



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش : قدرت

عنوان :

مکان یابی عیب تخلیه جزئی در ترانسفورماتورهای روغنی

با استفاده از امواج آکوستیک

استاد راهنما:

دکتر حسن رضا میرزایی

سپیده زنجانی

تابستان ۹۴

تقدیر و تشکر

شایسته است که از زحمات استاد گرامی دکتر حسن رضا میرزایی که در تمامی مراحل انجام این پروژه بنده

را یاری نموده و راهنمایی های ایشان تاثیر بسزایی در گردآوری این مجموعه داشته است، صمیمانه تشکر

نمایم. بی شک از مهم ترین عوامل انگیزه بخش در این کار پیگیری های دقیق و تلاش های مستمر ایشان در

این مسیر بوده است.

بیان نامه کارنامی

تقدیم به

پدر با سخاوت و بزرگواریم ،

مادر فداکار و مهربانم

و

یار صبور و فرزانه ام

به پاس عشق نابشان

ب

فهرست مطالب

فهرست مطالب

چکیده

مقدمه [۱]

فصل ۱: کلیات [۲]

۱-۱- معرفی پدیده تخلیه جزئی

۱-۲- مانیتورینگ عایق ترانسفورماتور با استفاده از اندازه گیری تخلیه جزئی

فصل ۲: مشخصه های انتقال و سیگنال صوتی

۱-۲- انتشار سیگنال صوتی از منبع تا دیواره مخزن

۲-۲- انتشار سیگنال صوتی در دیواره مخزن

۲-۳- آشکارسازی سیگنالهای صوتی [۳]

۲-۴- سرعت صوت در روغن

فصل ۳: مکان یابی صوتی PD

۳-۱- مقدمه

۳-۲- اندازه گیری صوتی مخلوط

۳-۳- اندازه گیری تمام صوتی

فصل ۴: روش های پردازش دیجیتال سیگنالهای صوتی

۴-۱- تعیین زمان شروع معقول

۴-۲- نویز زدایی سیگنال های صوتی PD با استفاده از متوسط گیری

۴-۳- نویز زدایی ویولت سیگنال های صوتی PD

۳-۳-۱- نویز زدایی ویولت استاندارد

۳-۳-۲- نویز زدایی ویولت مفرط (بیش از اندازه)

۴-۴- سایر روشها

۴-۵- روشهای نویز زدایی مناسب با اندازه گیری PD با استفاده از سنورهای AE، UHF، HFCT و IEC 60270 [Y]

۴-۵-۱- روشهای نویز زدایی

۴-۵-۲- استفاده از سیستمهای IEC 60270 و HFCT

۴۵	۴-۵-۳- استفاده از سیستم های AE و UHF
۴۸	۴-۶- نمونه مطالعاتی
۴۱	۴-۶-۱- مورد ۱ [۵]
۵۱	۴-۶-۲- مورد ۲ [۶]
۵۵	۴-۶-۳- مورد ۳ [۷]
فصل ۵: بررسی استاندارد IEEE در مورد آشکارسازی و مکان یابی صوتی PD	
۶۳	۵-۱- بررسی اجمالی
۶۳	۵-۱-۱- دید
۶۳	۵-۱-۲- هدف
۶۴	۵-۱-۳- هشدار های ایمنی
۶۵	۵-۲- تعاریف
۶۷	۵-۳- آشکارسازی و اندازه گیری PD- اطلاعات زمینه ای
۶۹	۵-۴- آشنایی با سیستم های صوتی PD
۷۰	۵-۴-۱- سیستم تمام صوتی
۷۰	۵-۴-۲- سیستم صوتی با تریگر الکتریکی PD
۷۲	۵-۴-۳- سیستم مانیتورینگ صوتی آنلاین (پیوسته)
۷۳	۵-۵- سیستم های AE- مشخصات تجهیزات
۷۳	۵-۵-۱- مقدمه
۷۳	۵-۵-۲- سیستم های صوتی که وقایع سیگنال را ثبت می کنند
۷۴	۵-۵-۳- ایستگاه های کاری پردازش سیگنال دیجیتال که داده های صوتی را در طول دوره طولانی ثبت می کنند.
۷۵	۵-۵-۴- سیستم های مانیتورینگ PD صوتی در حین کار (پیوسته)
۷۶	۵-۵-۵- سنسور خارجی
۷۷	۵-۵-۶- سنسور داخلی
۷۸	۵-۵-۷- سیستم سه سنسوری
۷۸	۵-۵-۸- فیلتر میان گذر
۷۹	۵-۶- تست AE
۷۹	۵-۶-۱- تصدیق (گواهی) و صلاحیت پرسنل
۷۹	۵-۶-۲- تفاوت های بین تست کارخانه و سایت
۸۱	۵-۶-۳- ملاحظات کلی در استفاده از سنسور ها
۸۳	۵-۷- روش تست AE در سایت

