



رابطه بهره‌برداری نادرست با سوختن ترانسفورماتورهای توزیع

غلامحسن عبدی - علی فیاض - عباس کاظمی

شرکت برق منطقه‌ای مازندران

چکیده :

ترانسفورماتورهای توزیع که به تعداد زیادی در شبکه سراسری موجود و در حال بهره‌برداری هستند ، از یک طرف به لحاظ نداشتن اپراتور دانشی و قرار گرفتن اکثر آنها در فضای باز و تماس مستقیم با شرایط متغیر جوی و از طرف دیگر به خاطر عدم توجه و دقت لازم در مراحل حمل و نقل تا نصب و بهره‌برداری و عدم رعایت استانداردها و روشهای صحیح سرویس و نگهداری ، در معرض سوختن و خرابی و صدمات فراوانی قرار میگیرند. در این مقاله ابتدا به تجزیه و تحلیل پدیده‌های گوناگونی که در اثر بهره‌برداری غلط و شیوه های نادرست انجام کار ، زمینه های سوختن ترانسفورماتورهای توزیع را فراهم می آورد پرداخته و سپس با ارائه دستورالعملها و روشهای صحیح ، پیشنهاداتی را در این خصوص مطرح خواهیم نمود.

شرح مقاله :

بدون شک همراه با ساختن و تولید هر وسیله و دستگاهی درصنعت ، دستورالعملی به عنوان راهنمای کاربرد و استفاده بهینه ، به آن ضمیمه میشود و بدواً در آن عنوان میگردد که حداکثر بازدهی توأم با طول عمر مفید و قبول کارانتی ، منوط به رعایت شرایط و توصیه‌های ذکر شده میباشد. بدیهی است

بهترین دستگاه هم وقتی بدون مطالعه و توجه به استانداردهای مربوطه و تحت شرایط سخت و بحرانی قرار گیرد ، کارآئی و راندمان اسمی خود را از دست خواهد داد. در این میان حدود ۱۲۰۰۰۰ دستگاه ترانسفورماتور توزیع که در شرایط جغرافیائی مختلف کشور پراکنده و در حال بهره‌برداری هستند از این قاعده مستثنی نبوده و در تیسرس انواع حوادث و لطمات قراردارند. و لذا بمنظور مقابله با عوامل تخریب و کاهش خسارات و اثرات سوء جانبی آن نظیر خاموشیهای ناخواسته، عدم رضایت مشترکین ، کاهش تولید در صنایع و... شایسته است با توجه به استانداردهای موجود و بکار بستن تجربیات چندین ساله برقهای منطقه‌ای ، روشهای مناسب و متحدالشکلی را پایه‌ریزی و تبیین نمود تا با آموزش پرسنل ذیربط و عمل به دست آوردهای مذکور ، از آمار سوختن ترانسفورماتورهای توزیع و زیانهای مالی و تنشهای اقتصادی و اجتماعی ناشی از آن کاسته شود. علیهذا در گام نخست عوامل اصلی را که باعث ایجاد زمینه های سوختن و معیوب شدن ترانسها میگردد به شرح زیر معرفی و سپس ضمن شرح و بحث آنها ، تاثیر بهره‌برداری ناشیانه بر سرنوشت ترانسها مطرح میگردد.

- جریانهای اتصال کوتاه (اضافه جریان)

- جریانهای اضافه بار (فول باری)

- خطاهای روغن

- اضافه ولتاژ

- عدم کارآئی گروه بهره‌برداری از نظر سطح علمی و تجربی

- عدم وجود دستورالعملهای مناسب بهره‌برداری

۱- زمینه‌های ایجاد و گسترش جریانهای اتصال کوتاه :

