



■ مهندس امیر نظام آذرشب

کارشناس مهندسی برق
مجتمع صنعتی سیمان تهران

نکاتی آموزنده در مورد نقش روغن و نحوه سرویس و آزمایش‌های مختلف در روی ترانسفورماتورهای قدرت (بخش ۳)

را بازرسی نموده و از فیلترهای جدید استفاده نمایید. همچنین مخزن خلاء نیز بایستی تخلیه شده باشد و پس از رساندن دمای روغن به ۷۵ الی ۸۰ درجه سانتیگراد، روغن در سه گردش کامل توسط دستگاه فیلترپرس در مخزن سیرکوله گردد.

E- دستگاه و کیوم پس از تخلیه کامل روغن به ترانس وصل شده و زمانی که عدد و کیوم به مقدار کمتر از ۱ mbar رسید و ثابت شد با توجه به حداکثر ولتاژ ترانس، طبق استاندارد جدول ۱ در زیر عمل می‌کنیم:

جدول ۱- رابطه بین زمان لازم برای اعمال خلاء با توجه به حداکثر ولتاژ ترانس

حداکثر ولتاژ ترانس	زمان لازم برای اعمال خلاء
$Um \leq 22/5 \text{ kV}$ ولتاژ ترانس	۱۲ ساعت
$22/5 \leq Um \leq 245$	۲۴ ساعت
$Um \leq 245$	۳۶ ساعت

F- برای ترانس‌هایی که تپ چنجر on load دارند، مخزن تپ چنجر و تانک ترانس را هم فشار نمایید.

۱۷- دستورالعمل عملیات فیلتراسیون روغن ترانسفورماتور

ترانسفورماتورهای قدرت غوطه‌ور در روغن با توجه به حجم و بزرگی ترانسفورماتورها مقدار زیادی روغن در تانک آنها وجود دارد، بطوریکه برای ترانس‌های با قدرت بالا، بیش از ۵۰۰ بشکه روغن مصرف می‌گردد. به دلایل مختلف روغن ترانسفورماتور احتیاج به تصفیه فیزیکی دارد که در بخش‌های قبلی توضیحات آن آورده شده است؛ بنابراین در اینجا به نحوه فیلتراسیون و رعایت استانداردها می‌پردازیم.

مراحل فیلتراسیون به صورت زیر است:

A- ابتدا برای تخلیه روغن در مخزن جداگانه، از تمیز بودن و عاری از هرگونه روغن قبلی و آب‌بند بودن مخزن اطمینان کامل حاصل گردد.

B- همزمان با تخلیه روغن از ترانس، گاز نیتروژن یا هوای کاملاً خشک به اندازه لازم به ترانس تزریق گردد.

C- پس از تخلیه روغن، فشار گاز نیتروژن را به مقدار ۰/۳bar بالا برده و با کف صابون درزهای ترانس را کنترل کنید.

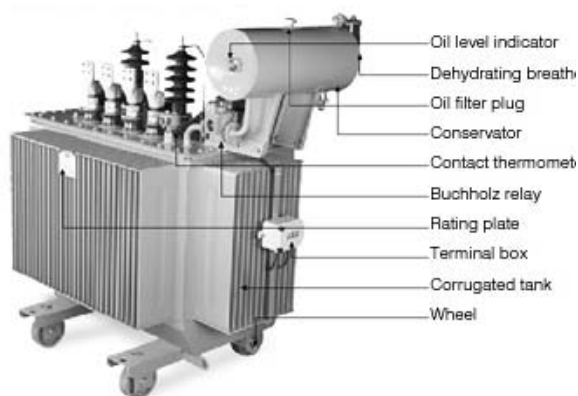
D- پس از تخلیه کامل روغن در مخزن جداگانه، فیلترپرس

زیاد می‌باشد، بعد از سه بار سیرکوله کامل روغن با دمای ۷۵ الی ۸۰ درجه سانتیگراد، میزان آب در روغن اندازه‌گیری گردد. G-4- خلاء را به وسیله گاز نیتروژن یا هوای خشک بشکنید. H- ظرف سلیکاژل را در جای خود بسته و از سلیکاژل نو استفاده گردد.

I- ترانسفورماتور را هواگیری نمایید (کلیه نقاط که دارای پیچ هواگیری می‌باشند، هواگیری گردد).
J- ترانسفورماتور آماده بهره‌برداری می‌باشد.

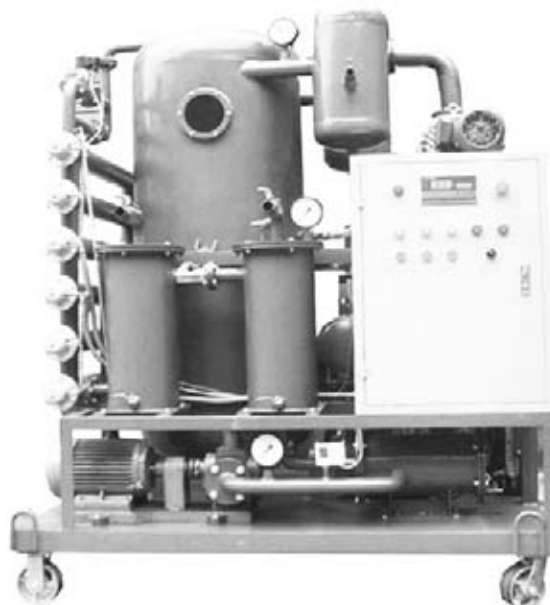
جدول ۳- زمان انتظار بین شکستن خلاء پس از پر کردن روغن و راه‌اندازی ترانسفورماتور طبق استاندارد

حد اکثر ولتاژ ترانس	زمان انتظار (بین شکستن خلاء و راه‌اندازی ترانس)
$Um \leq 72/5 \text{ kV}$ ولتاژ ترانس	≥ 16 ساعت
$72/5 \leq Um \leq 145$	≥ 24 ساعت
$Um \geq 145$	≥ 48 ساعت



۱۸- منبع انبساط یا کنسرواتور

با توجه به تغییرات بار و درجه حرارت محیط ترانسفورماتور به تبع آن، درجه حرارت روغن ترانسفورماتور تغییر می‌نماید و این تغییر درجه حرارت ایجاد تغییراتی در حجم روغن داخل ترانسفورماتور می‌نماید. لذا برای اینکه مطمئن باشیم داخل تانک همواره پر از روغن است، برای ترانسفورماتورهای بالاتر از ۶ کیلو ولت و ۲۵ کیلو ولت آمپر یک منبع انبساط در بالای تانک قرار می‌دهند که به آن منبع ذخیره یا منبع کنسرواتور نیز می‌گویند. منبع انبساط معمولاً یک ظرف فلزی استوانه‌ای شکل می‌باشد که به تانک ترانسفورماتور مرتبط است. درجه حرارت روغن هنگامی که افزایش می‌یابد و حجم روغن زیاد می‌شود، روغن اضافی از طریق لوله مرتبط به طرف منبع انبساط می‌رود. هنگامی که درجه حرارت کاهش می‌یابد، مجدداً روغن به تانک برمی‌گردد. برای کنترل سطح روغن از روغن‌نما استفاده می‌شود. منبع انبساط را بر روی نگهدارنده‌هایی به



