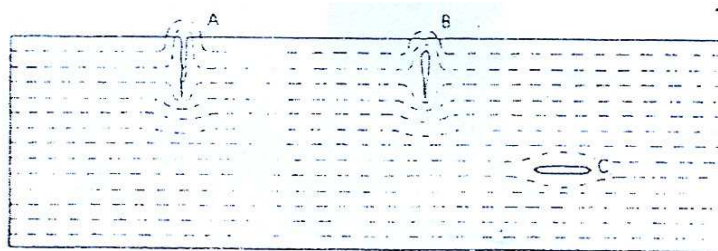
مغناطیسی می کنیم. در این حالت عیب A به وضوح آشکار سازی می شود. عیوب B و

C زیر سطحی هستند نمود عیب B که عمود بر میدان مغناطیسی است نیز بدست

خواهند آمد اما عیب C ظاهر نخواهد شد . زیرا که در جهت میدان است و به اصطلاح

يك عيب طولی میباشد و برای آشکار سازی آن باید قطعه به صورت عرضی مغناطیسی

گردد



شکل 2-3 نا پیوستگی های خطوط میدان در سطح قطعه به علت وجود عيوب A و B ایجاد شده است اما عيب C تقریباً بدون تشخیص می ماند.

عموماً برای ظاهر کردن تمام عيوب طولی و عرضی لازم است که قطعه چندین بار مغناطیسی شود. برای قطعاتی که شکل نسبتاً ساده ای دارند می توان نخست با القا مغناطیسی و ایجاد میدان دایروری عيوب طولی را تشخیص داد سپس را مغناطیس زدایی کرد و اینبار در جهت دیگر برای تشخیص عيب عرضی قطعه را

قطعه

مغناطیسی میکنند.

نیاز به مغناطیس کردن دو مرحله ای را می توان با استفاده از میدان مغناطیسی

نتیجه آن يك میدان مغناطیسی چرخان یا پیچشی در داخل قطعه ایجاد می شود و با يك
بسیار مغناطیسی. _____ی _____ کردن آن
کلیه ی معایبی که در جهت های مختلف واقع شده اند قابل شناسایی می شوند البته
لازم به ذکر است که روشهایی برای مغناطیسی کردن قطعات وجود دارد که خارج از
بحث میباشد.

3-3

-

2 آشکار سازی عیب بوسیله ذرات مغناطیسی

ذرات مغناطیسی می تواند از ماده ی فرو مغناطیس با پس ماند کم ساخته شوند و
معمولا بصورت پودر نرمی از فلزات بی اکسیدهای فلزی تهیه می شوند . ذرات
مغناطیسی با توجه به روش بکار گیری برای بازرسی به دو گروه خشک و مرطوب طبقه
بندی می شوند. موارد استفاده از این تکنیک عبارتند از :

بازرسی ضمن تولید و بازرسی نهایی تجهیزات مانند میل لنگ ها و پره های توربین

بخار و غیره

های...

3-3

-

3 مزایا و محدودیت ها و دامنه کاربرد تکنیک بازرسی با ذرات مغناطیسی

روش حساسی برای آشکار سازی عیبهای سطحی کوچک است و در موقعیت های

وگاهی اوقات ممکن است علائم خوبی برا بدست آورد حتی اگر ناشی از مواد آلاینده

از مزایای دیگر این روش ارزاد

باشی نسبی وسایل مورد لزوم برای آزمایش است و

اندکی به وسایل وتجهيزات كمی دارد

احتیاج.

محدودیت های عمده این تکنیک دراین است که فقط برای مواد فرو مغناطیس قابل

است و برای حصول بهترین نتیجه میدان مغناطیسی باید عمود بر عیوب باشد

استفاده

.بنابراین برای دو یا چند مرحله متوالی مغناطیسی کردن لازم است ، مگر اینکه از این

روش میدان مغناطیسی پیچشی استفاده شود. و لازم خواهد شد که بعد از هر بازرسی

عمل مغناطیس زدایی برای قطعات انجام گیرد.

3

4- سیستم بازرسی با جریان فوکو

اگر يك سیم پیچ حامل جریان متناوب نزدیک يك ماده تقریبا رسانا قرار داده شود

جریانهای گردابی در ان القا می شود . جریان های القایی يك میدان مغناطیسی ایجاد

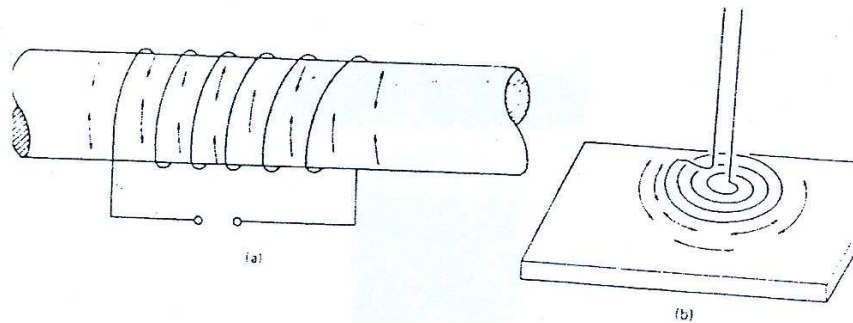
خواهند کرد که درخلاف جهت میدان مغناطیسی اولیه سیمپیچ است تاثیر متقابل بین

موجب ایجاد يك نیروی ضد محرکه الکتریکی در سیم پیچ شده و در نتیجه سبب

توزیع و مقدار جریان های گردابی مجاور آن تغییر میکند و در نتیجه کاهش در باشد

میدانهای مغناطیسی در رابطه با جریان های گردابی بوجود می آید ، بنابراین مقدار مقاومت ظاهری سیم پیچ جستجو گر تغییر خواهد کرد. جریانها گردابی در حلقه های بسته داخل ماده جریان می یابند و هر دو مولفه دامنه و فز این جریانها به عوامل متعددی بستگی دارد . این عوامل شامل مقدار میدان مغناطیسی ، تعداد دور سیم پیچ جستجو گر ، خواص الکتریکی و مغناطیسی قطعه و وجود سایر نا پیوستگی های قطعه هستند.

چندین نوع سیم پیچ جستجوگر مورد استفاده قرار می گیرد ، دو نوع سیم پیچ که کاربرد بیشتر دارند عبارتند از سیم پیچ پهن یا تابه ای که برای آزمایش معمولی



استوانه ای بکار می رود . در ادامه این دو نوع سیم پیچ نشان داده شده است.

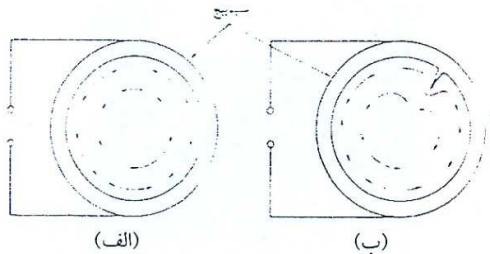
شکل 3-3 (الف) سیم پیچ نوع سلونوئیدی دور یک میله که مولد یک جریان گردابی میحطی است

(ب) سیم پیچ پهن یاتابه ای که در یک قطعه تخت جریان گردابی دایره ای ایجاد می کند

ترك یا نا پیوستگی داشته باشد شکل جریان های گردابی تغییر خواهد اگر قطعه

کرد و موجب تغییر در میدان مغناطیسی خواهد شد و در نتیجه در مقاومت ظاهری سیم پیچ تغییر حاصل خواهد شد، تاثیر نا پیوستگی یا ترك در شکل جریان گردابی در شکل زیر نشان داده شده است.

مقاومت ظاهری سیم پیچ را می توان با اندازه گیری ولتاژ دو سر سیم پیچ تعیین کرد .



تغییرات مقاومت ظاهری را می توان با

شکل 3-4 (الف) مقطع بدون عیب - جریان های

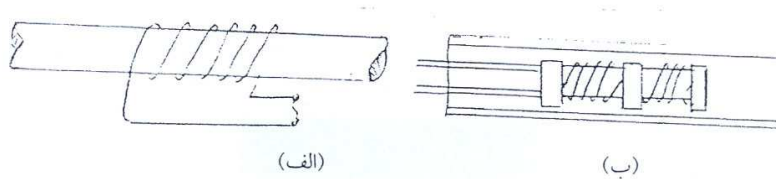
گردابی یکنواخت

(ب) خطوط جریان گردابی معنوج شده به علت

وجود عیب

3-4-1 ساختمان سیم پیچ ها

گونه های متعددی از سیم پیچ ها در آزمون جریان گردابی مورد استفاده قرار میگیرد که بعضی از انواع رایج تر آن در اشکال زیر دیده می شوند.



شکل 3-الف) سیم پیچ ساده دور میله

(ب) سیم پیچ دوتایی بوبین داخل لوله

یک نوع سیم پیچ سلونوئیدی ساده می تواند برای بازرسی های روزانه انواع

ها و لوله های استوانه ای مورد استفاده قرار گیرد که قطعه مورد آزمایش ا

میلهز میدان

مغناطیسی سیم پیچ عبور داده می شود. تغییر مقدار مقاومت ظاهری به هنگام حرکت

ی کند

قطعه از میان سیم پیچ بوجود عیب در قطعه دلالت م. اگر قطعاتی مانند

مبدل های حرارتی و کندانسور هنگام بازرسی ، روی دستگاه و در محل کار باشند

بطوریکه جایگذاری سیم پیچ در اطراف قطعه میسر نباشد ، می توان سیمخ پیچ را در

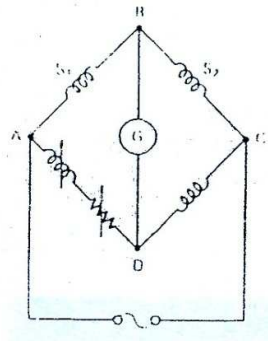
پل وصل و هنگامی که یکی از سیم پیچ ها در مجاورت يك ترك قرار
مداردارد که به علت

خوردگی دیواره نازکی پیدا کرده پل از حالت تعادل خارج می شود.

2-4 انواع مدارهای سیم پیچی جریان های گردابی

مدار بکار رفته در تجهیزات جریان گردابی مستلزم شبکه پل و یا استفاده از مدار تشدید

است شکل صفحه بعد يك مدار پل را نشان می دهد.



شکل 3-6 شبکه پل : S_1 و S_2 هر دو سیم پیچ جستجو گر هستند یا یکی سیم پیچ

مرجع دیگری سیم پیچ جستجو گر است.

3-4-2 شبکه پل

درحالتی که يك پروپ بازرسی با سیم پیچ دو تایی استفاده می شود ، اگر پروپ بازرسی

شامل دو سیم پیچ تطبیق یافته باشد، قطعه مورد تست بدون عیب می باشد و پل در

حال تعادل خواهد بود . اما هنگامی که يك پروپ نزدیک به يك عیب است پل از حالت تعادل خارج می شود . هر ولتاژی که در دو سر BD شبکه پل بوجود می آید می تواند بطور دائمی روی ثبات ثبت شود. هنگامی که سیم پیچ دوتایی برای بازرسی يك لوله بکار می رود با رسیدن سیم پیچ اول به يك عیب ، پل در يك جهت از تعادل خارج می شود و سپس وقتی که سیم پیچ دوم به عیب می رسد پل در جهت مخالف از تعادل منحرف می شود.

3-4

-

2

اما.

ظرفیت خازنی در مقایسه با ضریب خود القایی معمولا کوچک است اما خازن اگر در مدار يك سلف قرار گیرد مقاومت ظاهری القایی سیم پیچ با افزایش فرکانس ، افزایش یافته در مقابل مقاومت ظاهری خازن با افزایش فرکانس ، کاهش می یابد . در نتیجه مقدار معینی فرکانس بنام فرکانس تشدید وجود خواهد داشت که به ازای آن این دو اثر مساوی و مخالف هم خواهد بود.

يك مزیت عمده استفاده از پروپ جستجو گر جریان گردابی در مجاورت مدار تشدید این است که امکان حذف آثار لبه ای بوجود می آید. شکل زیر یکمدار جریان گردابی رانشان

که در آن پروپ جستجو گر يك مدار تنظیم شده موازی

میدهد است که به يك نوسان

هنگامیکه مقاومت ظاهری پروپ سیم پیچ به علت تغییرات قطعه مورد آزمایش تغییر می کند . فرکانس نوسان ساز تغییر خواهد یافت در این حال فرکانس مدار تنظیم شده آن متفاوت خواهد بود . این عمل باعث تغییراتی در مقاومت مدار تنظیم شده اند گردد و در نتیجه در دستگاه اندازه گیری که به سیم پیچ ثانویه وصل شده است مشاهده خواهد شد که ممکن است در دستگاه اندازه گیری منعکس شود می

تغییراتی. اما

تنظیم بیشتر هر دو کنترل و تنظیم صفر دستگاه اندازه گیری ممکن است با قطع و

با

وصل سیم پیچ پروپ روی سطح قطعه کار ، اثر کناری (لیه ای) حذف شود. اکنون قرائت دستگاه اندازه گیری نشان دهنده وجود عیبی در ماده خواهد بود.

3

5- سیستم بازرسی بارادیوگرافی

تکنیک رادیو گرافی می تواند کیفیت يك قطعه یا يك ساختار را آشکار کند. به شرطی که در ضخامت و چگالی داخل قطعه مورد آزمایش به اندازه کافی تفاوت‌هایی وجود داشته باشد. انواع عیوب اصلی که می تواند قابل تشخیص باشند عبارتند از : تخلخل؛ ها ؛ ناخالص ها جائیکه چگالی مورد آزمایش متفاوت باشد، بطور کلی بهترین

نسبت به مواد اطرافش باشد آن علامت قابل تشخیص خواهد بود. تکنیک های بازرسی رادیو گرافی اغلب برای بررسی جوشکاری ها و قطعات ریخته گری شده بکار می روند. رادیو گرافی همچنین می تواند برای بازرسی مونتاژ قطعات و بررسی شرایط صحیح جا افتادن قطعات بکارمیروند.

رادیو گرافی همچنین می تواند برای بازرسی مونتاژ قطعات وب بررسی شرایط صحیح جا افتادن قطعات بکار می رود از آن برای بررسی طح سیال در سیستم های آببندی شده پرلاز مایع استفاده می شود. یکی دیگر از بسترهای بسیار مناسب استفاده از رادیو گرافی ، عبارت است از بازرسی مجموعه قطعات الکتریکی و الکترونیکی برای آشکار سازی ترکها ، سیمهای شکسته ، قطعات جا نیافتاده و اتصالات لحیم کاری نشده است . رادیو گرافی را می توان برای بازرسی انواع زیادی از مواد جامد بکار برد. اما این امر در مورد مواردی که دارای چگالی بسیار زیاد یا بسیار کم هستند با مشکلاتی مواجه است . مواد فلزی و غیر فلزی می توانند رادیو گرافی شوند.

3-5

رافی

گرچه تکنیک رادیوگرافی يك آزمون غير مخرب بسیار مفید است ؛ ولی بعضیاز خصوصیات غایر جذاب را داراست. در مقایسه با سایر روشهای آزمون غیر مخرب تکنیک گرانتزی است و هزینه های سرمایه ای ثابت برای تهیه تجهیزات اشعه X بالاست .