با توجه به شرایط گوناگون جغرافیائی نقاط مختلف کشور (مرطوب و شرجی بودن استانهای ساحلی ، طوفان همراه با گرد و غبارهای مناطق محرومی و کویری ، جنگلی بودن و رشد سریع درختان و ۱۰۰۰) و اشگرذاری مستقیم این شرایط بر روی شبکه های توزیع ، تعداد حوادث و اتصالیهای ناخواسته رقم قابل توجهی داشته و با توجه به اینکه اکثر شبکه‌های موجود شهری و روستائی بصورت هوائی میباشد ، آمار اتفاقات از رشد بالائی برخوردار است. از طرفی سهم شیوه‌های نادرست بهره برداری در دامن زدن به این مشکل چشمگیر و غیر قابل اغماض است. بر طبق

بررسیهای عینی انجام شده ، اهم مواردی که بطور مستقیم و یا غیر مستقیم باعث صدمه زدن به ترانسها به علت ایجاد جریانهای اضافی شده اند عبارتند از :

- ۱-۱- عدم استفاده از فیوز با آمپراژ مناسب
- ۱-۲+ استفاده از سیم بجای فیوز
- ۱-۳- به موقع عمل نکردن یا کند عمل کردن بعضی از فیوزها (دیرتر از زمان استقامت ترانس)
- ۱-۴- عدم استفاده از ارت کافی و مناسب در شبکه بطوریکه اتصالی نقاط دور از ترانس توسط فیوز دیده نمیشود
- ۱-۵- رشد سریع درختان زیر و مجاورت خطوط بعنوان مثال ۲ الی ۵ متر در سال و پدید آمدن انواع اتصالیها بوسیله آنها
- ۱-۶- بوران شدید و در پی آن انداختن درختان و حتی سربندی و حطب ساختمانها روی شبکه
- ۱-۷- نزدیک شدن دو فاز بعلت باد و طوفان و یا عبور بار بیش از حد و غیر مجاز از سیمها بویژه در موقع پیک بار
- ۱-۸- پاره شدن سیم و افتادن آن روی سیمهای زیرین یا روی زمین در اثر پیروی و فرسوده بودن شبکه و خوردگی شدید سیمها در محل جمپرها ، گرهها ، کلمپها و غیره
- ۱-۹- بریدن و پاره شدن جمپر بیست کیلوولت در اثر شل بستن و عدم کاربرد کابلشوی بی متال
- ۱-۱۰- پائین بودن سطح مقطع کابلهای خروجی ترانس به تابلو یا تابلو به شبکه و همچنین بریدگی کابل در نقاط تیز لوله ، سوراخ تابلو و غیره
- ۱-۱۱- چپ بودن نول در بعضی ترانسفورماتورها و در نتیجه وصل مستقیم فاز به زمین به جای نول
- ۱-۱۲- عدم کنترل کیفیت روغن و آزمایش قدرت دی الکتریک آن حتی بعد از اتصالیهای تکراری ، سیاه شدن روغن و فاسد شدن سلیکاژل
- ۱-۱۳- اتصالی شدید بوسیله داخل شدن جانورانی نظیر گربه و مار به درون تابلوها به علت باز بودن درب اکثر تابلوهای توزیع و کیوسکها و محصور نبودن قسمت زیرین آنها
- ۱-۱۴- بریده شدن کابلهای زیر زمینی بوسیله لودر ، بیل و غیره

- ۱-۱۵- پرتاب سیم ، زنجیر و شاخه درخت روی شبکه
- ۱-۱۶- تک آچاره بستن مهره روی کابلشوی سر ترانس و در نتیجه پیچیدن میله فاز و بریدن آن از داخل ترانس و اتصال آن به بدنه
- ۱-۱۷- شل شدن محل اتصالات و پیچ و مهره‌های مختلف و در نتیجه پدید آمدن نقاط بسیار داغ در اثر عبور جریانهای سوزنی و در نهایت سوختن واشرهای لاستیکی و صفحات باکلیتی کلید فیوزها و آتش گرفتن تابلو
- ۱-۱۸- استفاده از بقایای تابلوهای ۸۰ آمپری سر تیری که مدتهاست به علت پائین بودن ظرفیت و عدم ایمنی از رده خارج شده‌اند و هر چند گاهی به دلیل عبور جریانهای اتصال کوتاه باعث سوختن خود و ترانس میگردند
- ۱-۱۹- وجود شبکه‌های طولانی با سیمهای نمره ۶ ، ۱۰ و ۱۶ در خیلی از شبکه‌های قدیمی و فرسوده بودن آنها و در نتیجه بالا بردن مقاومت مسیر به هنگام اتعالمیها