جدول ۲- مقادیر توصیه شده برای تزریق به تانک ترانس

مقدار توصیه شده	نام آزمایش
$\geq 50 \text{ kV}$	ولتاژ شکست روغن تزریق
$\geq 40^\circ\text{C}$	دمای روغن تزریق
$< 10 \text{ ppm}$	میزان آب در روغن
مقدار توصیه شده	آزمایش گاز کروماتوگرافی و نام گاز
$< 5 \text{ ppm}$	H ₂
$< 50 \text{ ppm}$	CO
$< 250 \text{ ppm}$	CO ₂
$< 1 \text{ ppm}$	CH ₄
$= 0 \text{ ppm}$	C ₂ H ₄
$= 0 \text{ ppm}$	C ₂ H ₆
$= 0 \text{ ppm}$	C ₂ H ₂
$< 5 \text{ ppm}$	C ₃ H ₆
$< 5 \text{ ppm}$	C ₃ H ₈
$< 1000 \text{ ppm}$	O ₂
$< 10000 \text{ ppm}$	N ₂

G- تزریق به تانک ترانس به صورت جدول ۲ می‌باشد.

G-1- نمونه‌گیری از روغن، قبل از تزریق به ترانس صورت گیرد و آزمایش‌های زیر صورت گرفته و مقادیر با توجه به دستورالعمل شرکت برق در خصوص آزمایش‌های زیر رعایت گردد.

G-2- نرخ پر شدن روغن را به گونه‌ای تنظیم کنید که فشار مخزن تغییری نکند.

G-3- در ترانسفورماتورهایی که میزان آب در روغن

اندازه طول پوشینگ‌های فشار قوی بالا ننگه می‌دارند تا در هر شرایطی بالاترین نقطه این پوشینگ‌ها خالی از روغن نگردد.

۱۹- روغن‌نما یا نشان‌دهنده سطح روغن

بر روی دیواره‌های منبع انبساط یک نشان‌دهنده شیشه‌ای قرار دارد که ارتفاع روغن را نشان می‌دهد. این نشان‌دهنده شیشه‌ای معمولاً تا ۳ درجه حرارت مختلف علامت‌گذاری شده که در آن درجه حرارت‌ها، سطح روغن نبایستی پایین‌تر از علامت مزبور باشد.

۲۰- دستگاه تنفس‌کننده یا رطوبت‌گیر

ترانسفورماتور در حین کار گرم شده و اگر با هوا ارتباط داشته باشد، رطوبت آن را نیز جذب می‌کند. همچنین اکسیژن هوا باعث اکسید شدن روغن، گرم و کدر و سیاه شدن آن می‌شود. با افزایش این امر لجن سیاهی در کف ترانسفورماتور و روی سیم‌پیچ‌ها می‌نشیند و باعث گرم‌تر شدن ترانسفورماتور می‌گردد. همچنین رطوبت جذب شده ایجاد اسیدهای اضافی در داخل روغن کرده و باعث از بین رفتن عایق ترانسفورماتور می‌شود. قسمت عمده رطوبت از طریق هوای خارج، وارد ترانسفورماتور می‌گردد. رطوبت‌گیر وظیفه دارد هوایی را که مخزن انبساط روغن از بیرون می‌کشد، از گرد و غبار و رطوبت پاک کند. در واقع به علت تغییرات بار ترانس و درجه حرارت محیط، دمای روغن ترانس تغییر کرده و سطح روغن داخل مخزن انبساط نوسان‌هایی خواهد داشت. چون این نوسانات در یک مخزن کاملاً بسته نمی‌تواند صورت گیرد، بالای مخزن انبساط را در رابطه با هوای خارج قرار می‌دهند و مخزن از این طریق چیزی شبیه به عمل دم و بازدم انجام می‌دهد.

چون روغن برای عایق نمودن سیم‌پیچ‌ها از بدنه و نیز به منظور خنک کردن ترانس به کار می‌رود، اگر رطوبت و گرد و غبار وارد آن شود، خصوصیات استاندارد خود را از دست می‌دهد. لذا حفاظت آن در مقابل این دو عامل جوی لازم است. رطوبت‌گیر شامل محفظه‌ای می‌باشد که از دانه‌های رطوبت‌گیر سیلیکاژل تزریق شده به وسیله کرات کبالت پر شده است. این دانه‌ها در حالت خشک به رنگ آبی می‌باشند، ولی زمانی که از رطوبت اشباع شدند، به رنگ صورتی کم‌رنگ درمی‌آیند. در زیر این محفظه و سر راه ورود هوا به محفظه محتوی دانه‌های سیلیکاژل، ظرفی از روغن قرار دارد. در کف ظرف روغن، دانه‌های اکسید آلومینیوم فعال شده قرار دارد که وظیفه آن بالا بردن چسبندگی روغن برای جذب بهتر ذرات گرد و غبار است. زمانی که هوا به داخل ترانس کشیده می‌شود، ابتدا از داخل روغن عبور می‌کند. بدین وسیله ذرات گرد و غبار و کثافت هوا جذب شده و در نتیجه هوای تمیز و خشک وارد

مخزن بالای ترانس می‌گردد. ظرف شیشه‌ای روغن علاوه بر جذب ذرات گرد و غبار، این حسن را دارد که محفظه دانه‌های رطوبت‌گیر را از هوای خارج ایزوله می‌کند تا تنها رطوبت آن قسمت از هوا که به درون محفظه روغن کشیده می‌شود، جذب گردد و این عمل عمر سلیکاژل را زیادتر می‌کند.

۲۱- نگهداری و سرویس دستگاه رطوبت‌گیر (دستگاه سیلیکاژل)

مقدار سلیکاژل داخل دستگاه رطوبت‌گیر برای استفاده به مدت شش ماه تا یک سال می‌باشد. این زمان بستگی به اندازه ترانس، میزان بار و شرایط محیط می‌باشد. در ضمن حجم دستگاه رطوبت‌گیر هم از روی همین عوامل تعیین می‌شود. نخستین بار که ترانس مورد بهره‌برداری قرار گرفت، باید به‌طور مرتب رطوبت‌گیر را مورد بررسی قرار داد و تغییر رنگ و کیفیت آن را در کارت شناسنامه‌ای هر ترانس ثبت نمود تا در شرایط جوی خاص ترانس مورد نظر، عمر دانه‌های رطوبت‌گیر حدوداً در چه دوره زمانی می‌باشد، تعیین شود. در تمامی دستورالعمل‌های بهره‌برداری از ترانس آمده است که: زمانی که ۱/۲ الی ۲/۳ دانه‌های رطوبت‌گیر تغییر رنگ داده باشند و به رنگ صورتی کم‌رنگ درآمده باشد، حتماً باید دانه‌های سیلیکاژل را تعویض نمود. دانه‌ها تغییر رنگ داده سیلیکاژل را می‌توان با حرارت خشک کرده و دوباره احیا نمود و برای استفاده در دفعات بعدی در ظرفی عاری از هرگونه رطوبت و منفذ ذخیره و نگهداری کرد.