بعلاوه آزمایشگاه رادیو گرافی که شامل اطاق تاریک برای ظهور فیلم است به فضای قابل ملاحظه ای نیاز دارد . تنظیم دستگاه رادیو گرافی معمول کاری وقت گیر است و ممکن است نیمی از کل زمان بازرسی را بگیرد . بازرسی قطعات و ساختارها در بیرون از محل کار ممکن است يك فرایند طولانی باشد، زیرا دستگاه های قابل حمل اشعه X معمولاً به تشعشع پرتو کم انرژی محدودند، همینطور چشمه های رادیون اکتیو قابل حمل اشعه X شدت نسبتاً پایینی دارد، زیرا چشمه ها با شدت بالامستلزم پوشش سنگین هستند و این امر مانع از قابل حمل بودن آنهاست . در نتیجه رادیوگرافی در محل به حداکثر 75 میلیمتر ضخامت فولاد یا معادل آن محدود می شود. حتی در این صورت نیز ممکن است عکسبرداری چند ساعته برای قطعات ضخیم مورد نیاز میباشد.

3-5

-

2 اصول رادیو گرافی

X یا γ قرار گیرد . يك ثبات ، معمولاً فیلم ، نزدیک به جسم مورد آزمایش در طرف مقابل قرار داده می شود. اشعه X یا γ مانند نور مرئی در يك كانون متمرکز نمی شوند و در اغلب موارد تشعشع از چشمه به صورت يك دسته پرتو مخروطی، منتشر می شوند

قسمتی از تشعشع بوسیله جسم جذب می شود و قسمت دیگر آن از جسم ع

،بور کرده

وروی فیلم اثر می گذارد و می ك تصویر نهایی از جسم ایجاد می شود . اگر جسم دارای

شده و به صورت سایه ای دیده خواهد شد
ظاهر. این سایه ممکن است تیره تر یا
روشن تر از تصویر محیط اطراف باشد و این امر بستگی به ماهیت عیب و ویژگیهای
نسبی تشعشع دارد. فیلم ظاهر شده رادیو گرافی نشان دهنده يك تصوير دو بعدی از

جسم سه بعدی است. از آنجا که تراشه ها فقط هنگام مرور ممکن است مورد آزمایش قرار گیرند
توان با يك بار رادیو گرافی بدقت تعیین کرد. اما با گرفتن چندین عکس رادیو گرافی
زوایای مختلف يك قطعه ممکن است محل دقیق عیب نسبت به ضخامت قطعه تعیین
از

کرد.

3

6- سیستم ترموگرافی

سیستم های ترموگرافی پیشرفته ترین و کارآمدترین ابزار در برنامه های تعمیراتی و
بازرسی های فنی در اکثر صنایع خصوصا صنعت برق میباشد. با توجه به اینکه
های برق عموماً عبور جریان و ایجاد حرارت دو عالم لاینفک بوده و نقاط ضعیف
در شبکه

ها با عبور جریان بیش از قسمت های دیگر گرم می شوند لذا ایجاد حرارت می

و اساس در بر شبکه

مطالعه و بررسی و سیستم های ترموگرافیک در تست تجهیزات

شبکه های توزیع و انتقال نیرو

4

1- مقدمه

امروزه استفاده از خدمات عکسبرداری به کمک اشعه مادون قرمز تقریباً در کلیه صنایع به نحو مطلوبی توسعه یافته بطوریکه در حال حاضر هیچ صنعتی را نمی توان یافت که از این خدمات بی نیاز باشد طبق آمار منتشره و اطلاعات موجود در حال حاضر عکسهای حرارتی پیشرفته ترین و کارآمدترین ابزار کار در برنامه های تعمیراتی و

های فنی اکثر صنایع خصوصاً صنعت برق می باشد

بازرسی.

با توجه به اینکه در شبکه های برق (تولید ، انتقال ، توزیع) عموماً عبور جریان و ایجاد دو عامل لاینفک بوده و نقاط ضعیف شبکه ها با عبور جریان بیش از قسمت های

حرارت

دیگر گرم می شوند. لذا ایجاد حرارت می تواند به عنوان پایه و اساس در بررسی عیوب

ها مورد استفاده قرار گرفته و بهترین راهنما جهت ارزیابی وضعیت آنها باشد

1880 و متعاقباً در سال 1829 پیشرفتهای قابل توجهی در اندازه گیری درجه حرارت توسط عکسبرداری حرارتی پدید آمد بطوریکه در این زمان امکان اندازه گیری درجه حرارت يك موجود زنده از فاصله 400 متری با دقت قابل قبول میسر گشت . در طی دو جنگ جهانی استفاده از دانش ترموگرافیک بیشتر منحصر به کارهای نظامی و تسلیحاتی

گردید به طوری که در طی جنگ جهانی دوم بوسیله دوربینهای ترموویشن مقدماتی امکان ردیابی هواپیمایی در فاصله 1/ کیلومتری مقدور گشت.

پس از گذشت 10÷ سال اولین سیستم عکسبرداری ترموگرافیک از نیتروژن مایع جهت

کردن سنسورهای آن استفاده می شد ابداع گردید، این سیستم که به صورت دوربین نسبتاً بزرگی ساخته می شود در ح دود تا 50 کیلوگرم وزن داشت. وزن زیاد دستگاه عملاً حمل و نقل و استفاده از آن رادرمحلّهای موردنیاز محدود می ساخت و اینگونه دوربینها نیاز به برق شهر داشتند که این خود در کاربرد آنها اشکال

کرد بعلاوه

در سلایهاد می. عکسبرداری ترموگرافیک از نظر تکنولوژی ساخت و تکنیک کاربرد وارد مرحله جدیدی شد در این زمان و زن دوربین وملحقات آن به حدود 15 کیلوگرم کاهش یافت و به جای استفاده از برق شهر از باطریهای نیکل = - کادیوم استفاده شد . در این از دوربینها اگر چه حرارت بخوبی و با دقت اندازه گیری می شد اما برای اندازه نسل

بکارگیری سنسورهای بسیار حساس که از ترکیبات جیوه و کادیوم ساخته می شوند و نیز استفاده از کامپیوتر و قدرت ضبط تصاویر روی cd ها و فلاپیها باعث پیشرفت فوق العاده در تکنولوژی ساخت و کاربرد دستگاههای ترموگرام گردید و علاوه بر این منبع مقایسه درجه حرارت در داخل دوربینهای ترموویژن تعبیه شده است.

4

3- طیف اشعه مادون قرمز

معمولا طیف امواج الکترومغناطیس کم و بیش بصورت دلخواه به طول موجهای مختلف تقسیم می گردد. این تقسیم از اشعه گاما تا امواج رادیویی امتداد پیدا می کند. طیف

اشعه مادون قرمز خود به چهار باند زیر ثقابل تقسیم است .
ادون قرمز با طول موج 0/7 تا 3 میکرون

- طیف مادون قرمز میانی با طول موج 3 تا 6 میکرون

- طیف مادون قرمز دور با طول موج 6 تا 15 میکرون

- طیف مادون قرمز فوق العاده با طول موج 15 تا 220 میکرون

اگر چه طول موجهای 2 تا 12 میکرون میتواند توسط ابزارهای ترموگراف ردیابی شود

امامحدود عمل دوربینهای ترموویژن از 2 تا 5 میکرون میباشد که بنام باند مادون قرمز

حرارتی نامیده می شود . در حقیقت عکسبرداری حرارتی براساس تفاوت بین خاصیت

جذب و نشر تشعشع حرارتی سطوح مختلف انجاممییذیرد و بستگی به انعکاس طول

موجهای بسیار کوتاه اشعه مادون قرمز دارد که توسط منابع خارجی مثل خورشید که از

مورد عکسبرداری سیار گرمتر است ، حاصل می گردد

اجسام.

در عکسبرداری حرارتی معمولا دو عامل دقت عمل و حساسیت اهمیت فوق

العاده دارد . زیرا در غیر این صورت کیفیت پایین عکسهای حرارتی امکان تجزیه وتحلیل

را از آنها سلب نموده و چه بسا نتایج حاصله با واقعیت امر مطابقت ننماید.

فاصلیه يك متری ود رجه حرارت سانتی گراد قرا رداشته باشد. لیکن در عمل درجه

حرارت محیط ، فاصله وضریب تشعشع اجسام (نسبت تشعشع يك سطح به تشعشع

جسم سیاه در همان درجه حرارت) مختلف دقت عمل را به نحو قابل توجهی تحت تاثیر

قرار میدهد. امروزه دقت اندازه گیری دوربین های ترموویژن برای درجه حرارت نقاط

يك جسم به یکدهم درجه سانتی گراد رسیده است

مختلف. در خصوص حساسیت باید

توجه داشت که با بالا رفتن درجه حرارت میزان حساسیت نیز افزایش می یابد و به

سبب بهترین مواقع استفاده از سیستم های ترموویژن جهت بررسی تجهیزات

طول روز می باشد همین

برقی در.

1- اسکنر الکترواپتیک (شامل منعکس کننده ها)

2- آشکار سازمادون قرمز

3- سیستم الکترونیکی و ریز پردازنده

4- سیستم خنک کننده

5- لنزها و فیلترها

6- منبع مقایسه درجه حرارت مطلق

سیستم ترموویژن معمولا انرژی تشعشعی اجسام را که به صورت امواج الکترو
یک
مغناطیس ساطع می شود به سیگنالهای ویدئویی الکترونیکی تبدیل میکند، این
سیگنالها بعد از تقویت به قسمت ویدئو دوربین منتقل گردیده و از آنجا بعد از
تقویت مجدد بصورت تصاویر واضح در روزنه چشمی دیده می شود . سیگنالهای
ویدئو الکترونیکی ممکن است توسط يك کابل اتصال به دستگاه مانیتور منتقل
گردیده و روی صفحه مانیتور نیز نمایش داده می شود. اشعه منعکس شده از این
آینه پس از انعکاس در چندآینه ثابت به يك آینه افقی که با سرعت ²⁴⁰⁰ دور بر
دقیقه می چرخد تابیده می شود. آینه های ابتدایی و انتهایی مسیر تابش بایکدیگر
بصورت سنکرون عمل می نمایند به نحوی که جسم حداقل 20 متر در ثانیه توسط
اسکنر تصویر برداری می شود.

اشعه منعکس شده از آینه افقی پس از گذشتن از چندفیلتر به روی آشکار ساز مادون قرمز منعکس می گردد، آشکار ساز که خود از مواد حساس در مقابل اشعه مادون قرمز با طول موجهای 2 تا 5 میکرون از مواد ساخته شده و در درجه حرارت 70 درجه سانتی گراد توسط سیستم خنک کننده نگهداری می شود.

هنگامی که در مقابل این اشعه قرار گیرد جریان خفیفی تولید می نماید که بصورت یدئوئی - الکترونیکی به قسمت ویدئو دوربین منتقل گردیده و پس از

تقویت و فیلتراسیون در روزنه چشمی دیده می شود.

4

5- استفاده از عکسهای حرارتی در برنامه تعمیراتی تجهیزات

در ابتدا باید به این امر توجه نمود که استفاده از عکس های حرارتی در تجزیه و تحلیل نقاط ضعیف شبکه هامستلزم اطلاع کامل از تئوری و اصول مربوط به پدیده ترموگرام نمی باشد و باداشتن اطلاعات نسبی نیز می توان از خدمات آن به نحو مطلوبی بهره برداری نمود.

اصولا منظور از کاربرد عکسهای حرارتی در برنامه های تعمیراتی دوره ای و پیشگیرانه و بازرسی های فنی شبکه ها و تجهیزات برق حصول سه هدف عمده زیر می ایشد:

الف) افزایش ایمنی و قابلیت اطمینان شبکه ای انتقال و توزیع

ج) صرفه جویی در هزینه های و افزایش در آمد

معمولا بهترین زمان ترموگرافی تجهیزات شبکه قدرت هنگامی است که حداکثر جریان در شبکه جاری می شود. زیرا در این هنگام نقاط ضعیف تجهیزات در معرض بیشترین جریان قرار داشته و به طور طبیعی زیادتیرین حرارت را نیز تولید مینماید. اما از آنجا که این زمان معمولا با ساعات کار عادی پرسنل هماهنگی ندارد، زمان پیک قبل از ظهر را برای این کار انتخاب می کنند.

در فصل بعد نمونه هایی از عکسهای حرارتی مربوط به تجهیزات مختلف آورده شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند.

فصل پنجم

بررسی و تعیین نقاط معیوب تجهیزات با استفاده از ترموگرافی

5

1- مقدمه

در ابتدای این بخش به عنوان مقدمه به تعاریف زیر اشاره میکنیم.
 t_a می دهند برابر است بامجموعه درجه حرارت کار و

درجه حرارت اضافی.

- درجه حرارت کار: درجه حرارت کار را با t_e نشان میدهند در واقع افزایش درجه حرارت به علت وجود نقطه ضعیف یا معیوب و اتصالی در قسمتی از شبکه یا تجهیزات میباشد.
درجه حرارت در حقیقت اختلاف دما بین يك جزء معیوب با يك جزء سالم در فاز دیگر

این

است. (t_0) تجهیزات و اجزاء پستهای نصب شده در فضای آزاد و

خطوط انتقال و توزیع نیرو در صورتیکه در شرایط سالم قرار داشته باشند فقط در

حدود يك یا دو درجه سانتیگراد از هوای اطراف آنها بیشتر خواهد بود. در حالی که

درجه حرارت تجهیزات و اجزای پستهای فضای بسته بستگی به کارایی سیستم تهویه

پست میتواند تاثیر کمتر یا بیشتری روی دمای محیط داشته باشد . برای اندازه گیری

درجه حرارت های فوق معمولاً يك جسم نزدیک به جزء مورد عکسبرداری مثل دیوار یا

تخته سنگ و نظایر آن را که ضریب تشعشعی آن حدود 0/9 بوده و حالت درخشندگی نداشته باشد بعنوان منبع مقایسه و مراجع در نظر میگیرند و از آنجایی که تقریباً میتوانیم درجه حرارت جز سالم و محیط اطراف آن را با تقریب چند درصد یکسان در نظر میگیریم. لذا تفاوت درجه حرارت يك جزء یا قطعه معیوب با محیط اطراف آن معرف درجه حرارت اضافی t_0 آن جزء یا قطعه خواهد بود این درجه حرارت اضافی به سهولت روی عکسهای حرارتی قابل تشخیص و محاسبه میباشد. باتوجه به مر

ازاتب فوق پایه

اساس تجزیه و تحلیل نقاط ضعیف شبکه ها در عکسبرداری حرارتی، ضریب تشعشع و

حرارت مطلق آنها خواهد بود و

درکجه سانیگراد.

در این حالت که آن را (First stay of overheating) مینامند جزء ضعیف یا معیوب

و تحت کنترل قرار گرفته و بایستی در اولین مرحله از دوره تعمیرات مورد

قرار گیرد مشخص

مرمت و تعویض. 5 تا 30 درجه سانتیگراد.

در این حالت که آن را افزایش درجه حرارت توسعه یافته (Developed overheating)

مینامند، جزء ضعیف یا معیوب بایستی در اولین فرصت ممکن که میتوان آن قسمت از

شبکه را بی باز نمود مورد مرمت یا تعویض قرار داد.

3- درجه حرارت اضافی بیش از 30 درجه سانتیگراد.