همانطور که ملاحظه میشود علل و اتفاقات زیادی وجود دارد که هر یک از آنها میتواند به تنهایی موجبات سوختن ترانس را فراهم آورد. لذا بمنظور مقابله با این پدیده‌های سوء و جلوگیری از سوختن ترانسها در ارتباط با مسئله اضافه جریان ، دو طریقه را باید مد نظر قرارداد.

الف - بکاربردن روشها و اعمال تمهیداتی برای جلوگیری و پیشگیری از حوادث

ب - استفاده از رله و یا فیوز مناسب به منظور دیدن خطاهای احتمالی و جلوگیری از ادامه و گسترش آن قبل از انهدام ترانس

۲- زمینه های ایجاد جریانهای اضافه بار:

استفاده از هر دستگاهی به اندازه استعداد و ظرفیت آن از اصول بدیهی و پذیرفته شده عقلی است. در مقابل بهره‌گیری بیش از توان اسمی پیامدهای سونی نظیر پیری زودرس ، کاهش راندمان و کیفیت و پدیدار شدن شکستهای جزئی و کلی را در بر خواهد داشت. مسئله اضافه بار برای ترانسهای توزیع و زیر مجموعه آن یعنی تابلوها ، کابلها و شبکه نیز مشکلات و مسائل فوق را به بار میآورد. لذا برای جلوگیری از این امر ابتدا بایستی عوامل زمینه ساز اضافه بار را مورد شناسائی و ارزیابی قرار داده و سپس روشهای مناسبی را برای حذف این زمینه ها بکار بست. علیهذا عوامل زمینه ساز اضافه بار عبارتند از :

- ۲-۱- محاسبه و انتخاب نامناسب قدرت ترانس
- ۲-۲- عدم اندازه گیری و کنترل بار ترانس بطور برنامه ریزی شده
- ۲-۳- بالا بردن مصرف (بیش از دیمانند قراردادی) در معارف سنگین
- ۲-۴- فعلی بودن و همزمانی بعضی از انواع معارف خانگی و معارف سنگین
- ۲-۵- استفاده مشترکین بیش از آمپراژ خریداری از طریق دستکاری در فیوز ،
کننتور و پلمپهای مربوطه
- ۲-۶- مسئله بارگیری سرد
- ۲-۷- کافی نبودن ارت در شبکه (و در نتیجه بروز اضافه بار ممنوعی به
هنگام اتعالی نقاط دور)
- ۲-۸- طولانی بودن شعاع های تغذیه ترانس (عدم تعادل بار شدید و فولباری
در یک فاز)

بعنوان مثال، بسیار اتفاق افتاده که در اثر افزایش باریکی از سیمهای شبکه فشارضعیف هوایی و افزایش طول آن ، فاصله فازی کم شده بطوریکه دو سیم بهم چسبیده و وصل گردیده اند ، و یا اضافه بار باعث گرم شدن پایه فیوزها و باکلیت کلید فیوزها و ذوب آنها شده و نتیجتاً " موجبات آتش گرفتن تابلو و سوختن ترانس را فراهم آورده است . از طرفی اضافه بارهای مکرر و طولانی باعث بالا رفتن دمای سیم پیچها و روغن شده و به سرعت موجبات فساد عایقها و کاهش شدید قدرت دی الکتریک آنها را فراهم و نهایتاً " سبب خروج ترانس از مدار میگردد. بنابراین همانطور که ذکر شد بایستی تمهیداتی در نظر گرفت که ترانس دچار فولباریهای طولانی و غیرمجاز نگردد (درارائه دستورالعملها به این مورد اشاره خواهد شد).

۳- زمینه های پیدایش نشت روغن و کاهش قدرت عایقی آن :

بالا بودن میزان آلودگی محیط و درجه رطوبت هوا در استانهای ساحلی ، مناطق صنعتی و کویری میتواند به دو طریق زیر بر عملکرد ترانسفورماتورهای توزیع اثر سوء بگذارد.