۲۲- نحوه فیلتر کردن روغن ترانسفورماتور

روغن ترانسفورماتورهای قدرت نقش بسیار مهمی در عملکرد ترانسفورماتورها دارند. نقش عایق‌کنندگی، خنک‌کنندگی و تشخیص عیب از جمله مهمترین وظایف روغن می‌باشند. با پیر شدن ترانسفورماتور، روغن این دستگاه بعضی از خصوصیات شیمیایی و الکتریکی خود را از دست می‌دهد. از جمله مهمترین این خصوصیات می‌توان به خصوصیات الکتریکی که حائز اهمیت می‌باشند، اشاره نمود. دلایل اصلی که روغن ترانسفورماتورهای قدرت را دچار مشکل می‌نمایند عبارتند از:

۱- افزایش ذرات معلق در روغن

۲- وجود آب به مقدار زیاد در روغن

۳- وجود آلودگی‌های شیمیایی مانند اسیدیته و ...

۲۳- روش‌های فیلتر نمودن

الف) روش‌های off-line

از زمان‌های دور برای بهبود کیفیت عایقی روغن ترانسفورماتورهای قدرت از روش‌های فیلتراسیون هنگامی که

- کاهش میزان ضریب تلفات عایقی روغن
- کاهش میزان اسیدیته روغن
- افزایش قابلیت بارگیری ترانسفورماتور
- افزایش عمر باقیمانده ترانسفورماتور
- عملکرد مطمئن و عدم تأثیر سوء بر بهره‌برداری عادی از ترانسفورماتور
- گاززدائی از روغن ترانسفورماتور با استفاده از روش De-Gassing

- اعلام آلام و خروج ترانسفورماتور از مدار در صورت تشکیل مقدار زیاد گاز

۲۴- نگهداری روغن

واضح است که پیشرفت و بهبود در امر نگهداری و سرویس به موقع روغن به کاهش مسایل عملی مربوط به آن کمک می‌کند. نکته‌ای که توسط استفاده کنندگان ترانس مطرح گردیده است اطلاع از درجه فساد روغن و عوامل آن می‌باشد که در دو حالت روغن‌های نو (استفاده نشده) و روغن‌های در سرویس (در حال بهره‌برداری) مطرح می‌باشد.

۲۴-۱- روغن‌های نو

طبق نظریه اکثر قریب به اتفاق استفاده کنندگان بهتر است روغن ترانس بعد از خروج از پالایشگاه بلافاصله در داخل تانک ترانس تزریق نموده و استفاده شود. زیرا نگهداری و انبارداری روغن‌ها خود دارای دستورالعمل‌ها و شرایط ویژه‌ای می‌باشد. در پالایشگاه مقدار رطوبت داخل روغن ۳۰ ppm بوده و حتی در فرآیند پالایش روغن که دارای عملیات ویژه گاز زدایی نیز باشد، این مقدار به ۱۰ ppm تنزل می‌یابد. با این حال در مراحل حمل و نقل و عملیات جابجایی و تزریق روغن به تانک ترانس، تماس آن با هوا اجتناب‌ناپذیر بوده، عملیات گاززدایی و فیلتراسیون و تصفیه قبل از مصرف و یا راه‌اندازی انجام می‌شود. «عملیات روغن‌زنی» به ترانسفورماتورهای فشار قوی خود دارای مراحلی است که در دستورالعمل‌های نصب و راه‌اندازی آنها بیان شده است. در این نوع ترانس‌های بزرگ منبع انبساط و قسمتی از روغن ترانس به صورت جداگانه به محل حمل می‌گردد و قسمت‌های خالی ترانسفورماتور با گاز ازت تحت فشار پر می‌شود و درپوش‌های آن آب‌بندی می‌گردد. برای حفظ استقامت الکتریکی دی‌الکتریک باید کلیه پیش‌بینی‌های لازم در کارگاه نصب به عمل آید تا از نفوذ هرگونه رطوبت و هوای غبارآلود به سطح روغن یا حباب هوا به داخل تانک ترانس و منبع انبساط جلوگیری به عمل آید.

ترانسفورماتور خاموش بوده است، استفاده می‌کردند. در این روش هنگامی که ترانسفورماتور خاموش می‌باشد به مدت چند شبانه روز به صورت پیوسته روغن را داخل ترانسفورماتور چرخانده و آن را در بیرون تحت فیلتراسیون و خلاء به منظور جدا نمودن ذرات معلق و آب محلول قرار می‌دادند. این روش دارای معایب فراوانی است از جمله لزوم داغ نمودن روغن ترانسفورماتور و همچنین لزوم خاموش نمودن ترانسفورماتور را می‌توان نام برد.

(ب) روش‌های نوین - روش‌های در حین کار

برای جدا نمودن آب به صورت بهینه، لازم است که از فیلترهای در حین کار استفاده نمود. مهمترین مزایای فیلترهای (خشک‌کن‌های) در حین کار، خشک نمودن بهینه ترانسفورماتور در طول زمان و همچنین عدم لزوم خاموشی ترانسفورماتور را می‌توان عنوان نمود. اصول عملکرد این فیلترها بدین صورت است که در آن روغن از مخزن تحت فشار خارج شده و در مسیر آن یک فیلتر فیزیکی قرار می‌گیرد. در اینجا ذرات معلق فیلتر شده و تحت تأثیر خلاء، آب محلول در آن گرفته می‌شود. روغن فیلتر شده به وسیله پمپ به ترانسفورماتور برگردانده می‌شود. این چرخه با دبی پایین در حدود ۲۵۰ لیتر در ساعت به صورت پیوسته از چند ماه تا چند سال با توجه به وضعیت ترانسفورماتور صورت می‌گیرد.



مزایای خشک کردن در حین کار روغن و کاغذ عایقی ترانسفورماتورهای قدرت با استفاده از دستگاه ۷۳۰ عبارت است از:

- رطوبت‌زدائی از روغن ترانسفورماتور به صورت On-Line
- افزایش ولتاژ شکست روغن عایقی
- رطوبت‌زدائی از کاغذ عایقی ترانسفورماتور
- کاهش میزان ذرات معلق داخل روغن ترانس

مشخصات ارائه شده توسط استاندارد IEC ۲۹۶ برای روغن‌های نو و استفاده نشده می‌باشد و شامل روغن‌های دارای مواد افزودنی ضد اکسیداسیون و بدون آن می‌باشد.

۲-۲۴- روغن‌های در سرویس

پس از آنکه یک روغن مورد استفاده قرار می‌گیرد، بر حسب نوع روغن و شرایط سرویس، دو نوع تغییر در آن مشاهده می‌شود که موجب تقلیل کیفیت روغن و کاهش عمر مفید آن می‌شود:

۲-۲۴-۱- تغییراتی که در اثر عوامل خارجی که ناخالصی محسوب می‌شوند، در روغن به وجود می‌آیند

میزان اینگونه تغییرات به شرایط کار ترانس و نوع روغن و نحوه نگهداری از سیستم بستگی داشته و به مقدار آلودگی روغن با ناخالصی‌های خارج از سیستم محدود می‌شود.