۱۳	۵-۷-۱- مقدمه
۱۴	۵-۷-۲- راه اندازی تست
۱۴	۵-۷-۳- جایگذاری سنسور و اسکن اولیه
۱۶	۵-۷-۴- روشهای مانیتورینگ
۱۷	۵-۷-۵- مکان یابی منبع سیگنال
۱۸	۵-۷-۶- گزارش و پیگیری
۸۸	۵-۸-۱- روش تست کارخانه با استفاده از تریگر الکتریکی
۱۸	۵-۸-۱-۱- مقدمه
۱۹	۵-۸-۱-۲- جایگذاری اولیه سنسور
۹۲	۵-۸-۱-۳- اندازه گیری ها و تغییر مکان سنسور
۹۳	۵-۹-۱- خصوصیات سیگنال های AE
۹۳	۵-۹-۱-۱- مقدمه
۹۴	۵-۹-۲- کلیات در سیستم های AC
۹۶	۵-۹-۳- سیستم های صوتی که وقایع سیگنال را ثبت می کنند
۹۹	۵-۹-۴- ایستگاه های کاری DSP که داده های صوتی را در دوره های طولانی مدت ثبت می کنند
۱۰۰	۵-۹-۵- سیستم های مانیتورینگ در حین کار (مستمر و پیوسته) صوتی تخلیه جزئی
۱۰۰	۵-۹-۶- ترانسفورماتورهای HVDC و راکتورها
۱۰۱	۵-۹-۷- مشخصه های PD ناشی از بارهای الکترواستاتیک
۱۰۲	۵-۹-۸- فعالیت صوتی ناشی از شکست های گرمایی، هسته، نویزهای مکانیکی و سایر منابع
۱۰۴	۵-۹-۹- مقایسه بین سیگنال های صوتی و الکتریکی
۱۰۶	۵-۱۰-۱- گرد آوری نتایج AE با داده های ناشی از آنالیز روغن
۱۰۸	۵-۱۱-۱- تفسیر فعالیت صوتی
۱۱۰	۵-۱۲- نمونه مطالعاتی از آشکارسازی و مکان یابی AE ناشی از PD
۱۲۰	نتیجه گیری
۱۲۳	مراجع

چکیده

ترانسفورماتورهای قدرت که از حیاتی ترین تجهیزات شبکه های انتقال و پست های فشار قوی به شمار می روند، نقش بسیار مهمی در انتقال قدرت الکتریکی ایفا می کنند. از آنجا که ظرفیت نصب شده ترانسفورماتور

در شبکه چندین برابر ظرفیت کل تولید قدرت الکتریکی آن است، قابلیت اطمینان این تجهیزات نقش تعیین

کننده ای در قابلیت انتقال کل شبکه دارد. از این رو، اطمینان از کارکرد صحیح سیستم عایقی ترانسفورماتور

امری بسیار مهم و ضروری به شمار می رود. تاکنون روش های متنوعی برای این منظور مورد استفاده قرار

گرفته است که اندازه گیری تخلیه جزئی (PD)¹ یکی از مهمترین آنها می باشد. به کمک این روش علاوه بر

شناخت وضعیت سیستم عایقی ترانسفورماتور، می توان نوع عیب عایقی احتمالی و محل وقوع آن را تشخیص

داده و با برآورد شدت و سختی نوع عیب، در صورت نیاز آن را از خط خارج کرده و نسبت به تعمیر آن اقدام

نمود.