الف - خوردگی و زنگ زدگی بدنه ترانس و رادیاتورها و در پی آن ایجاد سوراخهای سوزنی و در نتیجه نشت و کاهش سطح روغن ترانس

ب - نفوذ رطوبت و سایر آلودگیها به داخل روغن به طرق مختلف از قبیل منافذ ایجاد شده در اثر خوردگی ، باز شدن درب منبع انبساط و شکسته شدن شیشه روغن نما یا سلیکاژل. از طرفی روغن ترانسفورماتور به دلیل مایع بودن فی نفسه آمادگی پذیرش فسادهای مختلفی را دارا میباشد و لذا شرایط محیطی نظیر رطوبت ، گرد و غبار و پوسته‌های حاصل از خوردگی بدنه داخلی تانک را بخود گرفته و جذب مینماید ، و در نتیجه جذب این مواد ولتاژ شکست روغن به مرور زمان کاهش مییابد.

شایان ذکر است که عوامل ثانوی دیگری نیز وجود دارد که در پائین آمدن قدرت عایقی مؤثر است. از آن جمله افزایش درجه حرارت (درجه حرارت محیط + درجه حرارت ناشی از تلفات مس و آهن) را میتوان نام برد. زیرا روغن در دماهای بالا تجزیه و سبب ایجاد لجن ، اسید، الکل ، گاز و غیره شده که این ناخالصیها استقامت الکتریکی روغن را به شدت نزول میدهند. ضمناً اسید ایجاد شده باعث خوردگی سطح داخلی بدنه ترانس و در نتیجه پدید آمدن پوسته براده‌های ریز آهن گردیده و آنها نیز به نوبه خود بعنوان ناخالصی وارد روغن میشوند. و اما آنچه به تشدید نشت روغن و یا پائین آمدن ولتاژ شکست آن کمک مینماید و زمینه‌های پدید آمدن خطاهای روغن را فراهم میآورد ، مسئله عدم بهره‌برداری مناسب و تحت عناوین زیر میباشد.

- ۱-۳- عدم آچارکشی به موقع و در نتیجه باز شدن شیر تخلیه روغن ، درب منبع انبساط و یا شل شدن مهره‌های واشر بوشینگها ، واشر سر ترانس
- ۲-۳- رعایت نکردن دستورالعملها در موقع حمل و نصب. لذا ممکن است به علت فشار و ضربات مکانیکی ، رادیاتورها و بدنه ترانس آسیب‌پذیر شده و از محل آسیب به مرور زمان دچار خوردگی و سوراخ گردند.
- ۳-۳- عموماً " سلیکاژل‌هایی که رطوبت فراوان و گرد و خاک جذب نموده و سیاه شده‌اند ، تعویض نمیشود.
- ۴-۳- شیشه رطوبت گیر و روغن نما بویژه نوعی که دارای حفاظت مکانیکی مناسب نیست ، به دلایل مختلف از قبیل کیفیت پائین شیشه و یا شکسته شدن توسط افراد ، تخریب شده و روغن از طریق لوله رابط در معرض مستقیم هوا قرار گرفته و بعضاً " از طریق لوله روغن نما آب باران وارد روغن میشود.

۳-۵- روغن ترانسها بندرت مورد آزمایش قرار میگیرد ، حتی بعد از اتصالیهای مکرر نیز ولتاژ شکست روغن مورد تست قرار نمیگیرد.

۳-۶- گاهها " مشاهده شده که برای جبران کمبود روغن ترانس از روغنهای باجنس مختلف و کیفیت متفاوت و یا روغنی که در معرض هوا قرار داشته استفاده میگردد.