تغییرات شیمیایی روغن عمدتاً ناشی از اکسیداسیون آن می‌باشند. میزان اکسیداسیون روغن‌ها بستگی به میزان درجه حرارت، گذشت زمان، حضور کاتالیست، حضور هوا و نوع روغن و شرایط سرویس بستگی دارد. در اثر اکسیداسیون روغن، ویسکوزیته آن خودبخود افزایش یافته، اسیدیته آن بالا می‌رود و رنگ روغن کدر و تیره می‌شود و مواد رسوب تشکیل می‌گردد.

دوام روغن در ترانسفورماتورها به شرایط روغن و شرایط کار ترانس بستگی دارد و معمولاً از آن طول عمری بیش از ۱۵ سال انتظار نمی‌رود. در طول زمان بهره‌برداری، به تدریج روغن کیفیت اولیه خود را از دست می‌دهد، اسیدیته آن افزایش یافته و استقامت دی‌الکتریک آن کاهش می‌یابد. آب به صورت آزاد و گاهی به صورت امولسیون با روغن و همچنین ترکیباتی به شکل لجن در آن دیده می‌شوند. لذا رنگ و بوی آن تغییر می‌کند. ئیدروکربن‌های سبک و نیز گازها شامل CO، CO₂ و H₂ و ئیدروکربن‌های سبک‌تر به صورت محلول در روغن مشاهده می‌شوند.

جدول ۲- منشأ ناخالصی‌های روغن و اثرات آنها

نوع ناخالصی	منشأ ناخالصی	اثرات ناخالصی بر مشخصات روغن
آب	- جذب رطوبت از هوا - فساد روغن	- کاهش استقامت دی‌الکتریک - تسریع در فساد مواد عایق
ذرات ناخالصی (لجن و پلیمرهای سنگین و فلزات)	- اکسیداسیون مواد عایق - فساد تجهیزات سیستم	- کاهش استقامت دی‌الکتریک - کاهش میزان انتقال حرارت - تسریع فساد عایق و اکسیداسیون روغن
ترکیبات قطبی (ناخالصی‌های محلول در روغن)	اثرات مواد ساختمانی تجهیزات روی روغن	- کاهش اسیدیته روغن - فساد مواد عایقی
گازهای محلول روغن	شرایط غیرعادی در کار ترانس و تنش‌های الکتریکی و حرارتی	- افزایش ضریب تلفات عایقی - کاهش مقاومت الکتریکی - افزایش نقطه اشتعال

تمام این تغییرات در روغن در شرایط کار عادی ترانس و در یک زمان به وجود نمی‌آیند، بلکه منشاء اینگونه تغییرات متفاوت بوده و اثرات ناخالصی بر مشخصات روغن و اثر متقابل بر روی هم دارند. جدول ۲ ناخالصی‌هایی که در طول سرویس روغن ترانسفورماتور دیده می‌شوند و منشأ و اثرات آنها را روی کیفیت روغن را به طور خلاصه نشان می‌دهد.

۲-۲-۲۴- کنترل کیفیت روغن در زمان بهره‌برداری

مصرف کنندگان روغن ترانس در کشورهای مختلف برای کنترل کیفیت و نگهداری روغن ترانس دستورالعمل‌های مخصوص به خود دارند و در این خصوص یک دستورالعمل عمومی از طرف IEC-422 نیز توصیه شده است. به منظور کنترل کیفیت روغن ترانس در شرایط بهره‌برداری و تجزیه و تحلیل علل فساد آن، اندازه‌گیری سالانه این مشخصات روغن بسیار مفید است:

- استقامت دی‌الکتریک^۱ (IEC-156)
- اسیدیته روغن^۲ (IEC)
- ضریب تلفات عایقی^۳ (IEC-250)
- کشش سطحی^۴ (IEC-296 A)
- مقدار گازهای حل شده در روغن^۵ (IEC-599)

در مقایسه با روغن نو علاوه بر این مقادیر، رنگ و بوی روغن اطلاعات مفیدی در این زمینه می‌تواند بدست دهد. استقامت دی‌الکتریک روغن در زمان بهره‌برداری اهمیت فراوانی دارد و مقدار آن باید به‌طور منظم کنترل و ثبت شود و در صورتی که مقدار آن کمتر از حد مجاز گردد، روغن باید تحت عمل تصفیه فیزیکی قرار گیرد. تغییرات اسیدیته روغن در زمان بهره‌برداری معمولاً به‌عنوان معیاری جهت تعیین عمر مفید روغن تلقی می‌شود و در بعضی موارد تغییرات آن به‌طور دقیق کنترل می‌شود که افزایش ناگهانی آن معرف شرایط کار غیرعادی ترانسفورماتور می‌باشد.

ضریب تلفات عایقی و کشش سطحی روغن نیز جهت کنترل کیفیت روغن و تفسیر علل فساد آن به کار می‌رود، ولی مقدار اسیدیته روغن معیار اصلی است. زیرا اکسیداسیون روغن و حضور ترکیبات قطبی محلول در روغن موجب تشدید فساد روغن شده و بالاخره حالت تشکیل لجن در روغن به وجود می‌آید که در این صورت روغن باید تعویض یا احیا شود. از مقدار گازهای محلول در روغن برای کنترل کیفیت و آنالیز آنها در تجزیه و تحلیل و بروز شرایط غیرعادی در کار ترانس‌های بزرگ استفاده می‌شود.

- 1- electric strength
- 2- Neutralization Value
- 3- Dielectric Dissipation Factor
- 4- Interfacial tension
- 5- Dissolved gas

۵- آزمایش روغن پس از وقوع حوادث برای روشن شدن

علت حادثه

معمولاً شرکت‌های سازنده ترانس‌های قدرت برای موارد ۱، ۲ و ۳ دستورالعمل‌هایی می‌دهند و در مورد آزمایش‌های دوره‌ای روغن در آزمایشگاه نیز معمولاً شرکت‌های برق منطقه‌ای و توزیع برق با توجه به امکانات و برنامه زمان‌بندی خود، روش‌های متناسب را با در نظر گرفتن اهمیت ترانس انجام می‌دهند و آزمایش‌های بعد از حادثه از مفصل‌ترین آزمایش‌ها می‌باشد.

۲۴-۳-۲- آزمایش‌های دوره‌ای روغن

به استثناء زمان نصب و شروع بهره‌برداری از ترانس و سال اول که بر اساس اهمیت ترانس و امکانات ممکن است تعداد دفعات آزمایش از ۱ الی ۲ بار در سال باشد، برنامه نمونه‌برداری از روغن و انجام آزمایش‌ها روی آن مطابق با جدول ۴ خواهد بود. بر مبنای نتایج آزمایش‌های فوق اگر مشخصات تعیین شده جوابگوی مقادیر حدی داده شده در استاندارد نباشد، می‌توان تصمیم به تصفیه یا تعویض روغن گرفت.