یک روش برای تشخیص PD اندازه گیری صوتی است. با استفاده از این روش تشخیص محل PD با قرار

دادن سنسورهای صوتی بر روی سطح مخزن ترانسفورماتور امکان پذیر است. یکی از نقاط قوت روش صوتی

سطح پایین تداخل الکتریکی و نویز در خارج از مدار اندازه گیری می باشد. مزیت دیگر آن توانایی شناسایی

موقعیت منبع PD است، که برای برآورد خطر و حل سریع و موثر مشکلات عایق، بسیار مهم است. در این

پایان نامه روش های مختلف آشکارسازی و مکان یابی صوتی PD، توضیح داده شده است. در این راستا

برق

برق

برق

برق

برق

¹ partial discharge

مباحث پایه ای صوت نظیر مسیره‌های انتشار و عوامل تضعیف صوت و نیز انواع حسگرهای صوتی مورد بررسی

قرار گرفته اند. آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی

اما مهمترین چالشی که در اندازه گیری در حین کار تخلیه جزئی وجود دارد، وجود انواع نویزهای موجود در

سیگنال‌های اکتسابی است. به گونه ای که گاهی سیگنال تخلیه جزئی در نویز غرق می شود و گاهی نویز

هایی وجود دارند که دارای شکل موج بسیار مشابه با پالس تخلیه جزئی هستند. به دلیل وجود این نویزها و

اختلالات در صورتی که عملیات حذف نویز در اندازه گیری در حین کار تخلیه جزئی به خوبی صورت نگیرد،

احتمال تشخیص اشتباه بسیار بالا خواهد بود و تجهیزاتی که در شرایط مطلوب قرار دارد، بدون دلیل از

سرویس خارج شده و تبعات فنی و اقتصادی نامطلوب بسیاری را به همراه آورد. به این منظور از روش های

پردازش دیجیتال سیگنال های صوتی مانند متوسط گیری، تعیین زمان شروع و تبدیل موجک استفاده می

شود که باعث افزایش دقت مکان یابی و افزایش حساسیت صوتی می شود.

همچنین در این پایان نامه اندازه گیری صوتی تخلیه جزئی در آزمایشگاه و در محل بهره برداری با در نظر

گرفتن شرایط هر یک از محیط ها و جایگذاری سنسورها بر اساس استاندارد IEEE شرح داده شده است.

مقدمه [۱]

ترانسفورماتورها از مهمترین و گران قیمت ترین تجهیزات شبکه های قدرت می باشند که بخش عمده ای از

سرمایه گذاری در بخش انتقال انرژی الکتریکی را به خود اختصاص می دهند و هر اقدامی جهت افزایش عمر

مفید آن ها صرفه جویی هنگفتی در هزینه های سیستم های انتقال برق را در پی خواهد داشت. از این رو

کنترل کیفی دقیق آن ها پس از تولید و مانیتورینگ^۱ در حین کار، به منظور افزایش طول عمر از اهمیت

بسیار بالایی برخوردار است. در این راستا امروزه از روش های مختلفی برای تشخیص عیوب عایقی بهره برده

می شود که از مهمترین آن ها می توان به اندازه گیری تخلیه جزئی اشاره نمود که در آن عیوب عایقی قبل

از تولید خطا یا شکست کامل مورد شناسایی و اصلاح قرار می گیرند. تخلیه جزئی به تخلیه های الکتریکی

موضعی که تنها محدود به یک قسمت کوچک از سیستم عایقی تجهیزات فشار قوی هستند، اطلاق می گردد.

وجود تخلیه جزئی بیانگر وجود ضعف در سیستمی عایقی است که با اندازه گیری و رفع عیب آن می توان از

بسیاری از خطاهای احتمالی در آینده جلوگیری نمود.

آشکارسازی سیگنال های تخلیه جزئی این امکان را فراهم می سازد که قبل از تبدیل یک عیب کوچک به

خطایی مخرب، نسبت به ترمیم و اصلاح ترانسفورماتور اقدام نمود. همچنین با تعیین درست نوع عیب تخلیه

جزئی در مورد ترانسفورماتور هایی که در حال کار در شبکه هستند می توان درک درستی از میزان سلامت

عایقی آن ها به دست آورد و با تخمین شدت و سختی نوع عیب، نسبت به خروج برنامه ریزی شده آن ها از

شبکه به منظور تعمیر یا جایگزینی اقدام نمود. در این صورت علاوه بر عدم خروج ناخواسته ترانسفورماتور از

مدار و اجتناب از صرف هزینه های گزاف قطع برق، از وارد شدن آسیب به ترانسفورماتور در اثر خطا نیز

¹. monitoring

عنوان معیاری برای سنجش کیفیت عایقی با استقبال روبرو شده است. با توجه به استانداردهای جدید، اندازه

گیری سطح تخلیه جزئی در کارخانجات، برای کنترل کیفیت عایقی به صورت یک تست روتین انجام می شود. در این آزمایشگاه ها نیز با تعیین درست نوع عیب در ترانسفورماتورهایی که دارای فعالیت تخلیه جزئی هستند، می توان به راحتی علت عیب را پیدا کرده و با صرف زمان و هزینه های کمتری نسبت به رفع آن اقدام نمود.