۳-۷- ترانسهای که مدتها در حال بهره برداری بوده ولی به دلیل فولبار شدن تعویض شده و در محلی دیگر نصب و تحت تانسیون قرار میگیرند ، بدون اینکه ترانس در یک پریود زمانی مناسب استراحت داده شود و بعد از آن روغن آن مورد آزمایش قرار گیرد. حتی در چند مورد مشاهده شده که بعد از این انتقال و جابجائی چون لجن و ناخالصیهای ته تانک و یا نشسته بر روی بوبین ها در تمام حجم روغن مخلوط میشوند، در نتیجه این ترانس که تا لحظاتی قبل سالم بوده حالا تحمل ولتاژ اسمی را ندارد.

۳-۸- پیچیدن میله فزاز و رها شدن آن از داخل ترانس و در نتیجه اتساع ناقص میله فزاز به شمش بوبین باعث ایجاد جریان سوزنی و داغ شدن میله فزاز و نهایتاً " سوختن واشر پلاستیکی بوشینگ و نشت روغن گردیده است.

۲- زمینه های سوختن ترانس به علت اضافه ولتاژ :

مخربترین حادثه برای ترانسهای توزیع اصابت صاعقه و عبور ولتاژ ضربه ای از سطح بوبین فشار متوسط آن میباشد که حلقه ها را بهم وصل نموده و کلاف آسیب دیده و دیگر به سختی قابل تعمیر میباشد. از طرفی به علت بالا بردن فرکانس ولتاژ صاعقه (مگاهرتز) و چرخش سریع یونها ، روغن به شدت گرم شده و دچار فروپاشی حرارتی و در پی آن باعث شکست الکتریکی روغن میگردد. در این اشکال آنچه مربوط به ضعف بهره برداری مشاهده شده عبارتند از :

۴-۱- اشتباه بستن ارت برقگیر - در بررسیهای نمونه ای انجام شده روی چند ترانسفورماتور که در اثر رعد و برق سوخته اند ، ملاحظه شده که ارت بدنه ترانس به جای وصل به ارت برقگیر ، اشتباهاً " و یا از روی عدم اطلاع کافی به نول وصل گردیده ، لذا ولتاژ صاعقه که همزمان روی برقگیر و بوبین فشار متوسط می نشیند ، اختلاف پتانسیل بین سیم پیچ و بدنه را بسیار افزایش داده و با بروز اتصال بدنه شدید موجب سوختن ترانس گردیده است.

۲-۲- قطع شدن ارت برقگیر - اصولاً "برقگیر به وسیله سیم مسی به ارت پای تیر وصل میشود و این سیم به دلایل مختلف نظیر نداشتن لوله محافظ، نداشتن بست کافی، خوردگی و پارگی سیم، سرت سیمهای مسی توسط بچه ها و یا افراد سودجو، ممکن است قطع شده باشد.

۲-۳- انحراف جرقهگیرها - فاصله جرقهگیرهای ترانس به علت بی‌توجهی و یا عدم آچارکشی بعضاً "مشاهده میشود که زیاد شده و یا از مقابل هم منحرف گردیده و نتیجتاً "مسیر ایجاد قوس طولانی شده و جرقه گیر از اثر افتاده است.

۲-۴- نداشتن برقگیر - در سالهای اخیر به علت موجود نبودن برقگیر، اکثر ترانسها (حتی در نقاط کوهستانی) بدون برقگیر نصب و در چند مورد به علت اصابت صاعقه دچار سوختگی شده‌اند.

۵- زمینه های عدم کارآئی گروه بهره‌بردار :

در ارتباط با زمینه‌های آسیب‌پذیری ترانس به‌علت عدم کارآئی مناسب اکیپ بهره‌بردار میتوان موارد زیر را مد نظر قرار داد.

۵-۱- برخورد غیر مهندسی در بهره‌برداری از ترانسفورماتورهای توزیع - در ارتباط با روشهای مناسب بهره‌برداری از ترانسهای توزیع و ارائه برنامه و طرح برای بهره‌برداری بهینه از آن کار مهندسی خیلی کم انجام میگردد. علاوه بر آن در مورد بررسی و تجربه آموزی از حوادثی که برای اینگونه ترانسها پیش می‌آید بیشتر استادکاران و سیمبانها دخالت دارند تا مهندسین مطلع و با تجربه. از نظر کنترل و برخوردهای آزمایشگاهی با ترانسهای توزیع چه آنها که سالهای سال مورد بهره‌براری قرار دارند و چه آنها که دچار حوادث مهمی مثل اتعال کوتاه واقع شده‌اند، متأسفانه یا اقدامی بعمل نمی‌آید یا اگر اقدامی شود در زمره کارهای غیرمهندسی قرار دارد تا مهندسی.