۲۰-۴- نمونه‌برداری روغن

در طول عمر ترانس‌ها، نمونه‌برداری روغن باید حداقل سالی یک مرتبه صورت گیرد. البته شرایطی وجود دارد که بیش از یک مرتبه در سال نمونه‌برداری را تجویز می‌کند. مقدار روغن نمونه برای آزمایش‌های عادی ۵۰۰ ml و برای آزمایش‌های اسیدی ۱۰۰ ml می‌باشد. نظر به اینکه نمونه روغن نشان‌دهنده آلودگی و رطوبت روغن می‌باشد، لازمه نتایج دقیق آزمایش، یک نمونه‌برداری صحیح است. بنابراین تاکید بر به‌کارگیری

علاوه بر موارد ذکر شده در فوق، از مهمترین آزمایش‌های الکتریکی، فیزیکی و شیمیایی دیگر که در مورد روغن متداول می‌باشد و دارای دستورالعمل‌های بین‌المللی توصیه شده‌ای نیز است، موارد زیر را می‌توان نام برد:

- عدد دی‌الکتریک
- ضریب شکست نور
- رنگ و وضعیت ظاهری
- ویسکوزیته
- نقطه اشتعال
- وزن مخصوص
- نقطه ریزش
- تعداد و ابعاد ذرات معلق در روغن
- پیر کردن مصنوعی روغن

اندازه‌گیری و آزمایش کلیه مشخصاتی که در مورد روغن ترانس ذکر شد، بسیار پرزحمت می‌باشد و نتیجه‌ای که از این اندازه‌گیری به دست می‌آید باید بر حسب مورد و نیاز انجام شود. لذا آزمایش‌هایی که در موارد خاص و برای ترانس‌های با توان‌های بالا و در سطوح فشار قوی انجام می‌شود، بسته به مسئله مورد نظر مشخص می‌شود. انجام آزمایش بر روی روغن در ترانس‌های قدرت در موارد زیر صورت می‌گیرد:

- ۱- آزمایش روغن نو قبل از پر کردن به ترانسفورماتور
- ۲- آزمایش روغن قبل از برق‌دار کردن ترانسفورماتور
- ۳- آزمایش‌های دوره‌ای روغن در محل
- ۴- آزمایش دوره‌ای روغن در آزمایشگاه

جدول ۴- موارد کاربرد و تفسیر نتایج آزمایش‌های دوره‌ای روغن ترانس

مشخصات	ولتاژ تجهیزات (kV)	روش آزمایش	محل انجام آزمایش		دوره تناوب پیشنهاد شده انجام آزمایش اصلی	مقدار حد مجاز (kV)	اقدام در صورت خارج بودن از حد مجاز
			ترانس	آزمایشگاه			
ولتاژ شکست	$70 < kV >$ $170-20 <$ $70 <$	IEC 156	#	#	قبل از برق‌دار کردن، بعد از ۳ ماه و بعد از هر ۲ سال	$30 < kV <$ $40 <$ $50 <$	تصفیه فیزیکی روغن
مقدار آب محلول	$170 >$ $170 <$	ISO R 760	#	#	قبل از برق‌دار کردن، بعد از ۳ ماه و بعد از هر ۳ سال	$30 < mg/l >$ $20 < mg/l >$	"
ضریب تلفات عایقی	تمامی سطوح ولتاژی	IEC-247 IEC-250	#	#	قبل از برق‌دار کردن، بعد از هر ۳ سال	$0.2-2/0 >$ $90 < ^\circ C <$	تصفیه یا تعویض روغن
مقاومت مخصوص	"	IEC-247 & 93	#	#	قبل از برق‌دار کردن، بعد از هر ۳ ماه، بعد از هر ۳ سال	$0.1 < G\Omega m <$ $90 < ^\circ C <$	تصفیه فیزیکی یا شیمیایی یا تعویض
مقدار اسیدیته	"	IEC 296	#	#	قبل از برق‌دار کردن و بعد از هر ۳ سال	$0.15 >$ Mg_{CO_2}/G_{Oil}	تصفیه شیمی یا تعویض
رسوب و یا لجن	"	-	#	#	"	غیر قابل تعیین	رسوب-تصفیه فیزیکی یا شیمی یا تعویض
نقطه اشتعال	"	IEC- 296A	#	#	"	حداکثر تا $15 < ^\circ C <$	بررسی علت یا اصلاح با تعویض
کشش سطحی	"	IEC 296	#	#	"	$0.015 < Nm <$	تصفیه شیمیایی یا تعویض

ظروف تمیز و خشک و مطمئن بودن لوازم نمونه برداری لازم است. محافظت روغن از کثافت هوا در موقع نمونه برداری و به خصوص محکم نمودن درب ظروف روغن تا زمان رساندن نمونه به آزمایشگاه ضروری است.

ظروف نمونه برداری باید حتماً از شیشه یا استنلس استیل باشد. ظروف استنلس استیل درجه بندی شده و به صورت قوطی فلزی قابل حمل است. در صورت استفاده از ظروف شیشه‌ای باید رنگی بوده و آن را در یک زورق غیر قابل نفوذ و غیر شفاف پوشاند. یادمان باشد که هرگز نباید از ظروف پلاستیکی استفاده کرد.

*** در استاندارد IEC مقدار نمونه ۱ لیتر برای آزمایش در محل و ۳ لیتر برای آزمایش در آزمایشگاه برای ترانس‌های بزرگ می‌باشد.**

محل‌های گوناگونی برای نمونه برداری روغن از تانک وجود دارد. در گزارش نمونه برداری، محل نمونه برداری از روی تانک ترانس نیز یادداشت می‌شود. نمونه روغن توسط شیر تخلیه که در ته تانک روغن قرار دارد، برداشته می‌شود. قبل از برداشتن مقدار نمونه، شیر تخلیه روغن را باز کرده تا مقداری روغن دور ریخته شود تا تمام اجسام و مواد دیگر در داخل لوله تمیز شود و سپس شیر را ببندید. قبل از اینکه ظرف را پر کنید، آن را نیز با روغن ترانس شستشو دهید و بعد نمونه برداری انجام می‌گیرد و سپس درب ظرف محکم می‌گردد. اگر روغن موقعی که هنوز داغ است برداشت شود، بهتر مشخص کننده وضع کیفی روغن خواهد بود. کارهایی که شرح داده شد می‌بایست سریع و بدون وقفه انجام گیرد تا حتی الامکان از مجاورت روغن با هوا جلوگیری شود. مقرر است ایمنی لازم را می‌بایست هنگام نمونه برداری روغن به خاطر اشتعال‌زا بودن آن رعایت نمود.

۲۰-۵-۲۰- بررسی روغن نمونه برداری شده

۲۰-۵-۱- رنگ و شکل ظاهری

بعضی اوقات ظاهر روغن نمونه، اطلاعات جالبی را ارائه می‌دهد. عدم شفافیت غالباً به علت رطوبت می‌باشد، به خصوص اگر تیرگی بعد از سرد شدن روغن ظاهر شود. اگر در موقع برداشتن نمونه روغن که هنوز داغ است، روغن خیلی تیره باشد، توصیه می‌شود که مقدار کمی از آن جهت آزمایش‌های جزء به جزء در لوله آزمایش ریخته شود و اگر روغن شفاف باشد، باید تحت آزمایش‌های شیمیایی قرار گیرد.