یکی از مهم ترین مزیت های آشکارسازی PD، امکان تعیین محل وقوع عیب است. روش اندازه گیری صوتی

PD که بر مبنای آشکارسازی امواج صوتی ناشی از آزاد سازی انرژی مکانیکی صوتی استوار است، یکی از

روش های شناخته شده و کارآ در زمینه مکان یابی عیب است. هر چند مهمترین عیب این روش

حساسیت پایین آن به عیوب داخل سیم پیچ است، با این حال به عنوان یکی از پرکاربردترین روش های

مکان یابی عیب مطرح می باشد.

1. non destructive

۱-۱- معرفی پدیده تخلیه جزئی

همیشه نمی‌توان در ساخت قطعات عایقی مانع ایجاد ناهمگنی و ناخالصی در مواد عایقی شد. وقتی عایق مورد نظر بین الکترودها قرار گرفته و ولتاژ اعمال می‌شود، در نقاطی از عایق که ناخالصی وجود داشته و

ضعیف می‌باشند، شدت میدان الکتریکی بالا خواهد بود. در نتیجه ممکن است یک تخلیه الکتریکی موضعی

خیلی سریع روی دهد، که تخلیه جزئی نامیده می‌شود.

تخلیه جزئی به تخلیه‌های موضعی داخل سیستم عایقی که فقط محدود به یک قسمت از ماده دی الکتریک

بوده و به صورت جزئی بین الکترودها پل برقرار می‌کند، گفته می‌شود. ممکن است تخلیه جزئی مستقیماً از

یکی از الکترودها شروع شده مشترک باشد و یا بدون ارتباطات با هیچ الکترودی، در حفره ای از عایق روی

دهد. انواع معمول تخلیه‌های جزئی عبارت اند از:

۱-تخلیه کرونا: کرونا به دلیل بالا بودن شدت میدان الکتریکی در نوک تیز هادی‌ها تجهیزات فشار قوی و

همچنین حول خطوط انتقال انرژی الکتریکی رخ می‌دهد. این نوع تخلیه معمولاً بر روی نقاط تیز با پتانسیل

فشار قوی، نقاط تیز و پتانسیل زمین که در میدان الکتریکی قرار گرفته باشد و یا حتی در الکترودهای تیزی

که در وسط میدان الکتریکی واقع شده باشند، مشاهده می‌شود. اگر چه ایجاد کرونا بر روی خطوط انتقال

تأثیری بر طول عمر این خطوط ندارد و تنها باعث تلفات الکتریکی و نویزهای مخابراتی می‌شود، ولی وجود

نوک های تیز درون تجهیزات فشار قوی که در مجاورت عایق های الکتریکی می باشند، باعث خراب شدن این

عایق ها می گردد.

۲- تخلیه سطحی: این نوع تخلیه بر روی سطح خارجی عایق جامد و یا مایع صورت می پذیرد. در حقیقت

تخلیه سطحی تخلیه ای است که بر روی سطح مشترک دو عایق از نوع دوم ماده مختلف رخ می دهد.

استقامت الکتریکی بر روی فصل مشترک دو عایق الکتریکی کمتر از استقامت الکتریکی هر یک از عایق ها به

تنهایی از می دهد. در صورتی که فصل مشترک دو عایق در جهت خطوط نیرو و میدان الکتریکی باشد و یا به

عبارت دیگر این فصل مشترک تشکیل یک خط هم پتانسیل را ندهد، استقامت الکتریکی این فصل مشترک

کمتر از هر یک از این عایق ها می باشد. بنابراین قرارداد فصل مشترک دو عایق در جهت خطوط هم

پتانسیل بسیار مناسب و بر عکس قرار دادن فصل مشترک دو عایق در جهت خطوط نیرو بسیار نامناسب می -

باشد. در صورتیکه امکان قرارداد فصل مشترک بر روی سطح هم پتانسیل وجود نداشته باشد باید سعی کرد

که فصل مشترک دو عایق با خطوط میدان زاویه بزرگی را داشته باشد.