۵-۲- پائین بودن سواد علمی پرسنل بهره‌بردار ترانس - روشن است که پرسنل بهره‌بردار ترانس اگر سواد علمی کافی در مورد اصول کار ترانس و اهمیت تجهیزات و دستکاههای وابسته به آن را نداشته باشند نمیتوانند در مورد مسئله مهم بهره‌برداری از ترانس و نکات اساسی مربوط به آن دید درستی داشته و کار با ارزشی انجام بدهد. تجربه نشان داده است که آموزشهای کلیشهای و طوطی‌وار نه تنها در ارتباط با بهره‌برداری از ترانس مفید

نبوده بلکه در بسیاری از موارد ، برق گرفتگی پرسنل را نیز به همراه داشته است. متأسفانه هم در چارتهای تشکیلاتی و هم در برقه‌های منطقه‌ای نسبت به سواد و تجربه پرسنلی که بهره‌برداری از عنصر مهم شبکه توزیع یعنی ترانسفورماتور توزیع را بعهده دارند اندیشه و عمل مناسبی انجام نگرفته است و همین مطلب در سرگذشت بسیاری از ترانسفورماتورهای سوخته شده جای چشمگیری را اشغال کرده است.

۳-۵- عدم آموزش مناسب و کافی اکیپ بهره‌بردار ترانس - در بسیاری از موارد مشاهده میشود که آموزش پرسنل بهره‌بردار ترانس در سطح خواندن پیک بار ، قطع و وصل کات‌اوت و حداکثر آشنایی با تست روغن و میکروژنی میباشد ، تازه این مطلب هم بیشتر در مورد سرپرستهای اکیپ صادق است تا افراد اکیپ. به همین دلیل آمار سوختن بسیاری از ترانسها از جمله ترانسهای که فقط به خاطر چپ نول بودن از طرف اکیپ مستقیماً دچار اتصالی فاز به زمین شده‌اند و حکایت از ارتباط موضوع با عدم آموزش پرسنل مربوطه دارند ، کم نیستند.

۶-زمینه‌های سوختن ترانس بعلت عدم وجود دستورالعملهای مناسب بهره‌برداری :

متأسفانه مشاهده میشود در بسیاری از برقه‌های منطقه‌ای در مورد چگونگی بهره‌برداری مناسب از ترانسهای توزیع یا هیچگونه دستورالعملی وجود ندارد یا اگر هم وجود داشته باشد بسیار ناکافی و نامناسب است. از همه بدتر اینکه تجربه چندین ساله برقه‌های منطقه‌ای در زمینه روشها و عملیاتی که بهره‌برداری از ترانسها را بهبود میبخشد ، با ویژگیهای بهره‌برداری انواع ترانسهای توزیع را از نظر کارخانه سازنده ، قدرت ترانس ، شرایط اقلیمی و آب و هوایی محل نصب و غیره مطرح میسازد ، بیشتر به عنوان تجارب شخصی درآمده تا نکات مورد استفاده در دستورالعملها و جزوات مورد لزوم برای سایر دست‌اندرکاران مربوطه. البته از آنجائیکه در ادامه این بخش دستورالعملهای بهره‌برداری مناسب از ترانسهای توزیع مطرح خواهد شد ، به روشنی میتوان فهمید که رعایت نکردن هر کدام از بندهای آن چه مشکلاتی را برای اکیپهای بهره‌بردار ببار خواهد آورد و چه زمینه‌هایی را برای ایجاد و گسترش عوامل آسیب‌رسان به ترانس باز خواهد نمود.