رنگ خیلی تیره روغن ممکن است به علت اکسیده شدن آن تا سر حد تشکیل رسوب باشد؛ اگرچه امکان دارد این رنگ تیره به علت کثافت و ناخالصی‌های موجود در روغن مانند ترکیبات قیری نیز باشد. بوی اسیدی زیاد نیز در صورت وجود می‌تواند

به علت نسبت بیش از حد اسیدها، فساد و زنگ زدگی داخل تانک و در بالای سطح روغن ایجاد شده باشد؛ مخصوصاً اگر روغن دارای رطوبت نیز باشد.

۲۰-۵-۲- اندازه‌گیری خاصیت اسیدی روغن

دو روش در صنعت برق معمول است. روش اول از فنل فتالین برای تعیین حالت خنثی برای روغن استفاده می‌شود. این روش در صنایع الکتریکی به طور وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش دوم استفاده از قلیای آبی می‌باشد.

در روش اول الکل اتیلیک یا الکل متیلیک صنعتی به نمونه روغن اضافه می‌گردد و مخلوط جوشانده می‌شود. قبل از تیتراژ کردن (اضافه کردن تدریجی قلیا به اسید تا ظهور رنگ توسط معرف) اسید توسط محلول قلیای استاندارد، چون الکل از روغن جدا می‌شود و در زیر آن قرار می‌گیرد و تا اندازه‌ای توسط آن رنگین می‌گردد. رنگ قرمز توسعه یافته توسط فنل فتالین در حالت خنثی روغن، همیشه نمی‌تواند به آسانی تشخیص داده شود. روش دوم احتیاجی به حرارت و مجزا شدن روغن از محلول را ندارد و تغییر رنگ قلیای آبی توسط اپراتورها به راحتی مشاهده می‌شود. این تغییر رنگ در صورت لزوم می‌تواند تیتراژ تا مقدار اسیدیته فوراً مشخص گردد تا از اثر دی‌اکسید هوا بر روی نتیجه آزمایش نیز جلوگیری شود. آزمایش اسیدی بودن روغن علاوه بر نصب ترانس‌های قدرت در اوایل کار ترانس، سالی یک مرتبه و سپس دو سال یک مرتبه صورت می‌گیرد. طبق استاندارد IEC مقدار ۰/۵ میلی گرم پتاس سوزآور ($\text{mg}_{\text{KOH}}/\text{g}$) به عنوان حداکثر خاصیت اسیدی در زمان بهره‌برداری ترانسفورماتور معمولی شناخته شده است و در کمتر از این حد رسوبی تشکیلی نمی‌گردد و کار ترانس‌ها معمولاً بدون مسئله و مشکلات رسوب و لجن برای مدت ۲۰ سال رضایت‌بخش خواهد بود. با افزایش بار و سطح ولتاژ، درجه اسیدی روغن نیز افزایش می‌یابد. اگر درجه اسیدی روغن به این حد برسد، روغن باید تعویض یا تصفیه شیمیایی گردد.

۲۴-۵-۳- استقامت دی‌الکتریک یا ولتاژ شکست

از آنجائیکه یک روغن عایقی خوب باید دارای استقامت دی‌الکتریک بالایی باشد، یکی از متداول‌ترین آزمایش‌ها بر روی روغن نمونه برداری شده و کنترل‌های دوره‌ای، تست استقامت دی‌الکتریک می‌باشد و این آزمایش در محل نصب ترانس نیز قابل انجام است. در بررسی خاصیت عایقی روغن و استقامت دی‌الکتریک، آن را تحت تأثیر ولتاژ متناوب قرار می‌دهند و این ولتاژ به تدریج زیاد می‌گردد. تا ولتاژ شکست که اولین جرقه بین دو الکترود می‌باشد، ظاهر گردد.

استقامت دی الکتریک از مشخصات شیمیایی روغن تبعیت نمی کند، بلکه مقدار ولتاژ شکست (kV) تحت تأثیر شدید آب و مقدار رطوبت موجود در روغن می باشد. بنابراین آب به عنوان یکی از عوامل مخرب روغن شناخته شده است و چون مقدار حلالیت ذرات آب تابعی از درجه حرارت روغن نیز می باشد، درجه حرارت روغن نیز بر روی استقامت دی الکتریک تأثیر می گذارد.

استقامت دی الکتریک روغن هایی که در حد مورد قبول استاندارد نباشند را می توان به وسیله تصفیه فیزیکی یا همان فیلتراسیون، تمیز و خشک کرد و ولتاژ شکست آن را بهبود بخشید. در این روش می باید ابتدا جداره مخزن ترانس را در حد امکان با پوشش های عایق گرما پوشاند تا افزایش درجه حرارت آن سریع تر انجام گیرد. سپس با اتصال کوتاه سیم پیچی فشار ضعیف و اعمال ولتاژی معادل $U = U_a * U_k / 100 \pm 10\%$ در طرف فشار قوی ترانس، جریانی معادل شدت جریان نامی در سیم پیچ های ثانویه آن برقرار نمود. در این رابطه U_k همان امپدانس اتصال کوتاه است که معمولاً روی پلاک مشخصه ترانس نوشته شده است. به عنوان مثال چنانچه $U_k = 6\%$ باشد، ولتاژ اتصال کوتاه در سطح ۲۰ کیلو ولت برابر $U = 20000 \times 6 / 100 = 1200$ ولت خواهد گردید.

برای خشک کردن یک ترانس توزیع به روش اتصال کوتاه، وجود یک ترانسفورماتور افزایشده سه فاز با ولتاژ ثانویه ۱/۲ الی ۲ kV و ظرفیتی بیش از تلفات مس (تلفات اتصال کوتاه) ترانسفورماتور اصلی مورد نیاز می باشد.

قبل از شروع عمل خشک کردن باید سطح روغن مخزن انبساط در جای مناسب خود باشد، پس از اعمال ولتاژ اتصال کوتاه می باید درجه حرارت روغن کم کم به ۹۰ الی ۱۰۰ درجه سانتیگراد برسد و درجه حرارت ترانس باید به مدت ۳ الی ۴ ساعت در این حد باقی بماند تا رطوبت موجود در روغن و مواد عایق آن به تدریج به منبع انبساط که درجه حرارت آن کمتر است، منتقل گردد. پس از این مدت باید روغن موجود در منبع انبساط را تعویض نمود و داخل آن را با روغن گرم شستشو داد و سپس آن را از روغن تازه شارژ و پر نمود.

۶-۲۴- روغن زدن و یا شارژ روغن ترانسفورماتور

در صورتی که منبع انبساط روغن در محل نصب گردیده یا ارتفاع سطح روغن بر روی درجه روغن نما با در نظر گرفتن تغییرات درجه حرارت محل پائین تر از حد تعیین شده است، می باید مقداری روغن عایق به منبع انبساط اضافه شود. در این حالت چنانچه روغن عایق کارخانه سازنده در ظروف در بسته و مطمئنی در کارگاه موجود باشد، می توان آن را با اطمینان مورد استفاده قرار داد. به هنگام اضافه کردن روغن ترانس باید توجه

داشت که اختلاف درجه حرارت بین روغن تازه و روغن موجود در ترانس نباید از ۵ درجه سانتیگراد تجاوز نماید.