۳- تخلیه در مواد عایقی مرکب: این تخلیه نیز مشابه تخلیه سطحی در صورت وجود چند نوع ماده

عایقی در کنار یکدیگر روی می دهد در برخی حالتها، همچون فاصله بین دو سیم پیچی در

ترانسفورماتورهای خشک دارای عایقی مرکب از هوا و رزین اپوکسی^۱ می باشد، ممکن است قسمت اعظم

ولتاژ روی یکی از عایق ها افتاده و باعث بروز چنین تخلیه ای در آن عایق شود.

۴- تخلیه جزئی در منافذ و حفره ها: تولید عایق بدون منافذ و حفره ها در عمل غیر ممکن است. شدت

میدان در این منافذ و حفره ها، گرچه ابعاد خیلی کوچکی دارند، بالا می باشد. به دلیل این شدت میدان بالا،

برق و انشعاب زنجان و اسکند مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان و اسکند مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق

و انشعاب زنجان و اسکند مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان و اسکند مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق

¹ epoxy resin

ممکن است در آن‌ها تخلیه جزئی روی دهد. همچنین این نوع تخلیه می‌تواند به دلیل اتصال ناقص عایق به الکترودها، در اثر وجود ناهمواری‌های سطح بر روی عایق به وجود آید.

۵- تخلیه الکتریکی در کانال‌های ترینینگ^۱: وجود حفره‌های کوچک در داخل عایق‌های جامد و بالا بودن

شدت میدان در این حفره‌ها نوع خاص دیگری از تخلیه جزئی را ایجاد می‌کند که باعث خورده شدن عایق از داخل شده و شکل‌هایی نظیر درخت و یا بوته را به وجود می‌آورد که به آن ترینینگ گفته می‌شود. ادامه این نوع تخلیه باعث گسترش شاخه‌های درخت ایجاد شده خواهد شد که در نهایت ممکن است منجر به تخلیه کامل گردد. این تخلیه عمدتاً خیلی ناپایدار بوده و خیلی سریع باعث رشد درخت می‌شود. برای مدت طولانی هیچ نشانه‌ای از تخلیه مشاهده نمی‌شود، اما پس از شروع به رشد، درخت ایجاد شده در مدت کوتاهی منجر به تخلیه کامل می‌گردد. جهت ممانعت از شکست الکتریکی کامل بایستی ولتاژ را کاهش داد.

لازم به ذکر است که در کاربردهای عملی دو نوع تخلیه جزئی متفاوت با عناوین تخلیه جزئی داخلی و خارجی شناخته می‌شوند. تخلیه جزئی داخلی تخلیه‌ای است که در داخل دستگاه، مثلاً ترانسفورماتور، ایجاد می‌شود. در حالیکه تخلیه‌های جزئی خارجی آن‌هایی هستند که در خارج از دستگاه روی می‌دهند. از آنجاییکه با دستگاه‌های اندازه‌گیری امروزی می‌توان به راحتی این دو نوع تخلیه جزئی را از هم جدا کرد، تعریف و تمایز آن‌ها کاملاً مناسب است.

۱-۲- مانیتورینگ عایق ترانسفورماتور با استفاده از اندازه‌گیری تخلیه جزئی

گرچه روش تجزیه و تحلیل گازهای حل شده در روغن^۲، در سیستم‌های مانیتورینگ ترانسفورماتورها توسعه زیادی داشته است، این روش دارای یک عیب اساسی می‌باشد، که توسل به روشهای دیگری همچون اندازه‌گیری تخلیه جزئی را موجب شده است. این عیب عبارت از وجود تاخیر زمانی زیاد بین روی دادن یک

¹. treeing channels

². Dissolved gas in oil analysis

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

نتیجه گیری

آشکارسازی و مکان یابی تخلیه جزئی در ترانسفورماتورهای فشار قوی یک ابزار ضروری در سنجش وضعیت سلامت الکتریکی عایق و تنش های الکتریکی است. اگر آسیب عایقی تشدید گردد تجهیز بایستی یک خرابی

فاجعه انگیز را تجربه کند، که نه تنها باعث قطع بدون برنامه می گردد، بلکه تجهیز گران قیمت ترانسفورماتور