۱-۶- دستورالعمل ترانسپورت ، انبارداری و نصب ترانس :

- الف - حمل و نقل ترانس بایستی با سرعتهای پائین (زیر ۵۰ کیلومتر در ساعت) و با شتاب وارد بر ترانس ۱/۵ تا ۲/۵ شتاب شقل انجام گیرد. در غیر اینصورت ممکن است نیروهای مکانیکی موجب آسیب دیدن محل جوشکاریها ، شکستگی بوشینگها و غیره گردد.
- ب - حفظ تراز ترانس حداکثر تا ۱۵ درجه
- ج - در مدت انبارداری ترانسها ، باید در محل مناسب (محل که مبرا از آلودگیها ، تنشها و ضربات مکانیکی باشد) قرار گرفته و تراز گذاشته شوند.
- د - اگر بیشتر از شش ماه مابین دریافت ترانس و در مدار آوردن آن فاصله ایجاد شود ، روغن ترانسفورماتور باید تست گردد.
- ه - ترانسفورماتورهائیکه در جریان حمل و نقل تکان خورده اند تا مدت ۱۶ ساعت جهت خروجی هوای نفوذی در روغن نباید در مدار قرار گیرند.
- و - به منظور تسریع در عملیات مانور قطع و وصل ، محل نصب ترانس (پای تیر) بایستی کاملاً هموار و بدون تپه و چاله باشد.
- ز - در محل نصب ، ترانسفورماتور باید کاملاً تراز قرار گیرد.
- ح - ترانسفورماتور را فقط بایستی از طریق حلقه‌های نصب شده روی بدنه آن از جا بلند کرده و جابجا نمود.
- ط - قبل از وصل ترانسفورماتور به شبکه ابتدا باید ترانس در جای خود محکم شده و آچار کشی شود.
- ی - سطح روغن کنترل شده و کمبود روغن جبران گردد.
- ک - هواگیری ترانس از طریق شل کردن مهره بالای بوشینگ انجام گیرد.
- ل - بستگی به فاصله نصب ترانس از پست ۶۳/۲۰ کیلوولت سوشیج تب چنجر در موقعیت و وضعیت مناسب قرار داده شود.
- م - ایزولاتورها ، شیشه های روغن نما و سلیکاژل و رادیاتورها بخوبی تمیز و پاک شوند.
- ن - مقاومت زمین اندازه گیری و به زیر ۵ اهم کاهش داده شود.
- س - با میکرو ، مقاومت‌های عایقی قبل از وصل ترانس اندازه گیری و چک شود.
- ق - اگر سلیکاژل در خلال انبارداری کثیف شده باشد توسط اشعه آفتاب یا حرارت تا مادامیکه رنگ آن آبی شود ، رطوبت آن خشک گردد .

د - در مورد ترانسهای زمینی با تعبیه فن ، درجه حرارت اطاق باید کمتر از ۴۰ درجه نکه داشته شود (تومیه میشود برای اینکه فن همیشه در مدار نباشد از ترموستات استفاده گردد).

غ - توان اسمی ترانسفورماتورهای توزیع تولید شده معمولاً برای نصب تا ارتفاع ۱۰۰۰ متر میباشد و برای ارتفاع بالاتر هر ۵۰۰ متر افزایش ارتفاع ۲٪ از توان نامی آن کم میشود و باید ۶/۲۱٪ فاصله عایقی جرعه گیرها زیاد شود. (توضیح اینکه در ارتفاعات ، به علت کم شدن غلظت هوا ، انتقال حرارت ترانس به بیرون کمتر میشود و همچنین به علت کم شدن فشار آتمسفر ، روغن در گرمای ناشی از بارهای بالا زودتر یونیزه و تولید گاز کربنیک مینماید).

ر - فاصله ترانسها از دیوار حداقل ۲۰ سانتیمتر و از همدیگر حداقل ۵۰ سانتیمتر باید در نظر گرفته شود.

۲-۶- روشهای بهره برداری مناسب و دستورالعمل پیشگیری از حوادث :

در بخشهای گذشته انواع مسائل و سوانح مترقبه و غیرمترقبه‌ای که میتواند منجر به سوختن ترانسهای توزیع گردد برشمرده شد. حال در این بخش به روشهای اصولی و عملی نگهداری ترانسها به شرح زیر اشاره میشود.