چنانچه سطح روغن ترانس پائین تر از درپوش آن باشد، باید روغن به آرامی از دریچه بالای تانک به داخل آن ریخته شود و سپس این دریچه به خوبی مسدود و آب بندی گردد. سپس باقی روغن از دریچه مخزن انبساط ریخته شود تا از جمع شدن هوا در زیر درپوش جلوگیری به عمل آید. در این هنگام باید مجاری هواگیری بوشینگ ها باز باشد تا هوای موجود آنها تخلیه گردد. سپس همین که روغن از این مجاری سرریز نمود، پیچ های مربوطه باید محکم و آب بندی شوند. جزئیات مربوط به هواگیری بوشینگ و مجاری آنها می باید بر اساس دستورالعمل های سازنده انجام شود. وقتی که سطح روغن به ارتفاع ۳۰ تا ۴۰ میلیمتری بالای خط نشان روی درجه روغن نمای منبع انبساط رسید، کار روغن زنی ترانس انجام شده است. به هنگام هواگیری ترانس می باید دریچه بالایی رله بوخهلتز نیز به طور متناوب باز و بسته شود تا جریان روغن آن دیده شود. همچنین به منظور اطمینان از کارکرد درست رله بوخهلتز می باید ترانس را موقع نصب با قراردادن قطعات آهنی در زیر چرخ از طرف منبع انبساط روغن آن کمی بالاتر آورد تا بقایای هوای موجود و حباب های گازی که ممکن است در آن جمع شده باشد، به طرف رله بوخهلتز و منبع انبساط رانده شود.

در عملیات روغن زنی باید توجه داشت که روغن مورد استفاده ترانس می باید از نظر همخوانی با کلیه نیازهای استانداردها کنترل گردد و نیز کمبود روغن ترانس فقط با همان نوع روغنی که قبلاً در آن بوده است، جبران گردد. در طی این عملیات باید آتش گیر بودن روغن ترانس از نظر ایمنی بطور جدی مورد توجه قرار گیرد.



۲۵- دستگاه آزمون ولتاژ شکست

دستگاه آزمایش ولتاژ شکست برای مشخص نمودن استقامت دی الکتریک عایق‌ها به کار برده می‌شوند. روش انجام آزمایش به صورت مشخص در منابع استاندارد (IEC-156) آورده شده است. لذا در اینگونه آزمایش‌ها عایق تحت ولتاژ متناوب فشار قوی قرار می‌گیرد تا شکست الکتریکی اتفاق بیافتد.

۲۵-۱- دستگاه آزمایش استقامت دی الکتریک (عایق‌های جامد)

ولتاژ شکست دی الکتریک مقدار ولتاژی است که در آن اولین جرقه بین دو الکترود ظاهر می‌شود، خواه گذرا یا دائم باشد. طبق استاندارد IEC تعیین ولتاژ شکست برای روغن‌ها باید ۶ مرتبه تکرار شود و ولتاژ شکست الکتریکی روغن مقدار متوسط شش نتیجه به دست آمده است (در استاندارد بریتانیا یعنی BS مقدار متوسط پنج نتیجه بعد از نتیجه اول منظور می‌گردد). به علت متداول و تکراری بودن روش آزمایش برای هر نمونه روغن، دستگاه‌های اتوماتیکی برای این کار در نظر گرفته شده است. ساختمان این دستگاهها به گونه‌ای است که برای آزمایش مواد عایق از جمله جامد، مایع و گازها قابل بهره‌برداری می‌باشد.

۲۵-۲- محفظه و الکترودهای آزمایش دی الکتریک روغن

بعد از اینکه از تمیز شدن محفظه مطمئن شدید، محفظه را به آرامی تا خط مشخص شده بر روی آن پر می‌کنیم تا دیگر حباب هوا وجود نداشته باشد. دمای روغن باید حدود ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتیگراد باشد. روش روتین شده انجام آزمایش بصورت تکراری برای ۶ مرتبه برای یک نمونه روغن توسط دستگاه اتوماتیک آزمون دی الکتریک انجام می‌شود.

۲۵-۳- طرز کار دستگاه اندازه‌گیری استقامت دی الکتریک

بعد از تنظیمات مورد نظر و پر کردن محفظه از روغن نمونه برداری شده جهت آزمایش کلاhek محافظ (محفظه فاراده) را بسته و قفل می‌کنیم. در کلیه دستگاه‌های اندازه‌گیری فشار قوی به خاطر اینکه با ولتاژهای بالا سروکار دارند، علاوه بر ضرورت زمین کردن دستگاه‌ها، از محفظه‌های ایمنی خاصی به نام محفظه‌های فاراده که بصورت کلاhek می‌باشد، استفاده می‌کنند. این کلاhek نقش حفاظتی در موقع انجام آزمایش دارد و در هر مرحله‌ای از انجام آزمایش که این کلاhek برداشته شود، جریان قطع شده و آزمایش متوقف می‌شود و باید برای ادامه از اول شروع نمود.

با زدن کلید اصلی آزمایش شروع می‌شود. بر طبق استاندارد دوره زمانی میرا کننده‌ای بنام مقدار وقفه زمانی وجود دارد که باید بعد از ریختن روغن صبر نموده و سپس ولتاژ را اعمال نمود. کلید تنظیم زمان را در مقدار (صفر) قرار می‌دهیم. از طرف دیگر چون مقدار ولتاژ شکست به سرعت افزایش ولتاژ

اعمالی (معکوس) نیز بستگی دارد، لذا باید مقدار (kV/S) را روی یکی از مقادیر محدوده‌های (۰/۵، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵) ثابت نمود. حال با زدن کلید شروع آزمایش، ولتاژ شروع به افزایش می‌یابد و نمایش دهنده ولتاژ مقدار آن را در هر لحظه نشان می‌دهد، تا جایی که ولتاژ شکست اتفاق بیافتد و نتایج استقامت دی الکتریک معلوم شود. بعد از هر شکست، همزن داخل روغن به‌طور خودکار برای مدت یک دقیقه شروع به کار کرده تا مسیر هادی شده بین دو الکترود و حباب هواهای ایجاد شده بین دو الکترود را از بین ببرد. این اندازه‌گیری بعد از ثبت مقدار اول به صورت متوالی برای ۵ بار دیگر تکرار می‌شود که مدت زمان برای شروع آزمایش از هر شکست را می‌توان در مقادیر ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ دقیقه تنظیم نمود.

۲۶- دستگاه تصفیه روغن ترانسفورماتور

در صورتیکه نتایج آزمایش روغن، ضرورت انجام فیلتراسیون برای روغن ترانس را تجویز کند، با انتقال دستگاه تصفیه روغن به محل نصب ترانس، عمل تصفیه فیزیکی انجام خواهد شد. در این دستگاه که معمولاً جهت گرفتن مواد معلق و ناخالصی با استفاده از فیلترها می‌باشد و برای جدا کردن رطوبت روغن از سیستم آبگیری در خلاء استفاده می‌شود. این روش در ایران کاملاً معمول و رایج می‌باشد. در این عمل تصفیه روغن به صورت پیوسته و در یک مدار بسته از قسمت پائین ترانس و به کمک یک پمپ مکش همراه با فرآیند گرم نمودن، عمل فیلتر کردن آغاز می‌گردد.