را نیز از دست می دهیم. تخلیه جزئی یکی از نشانه های شکست عایقی است. اندازه گیری تخلیه جزئی به دلیل خاصیت غیر مخرب بودن آن، در آزمایشگاه های کنترل کیفی کارخانجات سازنده ترانسفورماتور نیز، به عنوان معیاری برای سنجش کیفیت عایقی با استقبال روبرو شده است. در اثر یک تخلیه جزئی، پدیده های

مختلف نوری، شیمیایی، الکترومغناطیسی، الکتریکی و صوتی (مکانیکی) اتفاق می افتد هر کدام از این

پدیده ها می توانند جهت تشخیص علت وقوع آنها یعنی تخلیه جزئی، مورد استفاده قرار گیرند؛ که در این

پایان نامه روش صوتی اندازه گیری تخلیه جزئی مورد بحث و بررسی قرار گرفت.

روش صوتی روشی است که از زمان های خیلی پیش در آزمایشگاه های ترانسفورماتورها کاربرد داشته و علاوه

براین یک روش معتبر برای مانیتورینگ محسوب می شود. آزمایش های مختلف انجام شده نشان می دهند

که روش صوتی از نظر حساسیت بر روش الکتریکی ارجح است. بکارگیری توام روش های صوتی و الکتریکی

جهت آشکارسازی تخلیه جزئی به منظور مانیتورینگ ترانسفورماتورها بسیار موثرتر از بکارگیری فقط یکی از روش ها می باشد.

یکی از نقاط قوت روش صوتی سطح پایین تداخل الکتریکی و نویز در خارج از مدار اندازه گیری می باشد.

مزیت دیگر آن توانایی شناسایی موقعیت منبع PD است، که برای برآورد خطر و حل سریع و موثر مشکلات

عایق، بسیار مهم است. هر چند مهمترین عیب این روش حساسیت پایین آن به عیوب داخل شیم پیچ است، با این حال به عنوان یکی از پرکاربردترین روش های مکان یابی عیب مطرح می باشد.

در این پایان نامه روش های مکان یابی مبتنی بر زمان امواج صوتی را بیان شد. سیگنال PD با استفاده از سه یا تعداد بیشتری سنسور صوتی پیزوالکتریک نصب شده در مکانهای مختلف، مخزن تشخیص داده می

شود. و در ساده ترین حالت می توان این سیگنال را به کمک یک اسیلوسکوپ دید. برای مکان یابی منبع، از

تاخیر زمانی بین سیگنالهای صوتی ثبت شده یا بین سیگنال الکتریکی و سیگنالهای صوتی استفاده می شود تا اطلاعاتی درباره انتشار سیگنال صوتی در داخل مخزن ترانسفورماتور و فاصله بین منبع سیگنال تا سنسورها به دست آید. علاوه بر اندازه گیری های صوتی، می توان به صورت همزمان از اندازه گیری الکتریکی به منظور بدست آوردن تریگر سیگنال استفاده کرد. این کار برای موفقیت در مکان یابی ضروری است. روشهای اندازه

گیری غیر متعارف مثل محدوده UHF، نیز برای بدست آوردن تریگر منبع برای اندازه گیری صوتی، وجود دارند.

برای رسیدن به بهترین حساسیت در روش صوتی اندازه گیری تخلیه جزئی، لازم است ابتدا کل ساختار و ترانسفورماتور از نقطه نظرات امواج صوتی به طور دقیق بررسی شود. در ساده ترین حالت، این ساختار به دو بخش ساختار عایقی و بدنه تقسیم می شود.

یک بخش مهم و ضروری فرآیند مکان یابی بر اساس زمان های شروع، تعیین صحیح زمان شروع می باشد،

چون این امر همواره، قبل از محاسبه مکان یابی صورت می گیرد. سیگنال دریافتی سنسورها، فیلتر و پردازش می شود تا اختلاف بین زمانهای شروع سیگنال ها در هر سنسور بدست آید. تعیین اتوماتیک زمان با معیار انرژی (EC)، مشخصه معقول و عینی تری داشته و از دخالت عامل انسانی در نتایج جلوگیری می کند. یک گام بیشتر برای بهبود دقت مکان یابی، افزایش نسبت سیگنال به نویز قبل از برآورد زمان شروع می باشد. این

کار با متوسط گیری و یا با استفاده از نویز زدایی مبتنی بر تبدیل موجک انجام می گیرد. با توجه به این واقعیت که تاکنون هیچ تاثیر منفی در مراحل تعیین زمان، با استفاده از نویز زدایی مبتنی بر تبدیل موجک مشاهده نشده است، این روش به صورت یک عمل استاندارد به کار گرفته می شود.