این حالت که آن را افزایش درجه حرارت حاد یا بحرانی (Acute overheating) جزء ضعیف یا معیوب بایستی بلافاصله و بدون فوت وقت مورد مرمت یا تعویض قرار گیرد. در مورد اجزاء معیوبی که در داخل دستگاههای مختلف قرار دارند روش های بررسی متفاوت است. و قاعده کلی وجود ندارد. و لیکن تجربه نشان میدهد که در ترانسفورماتورهای توزیع و دیژنکتورهای قدرت 10^{0c} افزایش درجه حرارت در سطوح این دستگاهها میتوانند مبین نقاط بسیار گرم در داخل آنها باشد، بطوریکه در اکثر مواقع معیوب در مرحله سوم اولویت قرار دارد که بلافاصله باید مورد مرمت یا تعویض

گیرد جز

قرار.

بعد از این که به کمک عکسبرداری حرارتی درجه حرارت اضافی جزء معیوب یا ضعیف

میشود جمع آوری مینمایند که شامل عکسهای حرارتی
Report Fault
خوانده

قطعات و اجزای معیوب است و اطلاعاتی راجع به محل استقرار قطعه، میزان بار در

بررسی درجه حرارت اضافی، ضریب تشعشع، سرعت وزش باد و

هنگام.. و نیز توضیحاتی

نیز در مورد تعمیرات درج میگردد. بعد از تهیه گزارشات فوق يك نسخه از آنها در اختیار

گردد البته در قسمتی از فرم درجه حرارت اضافی به صورت پیش فرضهایی ذکر

تعیین کننده حالات درجه حرارت اضافی است اقدام

شده و.

Fault Report تهیه شده طی سال های بهره برداری میتواند به عنوان اطلاعات آماری

پر ارزش برای تقسیم بندی انواع اتصالی ها و عیوب و زمان و مکان وقوع و علل بروز

مورد استفاده قرار گیرد و از آنها به عنوان روشهای کار در طراحی شبکه ها استفاده

آنها

می گردد.

5 قطعات فلزی درخشان بخصوص در تجهیزات مستقر در فضای باز

2- اشعه خورشید، افزایش درجه حرارت قطعات فلزی در اثر تابش خورشید.

3- بارهای نامتعادل در فازها، دراین حالت استفاده از يك آمپر گاز انبری می تواند

راهنمای مفیدی باشد.

4

- تغییرات ضریب تشعشع مثلا در يك شینه مسی محلی که برای اتصال با پیچ و مهره

0/2 است در حالیکه قسمت های رنگ

شده متناسب با رنگ استفاده شده میتواند ضریب تشعشعی تا حدود 0/9 داشته باشد.

5- وزش باد یکی دیگر از عوامل مهمی که میتواند در اندازه گیری درجه حرارت اضافی

ایجاد اختلال نماید وزش باد در هنگام عکسبرداری است، بنابه تجربه در صورتیکه

باد بیش از يك دو متر بر ثانیه افزایش یابد اثر خنك كندگی آن بر روی اجزای

بایستی طبق جدول زیر تصحیح گردد سرعت

1-5 اثر خنك كندگی باد بر روی اجزای معیوب بایستی طبق جدول زیر تصحیح

گردد

سرعت باد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۹	۸
ضریب تصحیح درجه حرارت	۱	۱/۳۶	۱/۴۶	۱/۸۶	۲/۰۶	۲/۲۳	۲/۴۰	۲/۵۴

فهرست صفحه بعد، نقاط حساس برخی از تجهیزات و لوازم اصلی شبکه های توزیع و

انتقال را که بایستی در بازرسیهای ترموگرافیک پیش از محلهای دیگر مورد توجه قرار

گیرد نشان میدهد.

جدول 2-5 نقاط حساس برخی از تجهیزات و لوازم اصلی شبکه

محل های مورد بازرسی	تجهیزات
کنتاکتهای ثابت و متحرک در محل اتصال کابلهاى ورودی و خروجی	دیژنکتور
محل اتصال کابلها یا سیم های ورود و خروج	ترانس های جریان و ولتاژ
تیغه فیوزها و محل اتصال کابلهاى ورود و خروج	جعبه انشعابات و فیوز
محل اتصال کنتاکتها و پیچ و مهره	سیکسیونرها
اتصالات خارجی و داخلی و فن ها	ترانس های توزیع
اتصال سر پوشینگها و فیوزهای انفجاری	بانک های خازنی
محل اتصال کابلهاى تغذیه و جاروبکها و تیغه های کلکتور	ماشینهای الکتریکی
کلمب ها- محل اتصال به مقره ها- مانشوها	خطه ط ه ا ر

بطور خلاصه بازرسی فنی تجهیزات به کمک عکسبرداری حرارتی نه تنها باعث آشکار

عیوب قبل از آنکه خسارت عمده ایجاد نمایند میگردد، بلکه از نتایج آماری آنها

در تدوین برنامه های نگهداری و تعمیراتی بنحو مطلوبی سود بردن

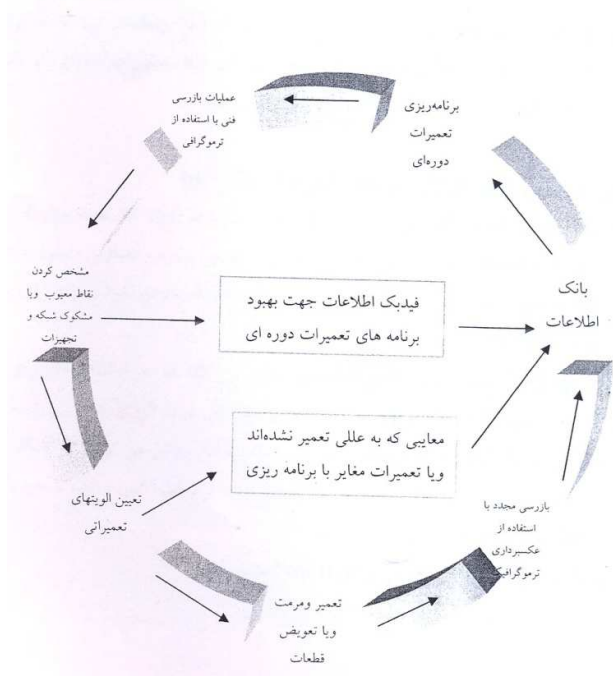
از CEGB در صورت استفاده از

حرارتی

عکسبرداری

است.

توصیه شده



شکل 5-1 برنامه تعمیرات پیشگیرانه با استفاده از عکسبرداری ترموگرافیک پیشنهادی شرکت CEGB نکات زیر در سیکل برنامه تعمیرات دوره ای بایستی دقیقاً مورد توجه

قرار گیرد

1- در تعیین اولویتهای تعمیراتی بایستی توجه شود که بعضی از معایب حتماً بلافاصله تعمیر و مرمت گردند در حالیکه در بعضی دیگر میتوان تا برنامه دوره ای آینده منتظر ماند و یا اینکه جزء معیوب ممکن است اصولاً نیاز به تعمیرات نداشته و تنها میبایستی تحت کنترل باقی بماند.

2

- بنا بر قابل حصول بودن قطعات و لوازم یدکی، با توجه به اهمیت تداوم برق رسانی که قطعه یا جزئی مورد نظر در آن دخالت دارد ممکن است برنامه تعمیرات انجام و یا تغییر یابد و این تصمیم و جزئیات کارهای تعمیراتی انجام شده را باید در

نپذیرفته

بانک اطلاعات ذخیره نمود.

3

- در مرحله بازرسی مجدد است معلوم شود که بعضی از اجزاء قطعات نیاز به تعمیرات تعویض مجدد دارد که این ممکن است به دلیل نصب و تنظیم غلط تجهیزات و

با استفاده از روشهای مادون قرمز میتوان از تجهیزات مختلف در حال کار تصاویری گرفت که میزان التهاب حرارتی نقاط مختلف آنها را نشان دهد. در صورت تحلیل درست تصاویر مذکور بر اساس میزان التهاب هر نقطه میتوان اطلاعات ارزشمندی راجع به آنها استخراج نمود و برنامههای صحیح جهت تعمیر و نگهداری آنها تهیه کرد.

وضعیت.

همه اشیا از خود تشعشعات حرارتی الکترومغناطیسی منتشر میکنند که در حالت عادی برای چشم غیر مسلح قابل رویت نیست. با استفاده از دوربین های ترموویژن میتوان انرژی حرارتی را به علائم الکترونیکی و ویدئویی تبدیل کرد و به عنوان يك روش غیر تماسی، این روش میتواند در آشکارسازی تلاف غیر عادی حرارت به دلیل وجود يك از دست داده شده، ترکیبات اکسیده شده یا خوردگی در محل اتصال و تشخیص

از عیوب دیگر بکار رود اتصال

IR-1000400.012

- محل عيبك کلمپ سمت کلید سکسیونرفاز وسط

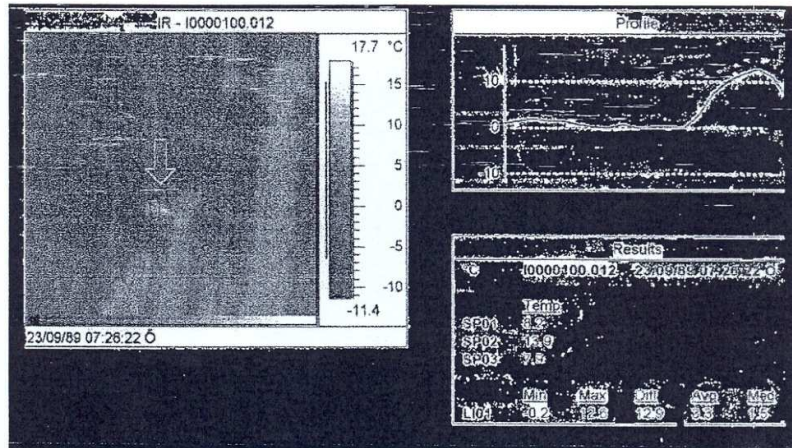
- درجه حرارت محیط: 4 درجه سانتی گراد

- نرم افزار استفاده شده:

- ضریب تشعشع: 98 درصد.



- فاصله عکس برداری: 8 متر.



Status

SCANNER DATA	
Scanner Type	TPM40-SWB
Serial Number	75013
Level	00
Stair	0
Aperture	0
Filter	SRX
Lens	20

IMAGE OBJ.PAR	
Emissivity	0.93
Amb. temp.	4.0 °C
Air temp.	4.0 °C
Object dist.	8.0 m
Rel. Humidity	0.50
Transmission	0.94

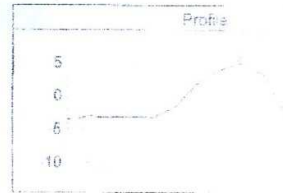
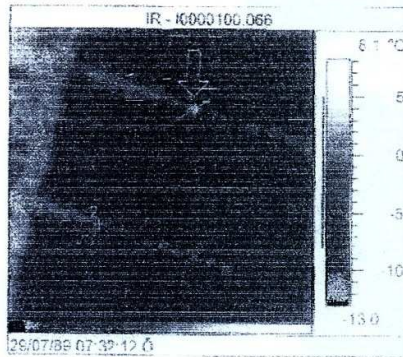
- محل عیب: کلمپ عقبی جمپر فاز وسط برج 150

- درجه حرارت محیط: 2 درجه سانتی گراد.

- نرم افزار استفاده شده:

- ضریب تشعشع: 78 درصد.

- فاصله عکس برداری: 18 متر



Results			
°C	1000100.066 29(07/99 07:32)		
Temp.			
SP01	5.0		
SP02	-2		
LI01			
Min	Max	Diff	Avg
7.0	5.0	11.9	7.4

Status	
SCANNER DATA	
Scanner Type	THV470 SWB
Serial Number	75014"
Level	74
Sens	2
Aperture	0
Filter	NOI
Lens	7
IMAGE OBJ. PAR.	
Emissivity	0.78
Amb. temp.	2.0 °C
Atm. temp.	2.0 °C
Object dist.	18.0 m
Rel Humidity	0.50
Transmission	0.90

سابقه استفاده از دوربین های ترموویژن در شرکتهای برق منطقه ای مؤید موفقیت بسیار خوب بکار گیری تکنیکهای است که میتوانند تجهیزات فشار قوی و خطوط انتقال نیرو را بدون قطعیدار و بطور غیر تماسی (از فاصله مناسب) مورد عیب یابی پیشگیرانه غیر مخرب قرار دهند. لذا این مطلب میتواند اطمینان لازم برای بازگشت سرمایه صرف شده در خصوص بکارگیری دوربین های کرونا که از وضعیتی مشابه دوربین های ترموویژن برخوردارند را نیز ایجاد کند.

های کرونا قادرند بسیاری از عیوبی که دوربینهای ترموویژن به لحاظ تکنیکی

دوربین

قادر به آشکار سازی آنها نیستند را آشکار نمایند. بسیاری از عیوب بوجود آمده بروی اتصالات، مقره ها و هادی ها به لحاظ اینکه عیوب ولتاژی هستند، جز در مرحلهای که به ایجاد حادثه باشند نمیتوانند توسط دوربین ترموویژن آشکار گردند

نزدیک، حال آنکه

دوربینهای کرونا بنا به عملکرد بر اساس آشکار سازی اشعه ماوراء بنفش آزاد شده از

دوربین های کرونا نیست، بلکه مکمل بودن این دو تکنیک را در عیب یابی پیشگیرانه

با

غیر مخرب تجهیزات پستهای فشار قوی و خطوط انتقال نیرو را نشان میدهد. چون

بسیاری از عیوب جریانی تنها توسط دوربین های ترموویژن قابل آشکار شدن است.

توانایی دوربین های کرونا در آشکار سازی عیوب موجود بروی مقره های مختلف

سرامیکی، چینی و پلیمری (با توجه به ضعف نسبی دوربینهای ترموویژن در آشکار

سازی این عیوب) و اهمیت مقره ها در تجهیزات پستهای فشار قوی و خطوط انتقال نیرو

(بخصوص به لحاظ تعداد زیاد آنها) مهمترین عوامل استقبال شرکتهای برق در آمریکا،

، آفریقای جنوبی و آسیای جنوب شرقی دربارگ گیری این دوربینها در انجام عملیات

فنی میباشد اروپا

بازرسی.

بر اساس نتایج آزمایشهای استاندارد وجود هر نقطه تولید کننده کرونا بر روی خطوط

انتقال نیرو و تجهیزات برق فشار قوی، باعث ایجاد تلفاتی معادل يك كيلو وات ساعت در

نیروی برق انتقال یافته و یا توزیع شده توسط تجهیزاتی است که نقطه تولید کننده

کرونا بروی آن قرار دارد لذا یکی از مهمترین مزایای استفاده از دوربین های کرونا،

آشکار سازی محل ایجاد تلفات کرونا و نهایتا فراهم آوردن امکان محاسبه تلفات ناشی از

کرونا و اقدام برای مینیمم سازی آن میباشد.

آنها دست یافت. در این خصوص میتوان عیب موجود بروی کلمپ به خاطر نصب نامناسب هادی در داخل کلمپ و نیز عیب موجود در محل اتصال هادی به زنجیره مقره بخاطر عدم استفاده از رینگ کرونا و نامناسب بودن طراحی و ساخت کلمپ انتهای مقره را مورد توجه قرارداد و آنها را با وضعیت بدون کرونای اتصال هادی به زنجیر مقره بخاطر استفاده از شاخکهای مناسب در انتهای زنجیر مقره مقایسه کرد.