روغن ابتدا از یک فیلتر صافی فشرده عبور نموده و ذرات درشت تصفیه اولیه می‌شود. سپس روغن را وارد محفظه‌ای نسبتاً بزرگ نموده و گرم می‌نمایند. از آنجائیکه گرمای اضافی باعث تبخیر مواد ضد اکسیداسیون می‌گردد، درجه حرارت را بیش از ۶۰ درجه سانتیگراد اختیار نمی‌کنند. برای جدا کردن رطوبت از روغن باید سطح تماس روغن و هوا (خلأ) را زیاد نمود. این عمل به صورت پودر کردن روغن و پاشیدن آن به داخل محفظه خلأ انجام می‌گیرد. ظرف مذکور تحت خلأ کمتر یا مساوی می‌باشد. در طول این مرحله گاز و رطوبت روغن حذف می‌شوند. روغن خشک و گاززدا شده در کف محفظه جمع می‌شود و از طریق پمپ و عبور از فیلتر شنی بر روی سینی‌هایی که داخل محفظه فیلتر خلأ قرار دارند، می‌ریزند تا همزمان با تبخیر آب، گازهای حل شده در روغن نیز خارج گردد و سپس روغن به داخل ترانس بازگردانده می‌شود. پس از یک مرحله تصفیه فیزیکی دستگاه، مقدار آب در روغن به مقدار ppm ۱۰ و مقدار گاز حل شده به ۰/۲۵ درصد حجمی کاهش می‌یابد. این دستگاه تصفیه روغن بایستی دارای ۲ پمپ خلأ مستقل باشد: یکی برای ظرف پاشش و گرمایش روغن و دیگری برای تولید خلأ

در خود ترانس. بدین ترتیب می‌توان در ضمن خشک کردن و گاز زدا کردن روغن، خلاء را در تانک ترانس برقرار نمود.

دستگاه تصفیه و فیلتراسیون بازسازی نمایید که این خود باعث کاهش مسائل روغن می‌گردد.

۸- از مخلوط کردن روغن‌ها با درجه آلودگی متفاوت و محصولات مغایر با یکدیگر خودداری گردد.

۲۳- نتیجه‌گیری

با توجه به مطالب ارائه شده می‌توان پیشنهادات زیر را با توجه به بهره‌برداری با راندمان بهتر و عمر طولانی‌تر از ترانس‌های قدرت در پست‌ها ارائه نمود. بدین طریق هزینه‌ای که صرف این برنامه‌ریزی می‌گردد در طولانی مدت در ازای هزینه‌های سنگین و ناگهانی صدمات جبران‌ناپذیر احتمالی ترانس‌ها که می‌تواند منجر به خروج آنها از شبکه با خسارات کلی و یا حتی منجر به تعویض کامل آنها و عمری کوتاه‌تر شود، جبران می‌گردد:

۱- طبق دستورالعمل‌های استاندارد در دوره‌های پیشنهاد شده، از روغن ترانس نمونه‌برداری نموده و به مراکز موجود جهت آزمایش و کنترل روغن ارسال شود تا با حداقل وسائل لازم و صرف هزینه کمی این آزمون‌های دوره‌ای انجام گردد.

۲- تغییر مشخصات این روغن‌ها که بهترین معرف تغییرات تدریجی یا ناگهانی در کارکرد ترانس می‌باشد، در پرونده‌های مربوط به هر ترانس که در واقع تاریخچه کار آن می‌باشد، ثبت و نگهداری گردد.

۳- چنانچه نتایج آزمون تغییرات نامطلوبی را نشان داد، علت پیگیری شده و چنانچه ناشی از تنش‌های الکتریکی ناگهانی و نامطلوبی در کار شبکه یا ترانس باشد، در جهت رفع برآمده و اگر ناشی از افزایش عمر روغن بوده و در حد مقادیر حدی تعیین شده در جداول باشد، دستور تصفیه فیزیکی یا احیاء شیمیایی روغن و خشک کردن ترانس و یا پاک کردن ترانس از لجن، صادر شده و تحت نظر کادر متخصص در کارگاه تعمیرات ترانس انجام شود.

۴- نتایج کلیه آزمون‌ها، حتی پس از تصفیه نیز جهت پیگیری‌های بعدی ثبت گردد.

۵- با مهر و موم کردن کامل تانک ترانس و تعبیه امکانات انبساط روغن و دستگاه تنفس‌کننده (سیلیکاژل)، روغن را کاملاً از هوا دور نگه داشت؛ زیرا یکی از عوامل تشدید فساد روغن حضور هوا می‌باشد.

۶- قبلاً توضیح داده شد که کنترل درجه حرارت روغن بسیار مهم است، زیرا افزایش ۴ درجه سانتیگراد تقریباً عمر موثر عایق سلولز را حدود ۳۰ درصد کاهش می‌دهد و فعل و انفعالات شیمیایی با افزایش درجه حرارت به اندازه ۸ درجه سانتیگراد، دو برابر می‌گردد و به فساد روغن کمک می‌نماید؛ لذا با کاهش درجه حرارت محیط توسط تهویه، عمر آن را افزایش می‌دهیم.

۷- در فواصل زمانی مساوی مثلاً هر سه سال یک مرتبه، در صورت امکان روغن ترانس‌های با ظرفیت بالا و مهم را با

منابع:

- 1- ABB Power Technology Products, Distribution Transformers
- 2- Siemens Power Engineering Guide, Transmission and Distribution
- 3- Electrical Engineering Handbook
- 4- IEEE C57, 104-1991, «Guide for the interpretation of gases generated in oil-immersed transformers»
- 5- American Electrical Handbook
- 6- P.C Krause, «Analysis of electric machinery», MC Grawhill, Newyork (2010)
- 7- Anibal T. De Almadia, Paula Fonseca & other, «Improving the penetration of energy motors», University of Coimbra, Department of Electrical Engineering

۸- کاتالوگ محصولات شرکت ایران ترانسفورماتور

۹- «استاندارد تجهیزات»، شرکت سهامی تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر)

۱۰- «ترانسفورماتورهای توزیع»، مهندس مصطفی مجیدینیا، انتشارات دایره دانش

شرکت عایقکاری

خدمات عایق نسوز

مجری عملیات عایقکاری حرارتی و برودتی
کارخانجات صنعتی

با سی و شش سال سابقه کار

مدیرعامل: محمد افراسیابی

آدرس: تهران، ایرانشهر شمالی، جنب شهرداری
پلاک ۱۵۰، طبقه چهارم واحد ۱۲

- تلفن: ۸۸۴۲۰۰۵
- فاکس: ۸۸۳۰۶۴۷۳
- همراه: ۰۹۱۲۱۱۷۶۸۵۴
- وب سایت: WWW.AyeghNasooz.com
- ایمیل: Info@AyeghNasooz.com