برای دست یابی به تشخیص جامع PD در ترانسفورماتورها سنسورها باید در مکان مناسب نصب شده باشند. سنسورهای مربوط به معاللات مربوط به مکان یابی نیز با تخمین سرعت انتشار صوت (با استفاده از دمای متوسط روغن و سرعت مربوطه صوت) با استفاده از الگوریتم تکرار صورت می گیرد.

از آنجاییکه در اندازه گیری صوتی تخلیه جزئی در آزمایشگاه، تجهیزات فشار قوی در شرایط مناسب و قابل تنظیم آزمایشگاه، مورد آزمایش قرار می گیرند، حساسیت بهتری در مقایسه با محل بهره برداری قابل حصول می باشد. در عوض برخی از شرایط واقعی ترانسفورماتور را نمی توان بررسی و مطالعه کرد. نویزهای وارد شونده همراه با اندازه گیری های صوتی در محل بهره برداری تقریباً دارای طبیعت مکانیکی می باشند. به کمک چندین سنسور صوتی، که در نقاط مختلفی روی بدنه یک ترانسفورماتور قدرت قرار داده می شوند،

عمل مانیتورینگ تخلیه جزئی به صورت همزمان با بهره برداری انجام می شود. با استفاده از سیگنال های حاصله از این سنسورها می توان به وجود یک تخلیه جزئی در داخل ترانسفورماتور پی برده و محل آن را به کمک تحلیل های محاسباتی مناسب تعیین کرد.

مراجع

[۱] عیسی عسگری، حسن رضا میرزائی، کریم میرعلیخانی، "بررسی نتایج تجربیات آزمایشگاهی در شناسایی عیوب تخلیه جزئی ترانسفورماتورهای قدرت"، سومین کنفرانس تخصصی تخلیه جزئی در تجهیزات الکتریکی، تهران، ایران، ۱۳۹۱.

[۲] ابراهیم رحیم پور، حسین محسنی، "روش های نوین مانیتورینگ ترانسفورماتورها"، انتشارات دانشگاه زنجان، ۱۳۸۵.

[۳] IEEE Std C57. 127-2007, "IEEE Guide for the Detection and Location of Acoustic Emissions from Partial Discharges in Oil-Immersed Power Transformers and Reactors," IEEE Power Engineering Society, Transformers Committee.

[۴] Sacha M. Markalous, Stefan Tenbohlen and Kurt Feser, "Detection and Location of Partial Discharges in Power Transformers using Acoustic and Electromagnetic Signals" IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation Vol. 15, No. 6; December 2008.

[۵] Stefan M. Hoek, Rene Hummel, Alexander Kraetge, Benedikt Kastner and Ulrike Broniechki, "Localizing partial discharge in power transformers by combining acoustic and different electrical methods"

[۶] Sacha Markalous, Thomas Strehl, Christoph Herold and Thomas Leibfried, "Enhanced Signal Processing for Conventional and Unconventional PD

Measuring Methods: Wavelet De-noising, Automatic Detection Algorithms and Averaging for Arrival Time-based PD Location in Transformers and Power Cables" 2008 International Conference on Condition Monitoring Diagnosis, China, April 21-24, 2008.

[Y] Chengke ZHOU, Donald M. HEPBURN, Xiaodi SONG and Matthieu MICHEL,

"APPLICATION OF DENOISING TECHNIQUES TO PD MEASUREMENT UTILISING UHF, HFCT, ACOUSTIC SENSORS AND IEC60270" 20th International Conference on Electricity Distribution, prague, 8-11 June 2009.

[A] Masahiro Kozako, Kyohri Yamada, Akinori Morita, Shinya Ohtsuka, Masayuki

Hikita, Kenji Kashine. Itaru Nakamura, Hiddenobu Koide, "Fundamental study

Partial Discharge Induced Acoustic Wave Propagation in Simulated Transformer Composite Insulation System" Proceedings of the 9th International Conference on Properties and Applications of Dielectric Materials, Harbin, China, July 19-23, 2009.