6
-2 کرونا

هوا به عنوان مهمترین عایق در اطراف تجهیزات فشار قوی و خطوط انتقال نیروی برق متشکل از مولکولهای نیتروژن و اکسیژن غیر پلاریزه میباشد. که در حالت عادی میدان الکتریکی ناشی از تجهیزات تاثیری بر آن ندارد
های. اما الکترونهای آزاد هوا تحت تاثیر

30 کیلوولت بر سانتیمتر

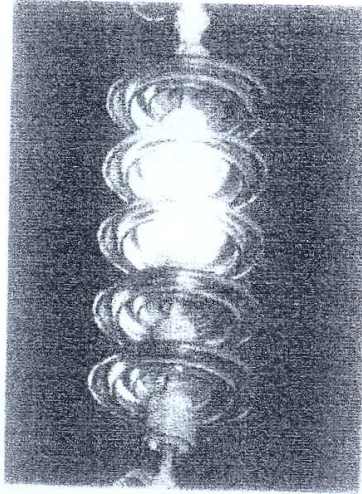
باعث افزایش انرژی الکترونهای آزاد و برخورد بیشتر الکترونها با یکدیگر میشود و در نتیجه یون های مثبت و منفی بیشتری تولید میشود. به این ترتیب مولکول های هوا یونیزه و یون های مثبت تولیدی باعث تشکیل گاز ازن میشوند. ازن تشکیل شده دارای بوی تندی بوده و موجب خرابی مولکولهای لاستیک و کائوچوی طبیعی میشود. همچنین در صورت وجود رطوبت اسید نیتريك تشکیل میگردد که اسید مذکور یکی از مهمترین عوامل ایجاد خوردگی در فلزات میباشد.

یونیزاسیون هوا به شرح فوق در اثر عدم یکنواختی میدان هیا الکتریکی که با تولید اشعه ماورای بنفش نیز همراه است را کرونا مینامیم که در صورت ماندگاری طولانی آن بر روی تجهیزات فشار قوی و خطوط انتقال نیرو موجب تخریب بیشتر سطح عایقها (مقره ها) و هادیها و یونیزاسیون روز افزون مولکولهای هوا و در نتیجه شکست عایقی هوا میگردد.



شکل 6-1 آشکار سازی محل کرونا توسط CoroCaMIV+

ماندگاری طولانی کرونا بر روی مقره سرامیکی بصورت فوق میتواند منجر به شکست عایقی هوا اتصال فاز به زمین شود بطوریکه در شکل 6-2 نشان داده شده است.



شکل 6-2 شکست عایقی هوا بر مختل شدن عملکرد ایزولاسیون مقره چینی چنانچه مشخص است چنین شکستی با چشم غیر مسلح نیز قابل مشاهده میباشد.

3-6 دوربین کرونا

اهمیت مقره ها با توجه به کاربرد میلیونی آنها در تجهیزات مختلف پستهای فشار قوی برق و خطوط انتقال نیرو بر هیچکس پوشیده نیست. این اهمیت با توجه به نقش بسیار مهم آنها در ایجاد ایمنی لازم برای تجهیزات مختلف دو چندان میشود. از طرفی به علل مختلف از جمله طراحی نادرست، ساخت با کیفیت نازل، نصب نامناسب و غیر ، آلودگیهای مختلف محیطی، شکستگیها، ترك های موئی به حال خود رها شده استاندارد

نظایر آن تعداد بسیار زیادی از این میلیونها مقره در حال کار ودر شبکه برق را مستعد

در شبکه ها وجود دارد خسارات عمده ای به تاسیسات پستها و انتقال نیرو وارد

قطع سرویس برق گردند همواره

آمده و باعث.

با توجه به مراتب فوق بازرسی های پریودیک مقرر ها (مستقل از جنس آنها) در پست های فشار قوی برق و خطوط انتقال نیرو جزء جدایی ناپذیر عملیات بهره برداری و تعمیرات پیشگیرانه شبکه های برق محسوب میگردند. تا چندی پیش بازدید چشمی و visual Inspection با اینکه روشی ابتدایی و ناکافی در بعضی مواقع مشکل و غیر ممکن مینمود ولی تنها روش بازرسی پریودیک مقرر ها بشار میرفت. علت ناکارآمد بودن این روش آن بود که بسیاری از عیوب موجود بر روی مقرر ها را نمیتوان با چشم غیر مسلح رویت نمود.

با پیشرفت تکنولوژی مختلف از جمله تهیه عکس های ترموگرافیک به کمک دوربینهای ترموویژن و بعد از آن ایجاد سیستمهای اندازه گیری دما و سیستمهای تصویربرداری (Position) در مکانهای حساس برای بررسی عیوب پست های انتقال و توزیع و سایر تجهیزات و ابزارها بازدیدهای پریودیک مقرر ها فراهم آمد.

استفاده از دوربینهای ترموویژن در عیب یابی مقرر ها به لحاظ غیرتماسی بودن آنها و فراهم آوردن امکان بازدید از فاصله دور دارای مزایای بسیار زیادی میباشد. بنابراین از آنجا که در طول زنجیر مقرر ها بر عکس یراق آلات و اتصال هادی ها جریان الکتریکی عبور نمیکند، لذا تنها در صورتی دوربینهای ترموویژن میتوانند این گونه عیوب را

آشکار نمایند که مقرها دارای عیوب بسیار گسترده و حادی باشند که حرارت حاصل از این عیوب بتواند توسط دوربین های مذکور اندازه گیری گردد. از طرف دیگر اگر چه سیستمهای Positron با قرار گرفتن در اطراف مقره ها میتوانند به خوبی وضعیت شدت میدان الکتریکی حاصل از مقره ها را اندازه گیری نموده و با این عمل مقره های معیوب را شناسایی کنند. معذک محدودیت و ضعف کاربردی این سیستمها، لزوم قرار گرفتن در کنار مقره میباشد. به عبارت دیگر سیستمهای Positron از فواصل دور قابلیت شناسایی مقره های معیوب را ندارند.

امروزه جدیدترین تکنولوژی ارائه شده در جهت عیب یابی مقره ها و حتی در مواردی Coro

CAM یا دوربینهای مایکروسکوپی استفاده از آنها در کنار دوربینهای

میتواند ابزار کامل و مناسبی برای عیب یابی ها و تست های پیشگیرانه مقره

ترموویژن

فراهم آورد

ها.

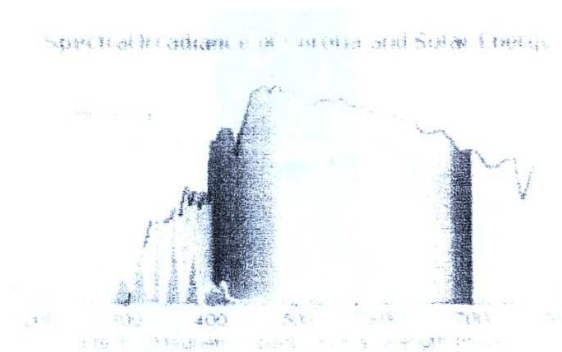
6

4- ساختار عملیاتی دوربین های کرونا

از آنجا که بروز عیوب مختلف در مقره ها باعث بر هم خوردگی و عدم هموزن شدن

میشود. لذا چنانچه بتوانیم این پدیده یونیزاسیون را در مرحله اولیه کشف و آشکار
و حتی شدت آن را اندازه گیری نماییم، خواهیم توانست به خوبی از محل و شدت
ها آگاه شویم سازیم

عیوب مقره. بدیهی است آگاهی و سپس برطرف نمودن عیوب مقره ها
در مراحل اولیه از صدمات و خسارات بزرگتر بعدی جلوگیری نماییم، آشکار سازی اشعه
ماوراء بنفش حاصل از یونیزاسیون مورد بحث (کرونا) اساس عیب یابی مقره ها را
تشکیل میدهد. تصویر زیر گستردگی طیف امواج کرونا را نشان میدهد، که در روز به
علت نورخورشید و در شب هم جز تحت شرایط خاصی با چشم غیر مسلح قابل دیدن



شکل 3-6 گستردگی طول موج امواج کرونا

تاکنون تکنیکهای متعددی برای تعیین محل و اندازه گیری شدت یونیزاسیون مورد
بحث (پدیده کرونا) بکار گرفته شده است، که از آن جمله میتوان روشهای التراسونیک
Ultra Sonic و یا تداخل با امواج رادیویی Interference Radio را نام برد اما در سال

اخیر با پیشرفت تکنولوژی ساخت نیمه هادی ها و آشکارسازهای الکترونیکی های

Ultra Violet که بنام Coro CAM معروف

میباشند به عنوان موثرترین ابزار آشکار سازی کرونا در صنعت برق بکار گرفته شده است.

دوربین های کرونا همانطوریکه در شکل نشان داده شده از قسمت های مختلفی تشکیل شده است. این دوربینها اشعه های ماوراء بنفش حاصل از کرونای روی نقره های را جذب نموده و با متمرکز کردن آن اشعه را به سیگنال های الکتریکی تبدیل

که پس از انجام پردازش لازم است که معیوب

مینمایند بر روی این سیگنالها آنها را بصورت

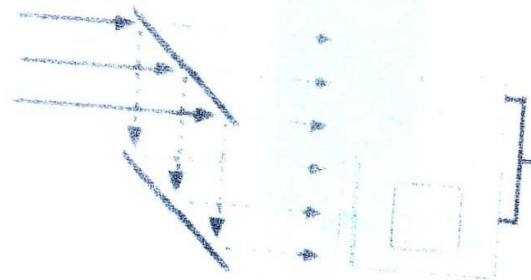
تصاویر قابل رویت در روزنه چشمی ویا به صورت سیگنالهای ویدئویی قابل ضبط در

اختیار کاربران قرار میدهد. دیدن فوری تصویر کرونا در روزنه چشمی دوربین ها این

امکان را فراهم میآورد که بسیاری از عیوب مقرره ها از جمله آلودگی های مختلف،

تجمع یاگسترده

و فرج سطحی،



شکستگیها

رطوبت، خلل

اتصالات مکانیکی
Real- Time چه در روز و چه در شب مورد مطالعه قرار

گیرد.



شکل 4-6 قسمت های تشکیل دهنده دوربینهای کرونا Coeo CAM

5-6 کاربرد دوربینهای کرونا

چون در حال حاضر دوربینهای کرونا تنها تجهیزاتی هستند که میتوانند هم در روز و هم در شب تخلیه های الکتریکی جزئی ناشی از کرونا را آشکار نمایند لذا میتوان طیف از کاربردها را برای آنها برشمرد که مهمترین آنها به قرار زیر است

وسیع:

-تعیین میزان آلودگی مقره های سیلیکونی

- آشکار کردن آسیب مقره های سیلیکونی در اثر بارانهای اسیدی و فعل و انفعالات

شیمیایی

- آشکار سازی شکستگیها و ترك های موئی (پنچری) روی مقره های چینی و شیشههای

- تعیین محل خوردگیهای فیزیکی و اتصالات مکانیکی مقره ها

- کنترل کیفیت مقره های نصب شده از نظر مکانیکی و الکتریکی در زمان تحویل

موقت پستها و خطوط انتقال نیرو

- کنترل کیفیت مقره های ساخته شده توسط سازندگان داخلی و خارجی

ضمناً پروژه های تحقیقاتی و کاربردی متعددی نیز توسط کارخانه CSIR (به عنوان تنها کارخانه سازنده این دوربین ها در سراسر دنیا) و سایر مراکز دیگری که همگی از استفاده کنندگان این دوربینها میباشند در کشورهای آمریکا، کانادا، آفریقای جنوبی، انگلستان و بلژیک، به منظور شناخت هر چه بیشتر کاربردهای این دوربینها در حال انجام میباشد. با توجه به مراتب فوق میتوان کاربرد دوربینهایی کرونا (ماوراء بنفش) را در چهار بخش کلی زیر تقسیم بندی نمود:

1- بازندهای زمینی خطوط انتقال نیرو

2- بازندهای پریودیک تجهیزات پست های فشار قوی برق

3- بازندهای پریودیک شبکه های توزیع

4- بازندهای هلیکوپتری خطوط انتقال نیرو

⁶-5-1 بازندهای زمینی خطوط انتقال نیرو

شکل صفحه بعد تصویر برداشته شده توسط دوربین کرونا از يك زنجیره مقره چینی را نشان میدهد. چنانچه در شکل مشخص است محل عیب در روی یکی از مقره های میانی قرار دارد.



شکل 5-6 تصویر کروناي مقره چینی شکسته

تصاویری که در ادامه آورده شده توسط دوربین کرونا از مقره‌های چینی معیوب در

خط انتقال نیرو را نشان میدهند

چندین. این مقره‌ها دارای عیوبی چون ترک مویی

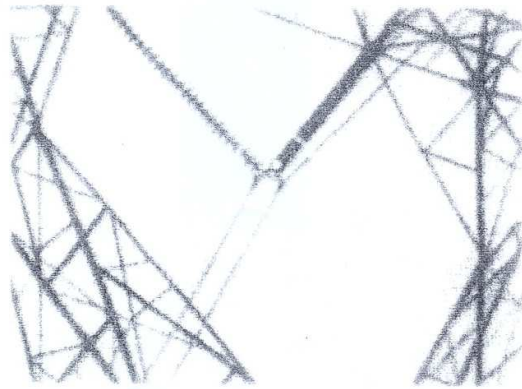
ره



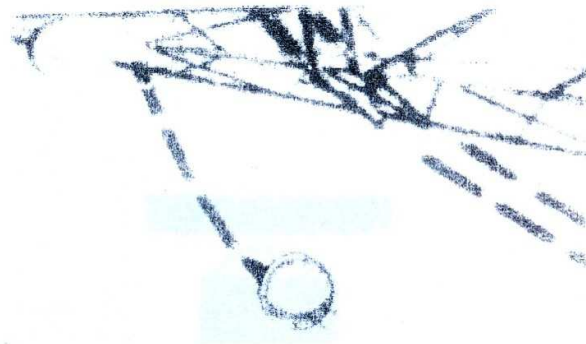
شکل 6-6 تخلیه کرونا در بین يك مقره سرامیکی



شکل 6-7 کروناى ناشى از ترك هاى موئى و چند مقره چينى



شکل 6-8 شكستگى مقره در زنجير ايزولاتور



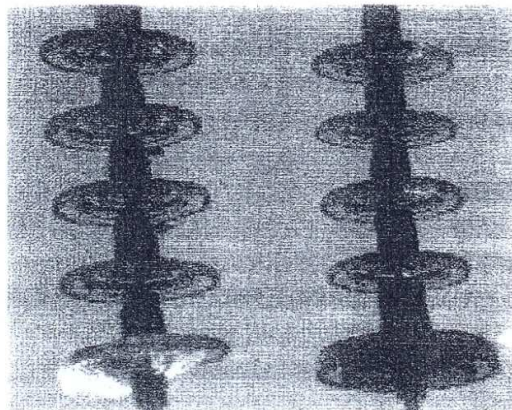
شکل 6-9 کروناى ناشى از پنچرى مقره چينى



شکل 6-10 خرابى رينگ انتهائى زنجيره مقره

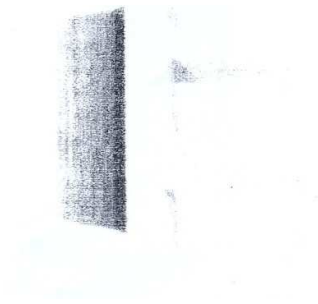
يکى از عيوب متداول در مقره هاى چينى و شيشه هاى که اکثراً منجر به صدمات عمده اى ميگردد گسترش رطوبت همراه با آلودگى در سطح اين مقره ها است. اين عيوب نيز که در شکل زير نشان داده شده ميتواند توسط دوربينهاى کرونا آشکار سازى

همانطور

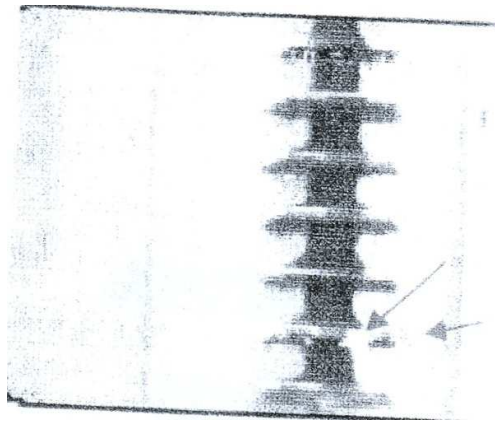


شکل 6-11 کرونای مقره انتهایی ناشی از رطوبت و آلودگی که بعد از تعویض آن پدیده رونا برطرف شده است.

امروزه کاربرد مقره های سیلیکونی باگسترش روز افزون همراه است و یکی از دلایل این امر عدم گسترش رطوبت بر روی آنها میباشد (خاصیت Hydrophobicity) شکل زیر نحوه قرار گرفتن آب بر روی این نوع مقره را نشان میدهد.



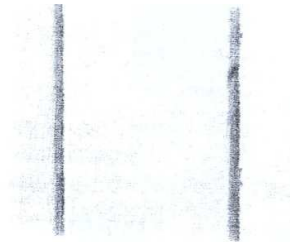
شکل 6-12 نحوه قرار گرفتن آب بر روی مقره سیلیکونی



شکل 6-13 کروناى ناشى از تجمع قطره اى آب بر روى مقره سيليكونى

يکى از کاربردهاى مشترک بين دوربين هاى کرونا و ترموويژن در بازيدهاى زمينى خطوط انتقال نيرو. مشخص نمودن گسيختگى رشته هاديهائى خطوط انتقال نيرو

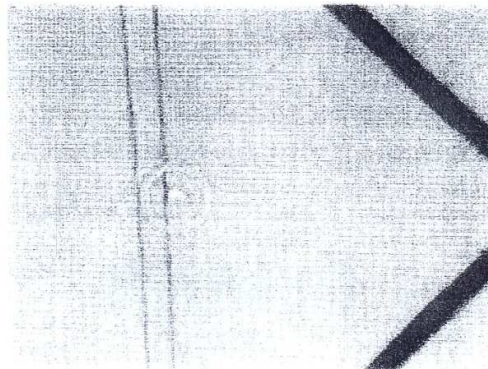
آورده شده اين



ميباشد. شکلهائى که در ادامه

موضوع را نشان ميدهد.

شکل 6-14 عکس معمولى رشته گسيخته شده از هادى خط انتقال



شکل 6-15 تصوير کروناى ناشى از رشته گسيخته شده هادى خط انتقال

بسيارى از موارد کروناى



در

بوجود آمده روی هادیهای خطوط انتقال نیرو میتواند در اثر عیوب کم ضرر یا بی ضرر باشد بطوریکه کمتر منجر به حادثه ناگواری میگردد. در این حالت نکته مهم تلفات ناشی از کرونا است که بایستی به حداقل میزان ممکن رسانده شود. به عنوان مثال آلودگی روی هادیهای خطوط انتقال نیرو و یا باقی ماندن لاشه پرنندگان و حشرات بزرگ و نشست فضولات پرنندگان بر خطوط انتقال نیرو از این قبیل موارد میباشند و چنانچه در شکل های زیر میبینید میتوان با کمک دوربین های کرونا محل تلفات را مشخص کرد و در صورت لزوم نسبت به رفع آن اقدام نمود.

شکل 6-16 تصویر کرونای ناشی از نشست فضولات پرنندگان بر وی هادی خط انتقال

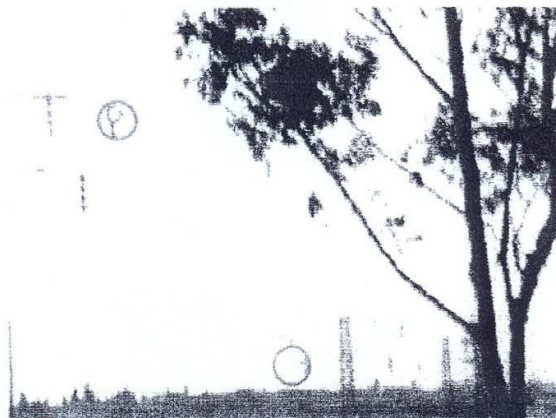
500 کیلوولت



شکل 6-17 تصویر کرونی ناشی از آلودگی روی خطوط انتقال نیرو

به عنوان آخرین نکته در خصوص کاربرد دوربینهای کرونا در عیب یابی پیشگیرانه غیر مخرب خطوط انتقال نیرو از طریق بازدیدهای زمینی باید به مزیت آنها در تصویربرداری از فواصل دور اشاره کرد. این مورد را که در تصاویر زیر نشان داده شده. میتوان به

عنوان یکی از مهمترین مزایای کاربردی این دوربینها در مقایسه با دوربینهای (Positron) دانست.



شکل 6-18 تصویر کرونی موجود در روی مقره ها از فاصله ای در حدود 300 متر

6-5-2 بازدیدهای پریودیک تجهیزات پستهای فشار قوی

کاربرد مقره های مختلف در تجهیزات پستهای فشار قوی از جمله در برقگیرها،

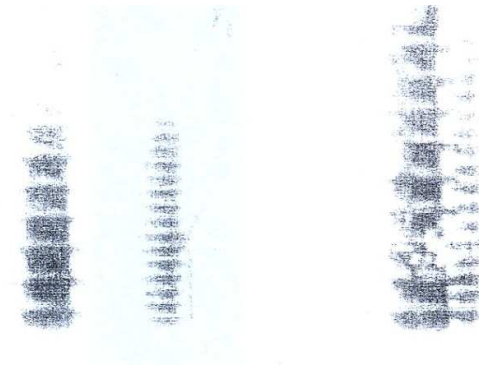
جریان وولتاژ، مقره های اتکایی، پوشینگها، بریکرها و پاس بارها حاکی از

ترانسهای

مقید بودن کاربرد دوربینهای کرنا در عیب یابی این تجهیزات میباشد. تصویر بعد

عیوب موجود بر روی مقره های مربوط به يك سکسیونر را نشان میدهد. همانطور که

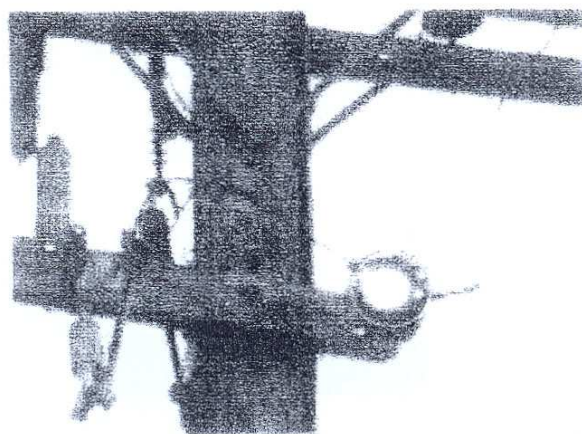
نیز اشاره شد این دوربین ها با دارا بودن توانایی شمارش تعداد فوتون آزاد شده از



شکل 6-19 عیوب موجود بر روی مقره های مربوط به يك سکسیونر در پست فشار قوی

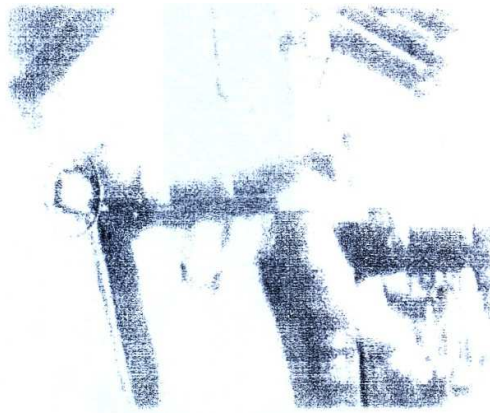
6-5-3 بازدیدهای پریودیک شبکه های توزیع

شکل زیر تصویر کرونای ناشی از يك مقره چینی شکسته شده مربوط به يك خط هوایی 20کیلو ولت را نشان میدهد. تعداد بسیار زیادی از این گونه عیوب هر ساله در شبکه های توزیع منجر به وارد آمدن خسارات مالی و حتی جانی میشود که با استفاده از دوربینهای کرونا میتوان آنها را قبل از وقوع حادثه آشکارسازی و برطرف نمود.



شکل 6-20 تصویر کرونای ناشی از يك مقره چینی شکسته شده مربوط به يك خط هوایی 20 کیلو ولت

شکل زیر نیز کاربرد دیگری از آشکار سازی عیوب در شبکه های توزیع نیرو را نشان میدهد. شکل مذکور کرونای ناشی از عیب در زانوئی (Elbow) سمت فشار قوی ترانس توزیع را نشان میدهد.



شکل 6-21 کرومای ناشی از عیب در زانوئی (Elbow) سمت فشار قوی ترانس توزیع

از کاربردهای مهم این دوربین ها در شبکه های توزیع بررسی نقاط ایجاد کننده

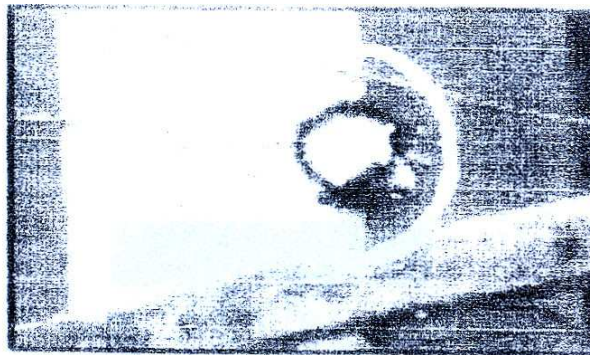
رادییوی است که

به عنوان یکی از

موثر در کیفیت

به مشترکین نام

استفاده



اغتشاشات

از آن میتوان

عوامل

انرژی تحویلی

برد با

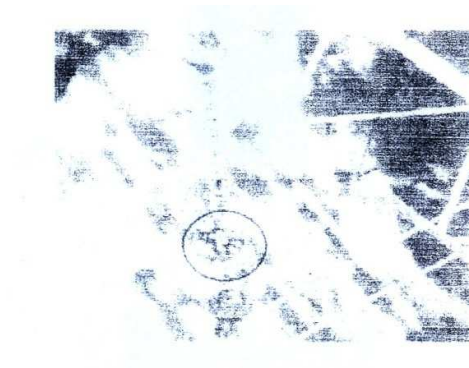
از دوربین های کرونا میتوان چنین نقاطی را پیدا کرد و با جایگزینی تجهیز مربوطه

نسبت به رفع آن اقدام نمود.

شکل 6-22 تصویر کرومای ناشی از المان تولید کننده و اغتشاشات رادیوئی

6-5-4 بازندهای هلیکوپتری خطوط انتقال نیرو

بسیاری از عیب یابی های خطوط انتقال نیرو که توسط بازندهای زمینی انجام میشود میتواند بدون هیچگونه محدودیتی توسط هلیکوپترهای مجهز به دوربین کرونا نیز انجام گیرد.

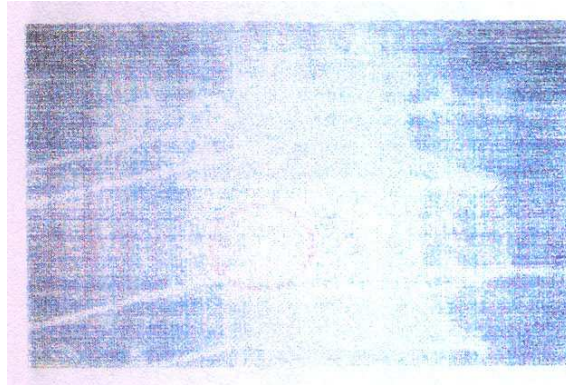


شکل 6-23 تصویر هوایی مقره پلیمری معیوب

رفتار تجهیزات خطوط انتقال نیرو و پست های فشار قوی در شرایط جوی مختلف از جمله رطوبت و مه و ترکیب هر دو در نواحی جغرافیایی مختلف میتواند توسط دوربین

های کرونا بررسی گردیده و از نتایج این بررسی ها در مراحل و اجرای پروژه ها استفاده

نمود.



شکل 6-24 نمونه‌های از بررسی وضعیت کرونای مقرره ها در هوای مه آلود

امروزه در ایران عملیات تصویر برداری کرونا بروی تعداد محدودی از تجهیزات پستهای

فشار قوی و خطوط انتقال نیرو درمشهد و تهران انجام گرفته که نتایج حاصل به شرح

زیر میباشد.

• خط انتقال 400 کیلو ولت طوس- کمال:

چنانچه درشکل های 3 تا 7 مشاهده میشود دوربین کرونا مدل Coro CAMIV+

ضمن آشکار سازی محل کرونا بر روی قسمتی از خط انتقال 400 کیلوولت طوس- کمال

میزان فوتون آزاد شده ناشی از عیب موجود بر روی این بخش از هادی را نیز مشخص

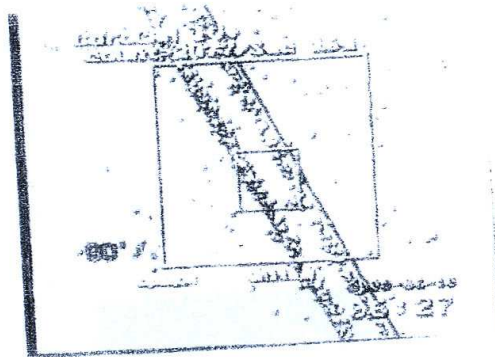
نموده است.

تعداد قابل توجه فوتون آزاد شده در هر ثانیه در این قسمت در مقایسه با سایر قسمت

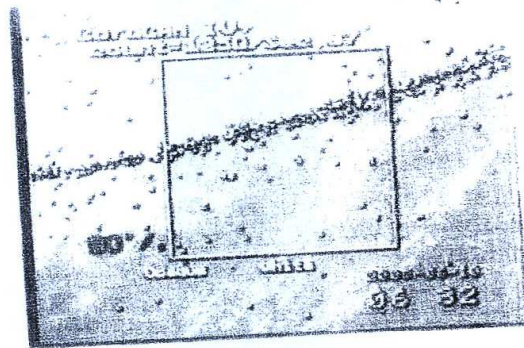
بیانگر وضعیت بسیار حاد عیب در این قسمت از هادی خط انتقال نیرو میباشد

ها.

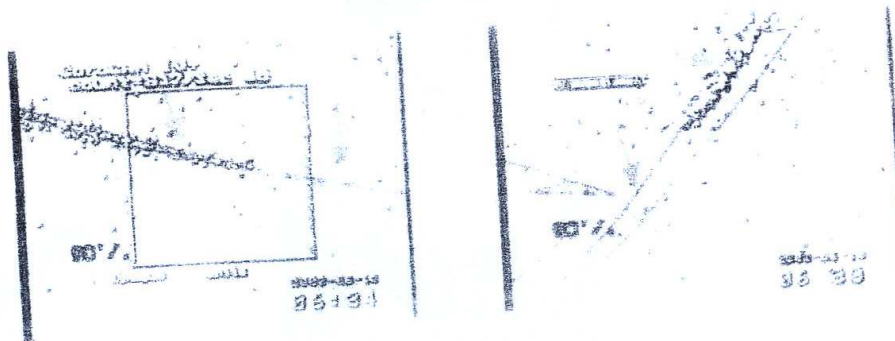
شایان ذکر است که تشخیص محل و شدت چنین عیبی بر روی هادیهای مذکور به هیچ



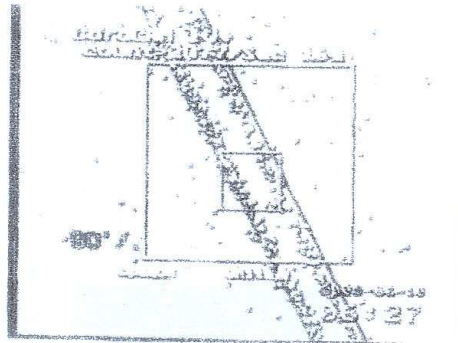
شکل ۶-۲۸ ثبت کرونا بر روی فاز B



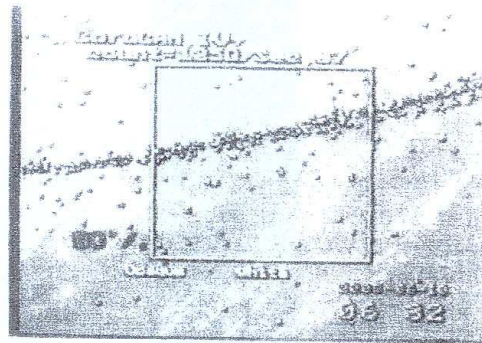
شکل ۶-۲۹ وضعیت عمومی رشادت کرونا بر روی فاز C



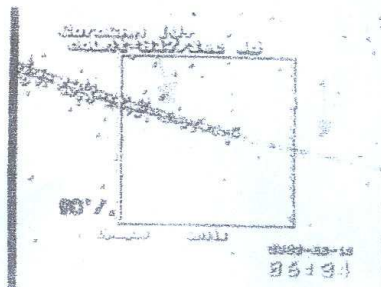
شکل ۶-۲۷ وضعیت عمومی کرونا موجود بر روی فاز B



شکل ۶-۲۸ شدت کرونا بر روی فاز B

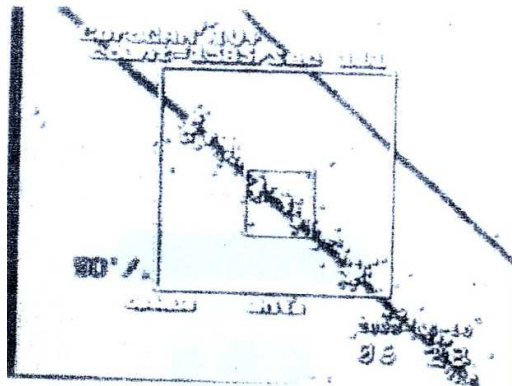


شکل ۶-۲۹ وضعیت عمومی و شدت کرونا بر روی فاز C



شکل 6-30 به توانایی دوربین کرونا در تشخیص بخش های معیوب هادی از قسمتهای

سالم هادی خط انتقال در فاز C دقت شود.



شکل 6-31 بانداول معیوب فاز B از بانداول سالم از فاصله حدوداً 70 متری قابل

تشخیص است.

• باس بار پست 230 کیلوولت کوهسنگی:

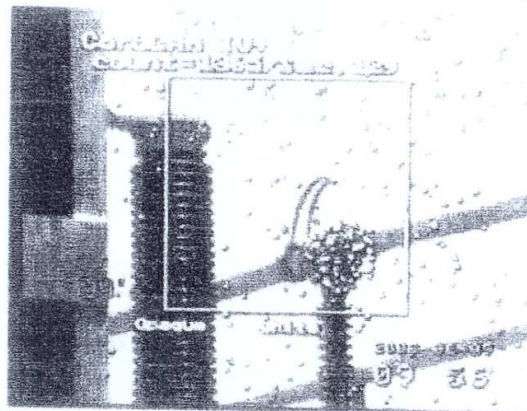
شکلهای 11 و 12 نشان دهنده محل کرونا بروی پاس بار موجود در پست کوهسنگی

میباشد. تشخیص این محل توسط دوربین کرونا مدل CoroCAMIV+ از فاصله

حدود 30 متری باس بار و در حین عملیات تصویر برداری کرونا از تجهیزات پست 230

کوهسنگی انجام

است.



کیلو ولت

پذیرفته

شکل 6-32 شدت کرونای موجود بروی باس بار فاز A (حدوداً 1400 فوتون در ثانیه)

شکل 6-33 تشخیص محل ایجاد کرونا بر روی باس بار توسط دوربین های کرونا از

فاصله حدوداً 30 متری

• اتصال هادی خط به زنجیر مقره در پست کوهسنگيك

شکل های 33 تا 35 وضعیت کرونای موجود بروی محل اتصال هادی به زنجیر مقره در

کوهسنگی را نشان میدهد وجود چنین کرونایی به مدت طولانی بر روی هادی و

مقره علاوه پست بر ایجاد

انتهای زنجیره

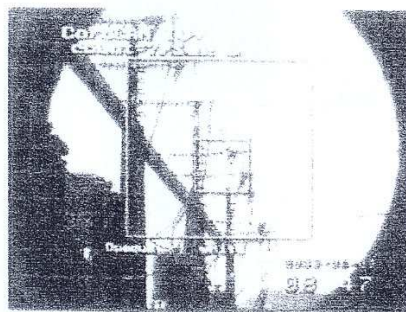
اتصال مربوطه باعث

خوردگی بر روی

انتهایی نیز خواهد

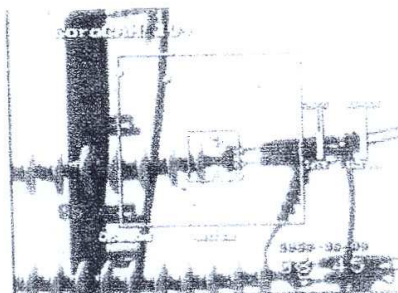
صدمه دیدن مقره

شد.

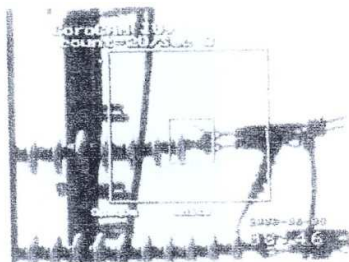


شکل 6-34 تشخیص محل عیب از فاصله حدوداً 40 متری توسط دوربین کرونا مدل

CoroCAMIV+



شکل 6-35 بزرگنمایی محل عیب شناسایی شده در شکل قبل در انتهای زنجیره مقره



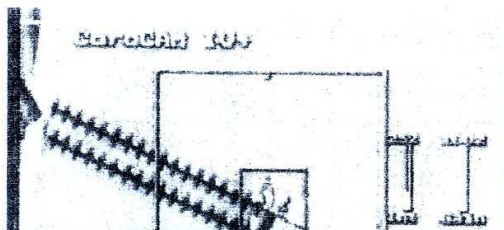
شکل 6-36 اندازه گیری شدت کرونای تشخیص داده

شده در دوتصویر قبلی (حدود 20 فوتون در ثانیه)

• خط 400 کیلوولت خروجی از نیروگاه طوس:

در تصاویر 36 و 37 کرونای موجود بر روی بخش هایی از خط 400 کیلوولت در محل

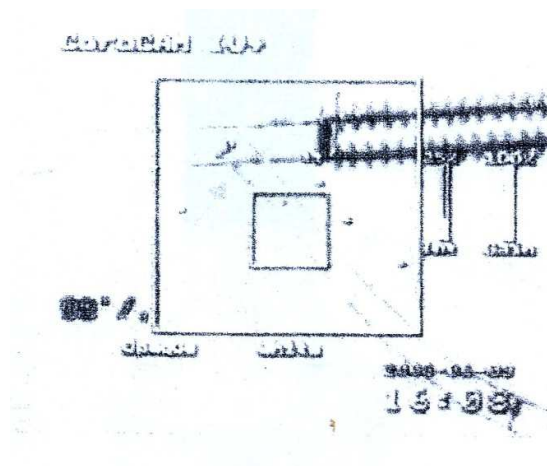
نیروگاه نشان



دکل خروجی از

داده شده است.

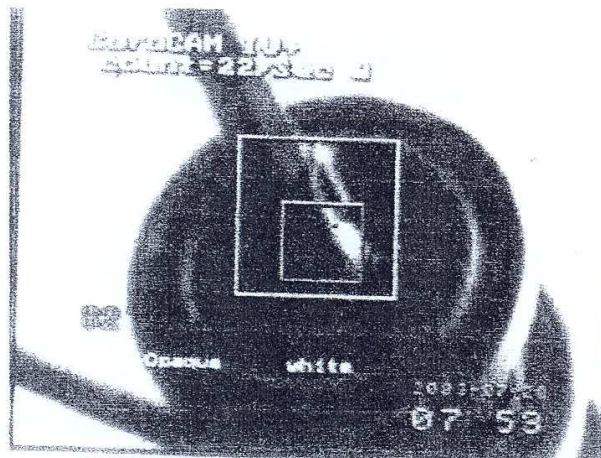
شکل 6-37 کرونی موجود بر روی رینگ یکنواخت کننده



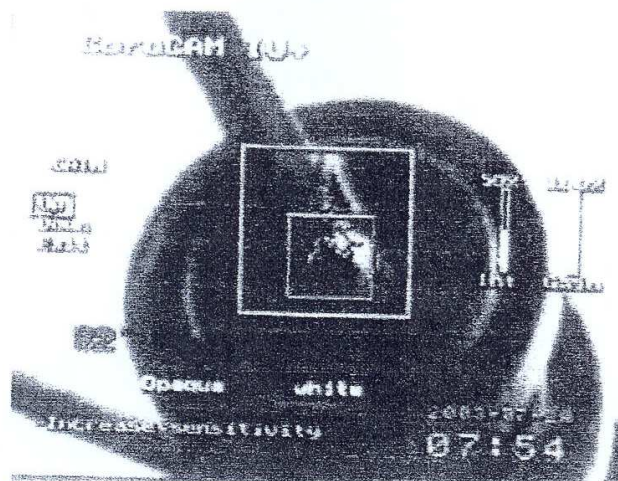
شکل 6-38 نامناسب بودن اتصال Jamper به هادی خط انتقال

• تجهیزات پست 230 کیلو ولت نیروگاه بعثت - شرکت برق منطقه ای تهران:

شکلهای 38 و 39 وجود کرونا بر روی پین انتهایی يك زنجیره مقره 230 کیلو ولت را نشان میدهند. شدت کرونا در این محل چنانچه در شکل 18 مشخص است برابر 22 فوتون در ثانیه است. این مقدار را می توان با سایر مقره ها مقایسه نمود.

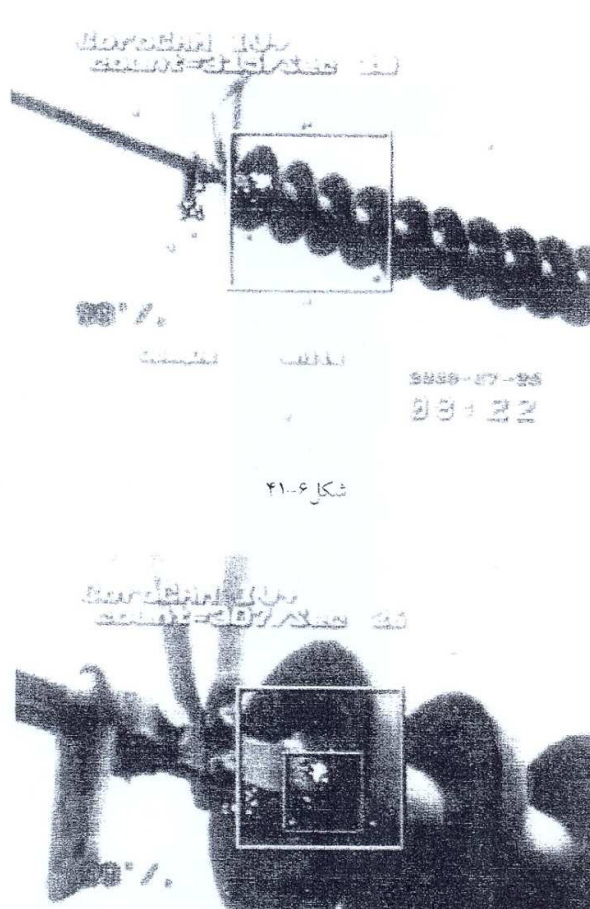


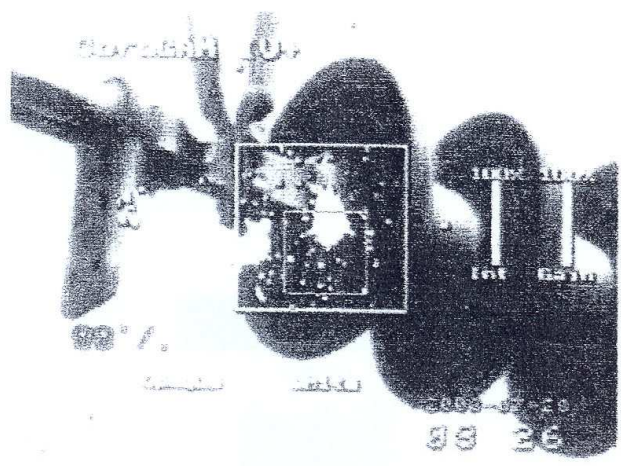
شکل ۳۹-۶



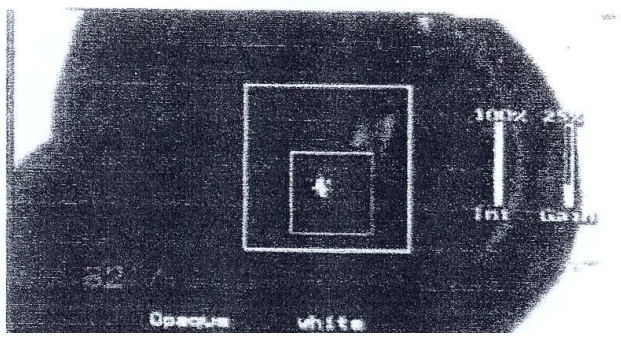
شکل 6-40

شکل های 40 و 41 و 42 چگونگی آشکارسازی محل کرونا بر روی پین انتهایی و قسمت پایین حلقه کرونا در انتهای يك زنجیره مقره 230 کیلو ولت را نشان میدهد. لازم است شدت عیب (315 فوتون در ثانیه) دراین مورد با زنجیره مقره قبلی شکل های 38 و 39 مقایسه گردد.



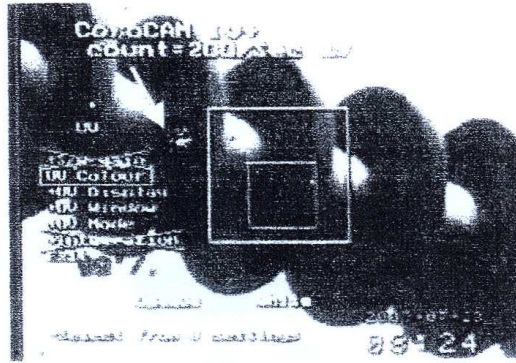


۲۲-۶ JK۳

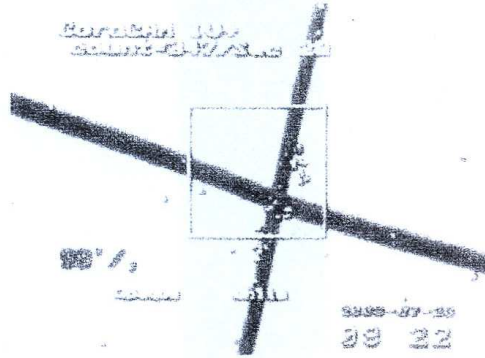


شکل 6-44

در شکل 43 عیب در قسمت کفشك مقره انتهایی يك زنجیره مقره 230 کیلو ولت آشکار شده است. در مقایسه با دو مورد قبلی که محل عیب بر روی پین انتهایی آشکار شد، در محل عیب به وضوح در کفشك انتهایی متمایز شده است



شکل ۴۵-۶ عیب احتمالی موجود بر روی محل اتصال دو پرشکاب مفره به هم



شکل ۴۶-۶

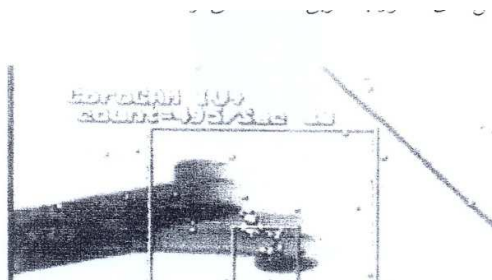


شکل ۴۷-۶

شکل های 45 و 46 و 47 مشخص کننده عیب موجود بر روی هادی متصل به يك PT میباشد. شکل های 48 تا 52 نمونه های از وجود کرونا بر روی تیغه های باز سکسیونرهای 230 کیلو ولت که تحت ولتاژ میباشند. را نشان میدهند. تفاوت شکل کرونا در هر يك از سکسیونرها و آشکارسازی دقیق محل عیب توسط دوربین کرونا در شکل های مذکور به خوبی ملاحظه میگردد.



48

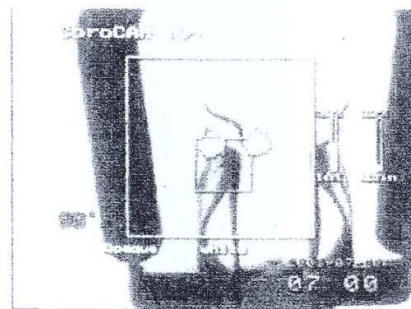


شکل 6-

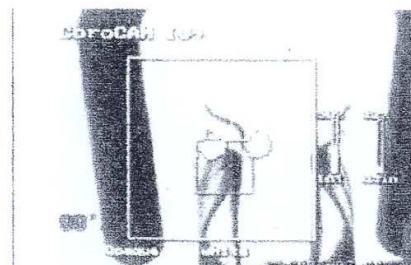
شکل 6-49



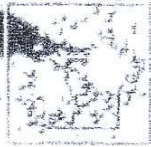
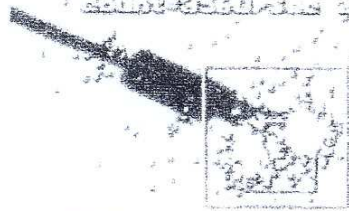
شکل 6-50



شکل 6-51



SECRET 100
SECRET-SECRET-SECRET 100



SECRET

SECRET

SECRET-SECRET-SECRET

SECRET



شکل 6-53



فصل هفتم

بررسی روغن ترانسفورماتورها و روشهای بازرسی آن

1-7 مقدمه

در صنعت برق روغن‌ها کاربرد وسیعی دارند که عمده ترین آن استفاده در ترانسفورماتورها بعنوان عایق الکتریکی و سیال خنک کننده می باشد. روغن عایق ترانسفورماتور خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه ای دارد و جهت کنترل مداوم وضعیت ترانس لازم است کیفیت روغن آن بصورت مستمر کنترل گردد و تا در صورت وجود مشکلی در عملکرد ترانس عیب سریعاً شناخته شده و نسبت به رفع آن اقدام و از وقوع حوادث بعدی جلوگیری بعمل آید.

ترانسفورماتورهای قدرت عناصر کلیدی يك سیستم قدرت میباشند و عملکرد صحیح و عیب ترانسفورماتورها در سیستمهای قدرت از اهمیت فوق العادهای برخوردار

بدون

است. قابلیت اطمینان يك ترانسفورماتور تحت تاثیر وضعیت مواد عایقی بکار رفته در آن میباشد این موضوع بخصوص در مورد ترانسفورماتورهای فرسوده که زمان زیادی از عمر طراحی آنها میگذرد اهمیت بیشتری خواهد داشت با توجه به افزایش روزافزون ترانسفورماتورهای فرسوده در صنعت برق اهمیت ارزیابی وضعیت عایقی ترانسفورماتورها روشن تر میشود. مساله مهم و نگران کننده در مورد

عایق ترانسفورماتور افزایش میزان رطوبت عایق (کاغذ و روغن) میباشد. بطور معمول عمر مفید هر ترانس در هنگام طراحی 25 تا 30 سال در نظر گرفته میشود. و بر این اساس طراحی مناسب و قابل اطمینان آن انجام میشود. با این وجود در سیستمهای درسراسر دنیاو از جمله در کشور ما ترانسفورماتورهایی وجود دارند که مدت قدرت

زیادی از عمر مفید آنها سپری شده است ولی همچنان در شبکه بکار گرفته میشوند. دلیل عمده برای بکارگیری دراز مدت این نوع ترانسفورماتورها هزینه بالای تعویض ترانسفورماتورها میباشد. از لحاظ افزایش کارایی سیستمهای قدرت و کاهش عیب یابی تجهیزات الکتریکی به ویژه در مورد ترانسفورماتورها همواره مورد توجه بوده و در حفظ قابلیت اطمینان شبکه های قدرت و کاهش هزینه های تعمیر و نگهداری تجهیزات نقش مهمی داشته است.

همانطور که گفته شد در مورد ترانسفورماتورها شایع ترین و به عبارت دیگر پرخطر ترین عیوب ممکن در ناحیه سیستم عایقی آنها قرار دارد. از این رو ارزیابی به موقع و صحیح وضعیت سیستم عایقی و تشخیص میزان فرسودگی در تخمین عمر مفید باقی مانده ترانسفورماتور بسیار مفید خواهد بود.

دراین راستا با توجه به خواص وویژگیهای عایق مناسب و انتخاب صحیح مواد عایقی در افزایش کارایی و عمر مفید ترانسفورماتورها يك فاکتور اساسی به شمار می رود مواد

بررسی خواص و ویژگیهای روغن بکار رفته در ترانسفورماتورها قدرت پرداخته میشود و سپس تاثیر تنشهای حرارتی، مکانیکی و هیدرولیکی در فرسودگی آن بررسی میگردد.

7
2- عایق روغن

(Mineral Oil) است. مزیت عمده

استفاده از روغن در سیستم ترانسفورماتور این است که علاوه بر عایق کاری در خنک کاری و نیز خاموش کردن قوسهای الکتریکی نیز نقش عمده ای خواهد داشت روغن بکار رفته در ترانسفورماتور بایستی دارای ویژگیهای زیر باشد:

1
2- چسبندگی کم 3- قابلیت خاموش کردن سریع قوس

الکتریکی 4- دمای خمیری شدن پایین 5- دمای اشتغال بالا 6- مقاومت کافی در برابر الکتریسیته ساکن 7- عدم وجود اسیدهای معدنی و ترکیبات قلیایی و سولفات های مخرب.

روغن ترانسفورماتور باید از نوع روغن عایق استفاده نشده و بدست آمده از پالایش و تصفیه نفت باشد. این روغن باید از محصولات نفتی خالص با پایه تفتان یا پارافین باشد. روغن باید بدون هر گونه ماده ضد اکسیدکنندگی و یا (سایر مواد افزودنی) و مطابق با استاندارد IEC-296 باشد. مشخصات روغن استاندارد ترانسفورماتور به

تفصیل در جداول 1-7 و 2-7 آورده شده است.

جدول 7-1 مشخصات روغن ترانسفور ماتور استاندارد به تفکیک کلاس محیط نصب

ترانسفور ماتور

کلاس ۲	کلاس ۱	واحد	مشخصات
کوچکتر یا مساوی ۱۱۰ کوچکتر یا مساوی ۲۵ <hr/> - کوچکتر یا مساوی ۱۸۰۰	کوچکتر یا مساوی ۱۶۷۵ کوچکتر یا مساوی ۴۰ کوچکتر یا مساوی ۸۰۰ <hr/>	میلی متر مربع بر نائیه در درجه حرارت ۴۰C در درجه حرارت ۲۰C در درجه حرارت ۱۵C در درجه حرارت ۳۰C	چسبندگی جنبشی
بزرگتر یا مساوی ۱۳۰	بزرگتر یا مساوی ۱۴۰	درجه سانتی گراد	درجه حرارت اشتعال
کوچکتر یا مساوی -۴۵	کوچکتر یا مساوی -۳۰	درجه سانتی گراد	درجه حرارت خمیری شدن

جدول 7-2 مشخصات روغن استاندارد ترانسفور ماتور مشترك برای کلاسهای 1 و 2

مشخصات	واحد	معیارهای مشترك برای کلاسهای 1 و 2
شکل ظاهری		رنگ روشن و بدون مواد معلق
چگالی	کیلو گرم بر دسی متر مکعب در ۲۰ درجه سانتی گراد	کوچکتر یا مساوی ۰/۸۹۵
کشش سطحی	نیوتن بر متر در ۲۵ درجه سانتی	بزرگتر یا مساوی ۹۰×۱۰
درجه خنثی بودن	میلی گرم پتاس بر گرم روغن	کوچکتر یا مساوی ۰/۰۳
خورندگی گوگردی		غیر خورنده
مقدار آب محلول	میلی گرم بر گرم روغن	کوچکتر یا مساوی ۴۰
مواد افزودنی ضد اکسید کننده		غیر قابل تشخیص
مقدار لجن روغن	درصد وزنی روغن	کوچکتر یا مساوی ۰/۱
ولتاژ شکست عایقی	کیلوولت، روغن قبل از تصفیه روغن بعد از تصفیه	بزرگتر یا مساوی ۶۰ کیلو ولت بزرگتر یا مساوی ۵۰ کیلو ولت
ضریب تلفات عایقی	در ۹۰ درجه سانتیگراد و فرکانس ۶۰ تا ۴۰ هرتز	کوچکتر یا مساوی ۰/۰۰۵

روغن بکار رفته نباید تبخیر و یا شعله ور شود و به لحاظ شیمیائی پایدار بوده و تغییر کیفیت پیدا نکند و در سردترین شرایط، بصورت مایع بوده و در گرمترین شرایط نسبت به اکسیداسیون مقاوم باشد. با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه آذربایجان روغن کلاس 2 با پایه هیدروکربنی نفتنیک و فاقد هر گونه ماه افزودنی که مطابق با استاندارد باشد مناسبترین روغن است. عوامل مختلف میتوانند کیفیت روغن ترانسفور

را کاهش دهند که مهمترین این عوامل عبارتند از
ماتور:

- درجه حرارت زیاد و نقاط داغ
 - وجود تخلیه الکتریکی در داخل ترانس
 - نفوذ آب و رطوبت در روغن
 - اکسیداسیون روغن
 - وجود ناخالصی های خارجی و ذرات معلق در روغن
- روغنهای ترانس با توجه به ترکیب و درجه پالای آن متناسب با و ناخالصیهایی که ممکن است در آن وجود داشته باشد پایداری خود را از دست داده و پس از تجزیه با اکسیژن هوا ترکیب شده و لجن تولید میکند که این عمل را فساد روغن مینامند. روغن در ابتدای اکسیداسیون تولید اسیدهای محلول میکند و در نهایت باعث تشکیل لجن رنگ و چسبیده‌های میشود که بر روی دیواره ها و کف ترانسفورماتور و اطراف سیم

لازم به ذکر است که روغن موجود در داخل ترانس تحت بار به تدریج و با آهستگی

میشود

فاسد. علت این امر آن است که روغن ترانس به منظور انتقال حرارت از داخل

ترانس به بیرون (به علت اختلاف دما و اختلاف ویسکوزیته ناشی از آن) دائماً در حال

گردش است و در حین گردش زمانی که در حوالی و در بین سیم پیچها قرار میگیرد

تنش الکتریکی و در عین حال حرارتی قرار میگیرد و در هنگامی که به داخل

ترانس میرسد این تنش از بین میر تحت

رادیاتورهای و در این عمل مرتباً تکرار شده و با تکرار

شکستگی در پیوندهای مولکولی روغن ایجاد و در نهایت گسیختگی و فساد در

صورت میگیرد عمل

روغن. عمل با جذب اکسیژن گرم و تا اندازه ای محلول در روغن و

این

کاتالیزور مس و نقاط داغ و قوس الکتریکی و نیز وجود رطوبت، تقویت و سد
وجودرعت

آن افزایش مییابد. بنابراین باید گفت که روغن ترانسفورماتور ماده ارزشمندی است که

با بهرهبرداری صحیح و کنترل کیفیت مداوم آن میتوان عمر مفید تجهیزات گرانبهتری

مانند ترانسفورماتور را افزایش داده و راندمان و کارکرد این تجهیزات را بهتر نمود.

به اشکالات موجود در ترانس برد برد وضعیت آن را پیش بینی نمود و به تبع آن

پی

اقدامات پیشگیرانه لازم را انجام داد تا از وقوع حوادث و مشکلات بعدی جلوگیری کرده

و حداقل امکان از شدت آنها کاست و با مشخص نمودن زمان تصفیه فیزیکی سبب

مجدد روغن شده و مانع از تعویض های بی مورد روغن شد

بازیابی.

(2) اندازه گیری مقدار رطوبت

(3) اندازه گیری ویسکوزیته

(4) اندازه گیری مقدار کشش بین سطحی

(5) اندازه گیری عدد اسیدی کل

(6) تعیین نقطه اشتعال

7-3-1 آزمایش گازکراماتوگرافی

این آزمایش، گازهای محلول در روغن را شناسایی و مقدار آن را تعیین مینماید و در حال

حاضر در اغلب کشورهای دنیا یکی از معمول ترین روشها در جهت شناسایی و ارزیابی

عیوب تجهیزات الکتریکی حاوی روغن عایق میباشد. انجام این آزمایش بسیار حساس و

بسیار وقت گیر است که بایستی با استفاده از افراد مجرب و با دقت نظر بالا صورت

گیرد. در این شرکت از دستگاه GC مدل 14A شیمادز و همراه با جداکننده روغن وگاز

که بطور اختصاصی برای روغنهای عایق طراحی گردیده استفاده میشود و این دستگاه دارای ستونهای خاصی میباشد که قادرند گازهای $\text{CO}, \text{CO}_2, \text{C}_2\text{H}_4, \text{C}_2\text{H}_2, \text{H}_2$ و $\text{N}_2, \text{C}_2\text{H}_4, \text{O}_2, \text{CH}_2$ را شناسایی و مقدار آن را تعیین میکنند و پس از محاسبه TCG و نسبتهای مختلف مورد نیاز و با استفاده از روشها و استانداردهای جهانی و شناخته شده و نیز با توجه به پیشینه و عمر ترانس و عملکرد سالیان گذشته ترانسفورماتور، تجزیه و تحلیل لازم انجام مییابد. این تجزیه و تحلیل نیاز به کارشناسان با دانش فنی بسیار بالا و تجربه زیاد دارد. تا اشکالات موجود در ترانس از قبیل نقاط داغ اشکالات حرارتی روغن، اشکالات حرارتی در مجاورت عایق کاغذی، تخلیه الکتریکی، کرونا و... را تشخیص داده و اقدامات مورد نیاز برای رفع اشکال یا اثرات آن انجام یابد و از بروز اشکالات بزرگتر و خطرناکتر جلوگیری شود. در فصل بعد به مبحث گاز گراماتوگرافی بطور کامل پرداخته شده است.

7-3

-

2 رطوبت

وجود رطوبت در روغن مضر بوده و باعث تضعیف خواص الکتریکی و کاهش استقامت

روغن و در نهایت منجر به

عایقی زوال عایق کاغذی میشود. بنابراین در ترانس ایزوله

دانستن مقدار رطوبت بسیار مهم و ضروری است تا بتوانیم این نظریه کارشناسی زمان

تصفیه فیزیکی تعیین گردد به صورتی که میزان رطوبت از حد مجاز فراتر نرود.

بهترین روش تعیین میزان رطوبت در روغن تیراشینون الیکتریک و ترموگرافیک میزبان رطوبت

موجود در روغن برحسب درصد اشباع سنجیده میشود. درصد اشباع عبارت است از

میزان آب موجود در روغن تقسیم بر ماکزیم مقدار آبی که میتواند در روغن نفوذ کند

هنگامی که آب موجود در روغن تقسیم بر ماکزیم مقدار آبی که میتواند در روغن نفوذ
30٪ اشباع برسد لازم است تا روغن تعویض

گردد.

3-3-7 ویسکوزیته

یکی از مهمترین مشخصه‌های روغن ترانسفورماتور ویسکوزیته آن میباشد. هر چه

ویسکوزیته کمتری داشته باشد سیالت آن بیشتر بوده و فرایند انتقال حرارت از

ترانس را به روغن

هسته‌تر انجام میدهد. ویسکوزیته روغن ارتباط مستقیم با دما دارد.

بطوریکه با کاهش دما ویسکوزیته بشدت افزایش مییابد لذا در مناطقی سردسیر

آذربایجان ضروری است که روغن مورد استفاده در ترانسفورماتورها در دماهای

ویسکوزیته روغن با میزان آلودگی و تجزیه روغن ارتباط مستقیم داشته و تشکیل لجن و زوال و فساد روغن بیشترین تاثیر را روی ویسکوزیته میگذارد و افزایش غیر طبیعی و غیر معقول ویسکوزیته در روغن ترانسفور ماتور در حال بهره‌برداری، نشاندهنده زوال روغن و تشکیل لجن در آن میباشد. لازم به ذکر است که آزمایش ویسکوزیته یکی از آزمایشات مورد نیاز برای تعیین کلاس روغن نیز میباشد در هنگام خرید روغن جهت کلاس و مرغوبیت آن باید این آزمایش حتماً صورت گیرد.

تائید.

7-3

-

4 کشش بین سطحی

پارامتر بیانگر کشش سطحی در فصل مشترك آب و روغن بوده و بـ

این‌یان کننده نیروی

مولکولی بین مولکولهای روغن و آب در فصل مشترك آنها میباشد

جاذبه. هر چه میزان

رطوبت روغن و نیز آلودگی و سرعت زوال روغن افزایش یابد میزان کشش سطحی

کاهش میباشد. بطوریکه میزان کشش بین سطحی روغن و آب میتواند معیار بسیار

برای تشخیص تشکیل و یـ

مناسبی، عدم تشکیل لجن باشد.

معیاری جهت تعیین عمر مفید روغن محسوب گردد. افزایش ناگهانی اسیددیده بیانگر شرایط کار غیر عادی ترانسفورماتور میباشد.

عدد اسیدی کل یکی از پارامترهای مهم روغن ست که جهت تعیین پیری شیمیایی و مفید روغن بسیار کاربرد داشته و با اندازه گیری آن میتوان به میزان اکسیداسیون

پی برد عمر

روغن.

7-3

-

6 نقطه اشتعال

نقطه اشتعال دمایی است که در آن فشار بخار روغن به میزانی رسیده است که بخارات سطح آن در مخلوط با هوا يك تركيب قابل اشتعال ایجاد کرده و با نزدیک کردن يك شعله (تحت شرایط از پیش تعیین شده) به آن، جرقه زودگذر ایجاد میکند. میزان این در مورد روغن بایستی به اندازه کافی زیاد باشد تا هم از آتش سوزی احتمالی شده و هم سطح روغن در ترانس ثابت بماند پارامتر

فصل هشتم

گاز کروماتوگرافی

1-8 مقدمه

در این فصل به مفهوم گاز کروماتوگرافی و روشهای مختلفی آنالیز نتایج حاصل از گاز کروماتوگرافی پرداخته شده است.

8

2- گاز کروماتوگرافی

گاز کروماتوگرافی یعنی تجزیه و تشخیص نوع و مقدار گازهای حل شده در عایق مایع را میتوان به عنوان یکی از آزمونهای غیر مخرب نامید. این روش امروزه بسیار معمول شده است البته باید یادآور شویم که مایع قادر است مقدار قابل توجهی گاز در خود حل کند برای تعیین مقدار گاز حل شده در مایع مثلاً در درون روغن ترانسفورماتور از واحد

روغن بعد از حل مقدار معین گاز به ا شباع میرسد و قابلیت حجم بیشتر گاز را ندارد. مقدار گاز قابل حل در روغن بستگی به نوع گاز و درجه حرارت روغن دارد در صورتیکه در داخل روغن ایجاد گردد و سرعت ایجاد گاز زیاد باشد مقداری از گاز در داخل روغن

گاز

میشود ولی پس از اشباع روغن گازهای حل شده در روغن خارج میشوند

گاز از روغن خارج شود. این حالت گاهی در کاهش سریع درجه حرارت روغن بر اثر عوامل جوی مشاهده شده است.

گازهای حل شده در روغن شامل تمام گازهای تولید شده در آن میباشد. اگر گاز در مجاورت روغن قرار گیرد در آن حل میشود. لذا مقدار قابل توجهی هوا (ازت و اکسیژن) و گاز کربنیک در روغن وجود دارد. مگر آنکه با کمک خلاء گازها از آن خارج گردند. حل تولید شده در روغن نیز در طول زمان وارد هوای مجاور میشوند و مقداری هوا میشود ولی روغن خیلی زودتر از هوا اشباع میشود گازهای

وارد روغن. تمام گازهای تولید شده،

در روغن نمیمانند مقداری از این گازها از راه مجاورت روغن با هوا از روغن خارج میشوند.

باگرم و سرد شدن هوا روغن بر اثر تغییر بار یا تغییر درجه حرارت محیط روغن بین مخزن و منبع انبساط حرکت میکند. و به این ترتیب مقداری گاز همراه روغن از مخزن منبع و از آنجا به هوای خارج میرسد در نت

بهیجه مقدار گاز تولید شده و گاز حل شده در

یک حد معینی باقی میماند. در صورتیکه تمام گازهای تولید شده در ترانسفورماتور

در روغن حل شوند در حال خروج از مخزن به منبع انبساط در استکان رله

جمع میشوند نتوانند

در روغن بیشتر تولید میشود. با جدا کردن گازهای حل شده از روغن و تجزیه آنها میتوان به عیوب احتمالی ترانس پی برد.

برای جدا کردن گازها از یکدیگر مخلوط آنها را با گاز حاصل از ستون جدا کننده یا غربال مولکولی عبور میدهند. این ستون شامل يك لوله نازك حاوی مقداری ذرات شن است. سرعت سیر مولکولهای مختلف در این ستون متفاوت است به این دلیل در عبور از این ستون انواع گازها از آن از یکدیگر جدا میشوند. مدت زمان عبور مشخص کننده گاز است. دستگاه تشخیص دهنده وجودگاز را در خروج از ستون تشخیص میدهد. ازگاز

برای حمل گاز مورد نظر استفاده میشود
حاصل. این گاز برای تشخیص دهنده حالت

خنثی دارد. برای جدا کردن گاز از روغن میتوان گاز حاصل را به صورت حبابهای زیر از روغن عبور داد تا گازهای حل شده در روغن وارد گاز حاصل، شود لازم به تذکر

از خلاء نیز میتوان برای این منظور استفاده کرد داخل

است که.

8

3- آنالیز نتایج حاصل از کروماتوگرافی

برای آنالیز نتایج حاصل از کروماتوگرافی روشهای مختلفی وجود دارد که در ادامه به
(Dörnen Bergrs Ratio Methol)

در این روش نسبت گازهای مشخص شده در جدول 8-1 تعیین میگردد و سپس در صورتی که حداقل مقدار یکی از گازها از مقادیر بحرانی مشخص شده در جدول تجاوز صورتی

8-3 نوع عیب مشخص میگردد.

جدول 8-1 نسبتهای تعریف شده برای روش نسبت دورنبرگ

نسبت	CH4/H2	C2H2/C2H4	C2H2/CH4	C2H6/C2H2	C2H4/C2H6
علامت اختصاری	R1	R2	R3	R4	R5

جدول 8-2 مقادیر بحرانی گازها در روش نسبت دورنبرگ

گاز	H2	CH4	CO	C2H2	C2H4	C2H6
مقدار بحرانی (PPm)	100	120	350	35	50	65

جدول 8-3 عیب یابی با روش نسبت دورنبرگ

نوع عیب	R1	R2	R3	R4
تخریب حرارتی	بزرگتر از 0/1	کوچکتر از 0/75	کوچکتر از 0/3	بزرگتر از 0/4
کرونا	کوچکتر از 0/1	بی اهمیت	کوچکتر از 0/3	بزرگتر از 0/4
فوس الکتریکی	بین 0/1 و 1/0	بزرگتر از 0/75	بزرگتر از 0/3	کوچکتر از 0/4

8-3-2 روش نسبت راجرز (Rogers Ratio Method)

در این روش ابتدا نسبت گازهای مشخص شده در جدول 8-4 اندازه گیری شده و سپس با توجه به توضیحات جدول نوع عیب مشخص میشود هفت تا عدد 1 در جدول

نشان دهنده این است که مقدار واقعی نسبت بزرگتر از 1/0 میباشد در صورتی که عدد

صفر نشان دهنده این است که مقدار واقعی نسبت کمتر از 1/0 میباشد.

جدول 4-8 تشخیص عیب با استفاده از روش نسبت راجرز

CH4/H2	C2H6/CH4	C2H4/C2H	C2H2/C2H	نوع عیب
0	0	0	0	تخلیه جزئی اگر CH4/H2 برابر ۰/۱ باشد
1	0	0	0	افزایش دمای کم پایین تر از ۱۵۰ درجه سانتیگراد
1	1	0	0	افزایش دمای متوسط بین ۱۵۰ درجه و ۲۰۰ درجه سانتی گراد
0	1	0	0	افزایش دمای زیاد بین ۲۰۰ درجه تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد
0	0	1	0	افزایش های عادی
1	0	1	0	جریان گردش و یا افزایش دما در نقاط اتصال
0	0	0	1	Flashover
0	1	0	1	افزایش دما در سلکتور تپ چنجر
0	0	1	1	قوس الکتریکی

3-3-8 روش نسبت راجرز پیشرفته

در این روش که مبتنی بر استاندارد IEC599 میباشد نسبت گازهای مشخص شده در

جدول 5-8 اندازه گرفته شده و با توجه به ستون سوم همین جدول که مربوط به هر

نسبت مشخص میشود سپس بنا به جدول 6-8 نوع عیب مشخص میشود.

جدول 5-8 در روش نسبت راجرز پیشرفته

کد	محدوده	نسبت گاز
۵	کمتر از ۰/۱	CH4/H2
۰	بین ۰/۱ و ۱/۰	
۱	بین ۱/۰ و ۳/۰	
۲	بیشتر از ۳/۰	
۰	کمتر از ۱/۰	C2 H6/CH4 (R4)
۱	بیشتر از ۱/۰	
۰	کمتر از ۰/۵	C2H2/C2H4 (R2)
۱	بین ۰/۵ و ۳/۰	
۲	بیشتر از ۳/۰	

جدول 6-8 تشخیص عیب با استفاده از روش نسبت راجرز پیشرفته

نتیجه گیری و پیشنهادات

تمام سیستمهای N.D.T رابطه نزدیکی با هم دارند و با توجه به موارد کاربرد ممکن است به تنهایی یا همراه با دیگری مورد استفاده قرار گیرند. انتخاب بهترین روش به نوع عیب موجود و شکل و اندازه قطعات مورد آزمایش بستگی دارد
بیشتر.

روشهای مختلفی تستهای غیرمخرب به طروق بسیار متفاوتی مورد استفاده قرار گیرند و محدوده وسایل مورد دسترس نیز بسیار وسیع است. هنگامی که از سیستم های آزمون های غیرمخرب استفاده میشود، باید دقت کافی به خرج داده مراحل کنترل کرد بطوریکه نه تنها اطلاعات کیفی بلکه اطلاعات کمی نیز بدست آورد. ضروری است که امکان خطرناکترین عیبهای يك قطعه قبلاً پیش بینی شود. تا اینکه بتوان انواع اندازه های محدود عیب های بالقوه خطرناك را حدس زد.

استفاده از روشها و سیستم های آزمون های غیر مخرب زمانی میتواند موفقیت آمیز باشد که متناسب با قطعات مورد آزمایش و معایب مربوطه باشد و اپراتور نیز باید دارای تجربه وآموز شکافی باشد و استاندارد پذیرش مناسب با هر نوع مشخصات ناخواسته قطعات مورد آزمایش را بشناسد.

استاندارد نامناسب ممکن است عیب های کم اثر یا بی اثر را بر روی عملکرد محصول

یکی از فوائد بدیهی و روشن استفاده صحیح تستهای غیر مخرب، تعیین هویت معایب است که اگر بدون تشخیص درقطعه باقی بماند موجب شکست فاحه آمیز قطعه و

بروز خسارت های مالی و جانی فراوان خواهند شد

درنتیجه.

بکارگیری هر يك از سیستم های بازرسی متحمل هزینه است ، اما اغلب استفاده موثر از

بازرسی مناسب موجب صرفه جوئی های مالی قابل ملاحظه ای خواهد شد نه

اختصارات

CB	Circuit
	Beaker
CORO CAM	Corona
	Camera
LA	Lighting
	arrester
NDT	Non Destructive
	testing

واژه نامه

A

Acute

افزایش درجه حرارت بحرانی

overheating

C

Circuit breaker

مدار شکن

corona Camera

دوربین کرونا

Coordinate

مختصات

کمیتی که با يك مقدار محاسبه شده یا مشاهده شده جمع میگردد تا مقدار واقعی

Correction

بدست آید.

D

Dynamic stability

پایداری دینامیکی

Developed

افزایش درجه حرارت توسعه یافته

overheating

L

Lighting

برقگیر

arrester

M

Mineral Oil

روغن معدنی

N

Non Destructive testing

تست های غیر مخرب

P

Power angle

زاویه توان

Preset

قرار دادن مقادیر و شرایط اولیه قبل از عمل کنترل و یاهر عمل دیگر

S

Synchronous

همگام

Steady state stability

پایداری در حالت مانا

Sweing equantion

معادله نوسان

Switchgear

کلید افزار

T

Transient stability

پایداری در حالت گذرا

Torque angle

زاویه گشتاور

U

Ultra Sonic

فراصوتی

Ultra Violet

ماورا بنفش

V

Visial Inspection

بازدید چشمی