الف - تهیه شناسنامه کامل ترانس و اصولاً پست ترانسفورماتور

ب - انجام آزمایشات زیر ، هر ۱۲ ماه یک بار ضروری است :

- اندازه گیری مقاومت عایقی توسط مگر

- آچارکشی مهره‌های ایزولاتورها و اطمینان از محکم بودن آنها (در صورت

مشاهده نشستی روغن پیچ تخلیه و سایر پیچ ها آچار کشی و محکم شوند.)

- سطح روغن از طریق روغن نما کنترل و شیشه های روغن نما و سلیکاژل

پاک شوند و در صورت لزوم روغن مورد نیاز افزوده گردد.

- بدنه ترانسفورماتور و رادیاتورها و تمام سطوح باید به خوبی پاک و

هرگونه نقصی در رنگ ترانس بعد از برنامه‌ریزی لازم برطرف شود.

- چنانچه سلیکاژل سیاه شده باشد تمویض و در صورت کثیف بودن

(قرمز شدن) از طریق اشعه آفتاب و یا حرارت به حالت نرمال

درآید.

- ج - تهیه برگ انجام آزمایشات روغن ، مقاومت زمین ، پیک بار و نصب آن در محل پست و یا درب تابلو
- د - درج انشعابات جدید از هر پست از لحاظ آمپراژ واگذار شده ، به روز نگهداشتن بارهای فروخته شده و همچنین کنترل شمع تغذیه به هنگام فروش انشعاب
- ه - بعد از هر جرعه یا بعد از سه سال و قبل از هر تغییر کلی تست نمونه‌ای روغن لازم میباشد . روغن وقتی مناسب است که استقامت عایقی آن در حالت مینیمم ۸۰ کیلوولت بر سانتیمتر باشد.
- و - ترانسفورماتورها بعد از هر ۱۰ سال بایستی تجدید نظر کلی شوند ، تست مقاومت عایقی ایزولاتور بین حلقه ها باید با ۸۰٪ مقادیر داده شده طبق استاندارد مطابقت نماید ، در صورت مثبت بودن نتیجه نیازی به بیرون آوردن قسمت فعال ترانسفورماتور نمیباشد ولی بایستی تمام قسمت‌های بیرونی آزمایش و تمیز شوند ، پیچ و مهره ها سفت گردند و همچنین درستی و صحت عملکرد همه لوازم و تجهیزات ترانس مورد امتحان و ارزیابی قرارگیرد. در صورت منفی بودن نتیجه آزمایش ، قسمت فعال (اکتیو پارت) ترانس بایستی بیرون آورده شود و تعمیرات لازم بعد از تخلیه روغن انجام گیرد. آنگاه درون تانک از رسوبات احتمالی پاک گردد و آسیبهای وارده بازسازی شده ، آزمایشات لازم بعمل آید و هسه ترانس قبل از جاگذاری مجدد داخل تانک ، کاملاً خشک شود . بعد از اینکه ترانس دوباره از روغن پر شد بعد از یک پریود زمانی بخصوص و هواگیری ، آزمایش مقاومت‌های عایقی انجام و در صورت مثبت بودن نتایج آزمایشات ترانسفورماتور میتواند به شبکه وصل شود.
- ز - بریدن درختان و سرشاخه‌ها در طرفین خطوط فشارضعیف
- ح - کنترل درجه حرارت محیط - زیرا در صورتیکه ترانسفورماتور در شرایط محیطی بالاتر از ۴۰ درجه قرارگرفته باشد ، طبق فرمول زیر توان نامی آن پائین می‌آید (بویژه در پست‌های زمینی ، بایستی با تعبیه فن مناسب و کافی دمای محیط را زیر ۴۰ درجه نگهداشت).

درجه حرارت جدید / (۴۰) درجه حرارت نامی × توان نامی = توان نامی جدید

- ط - کنترل و تعبیه ارت به هنگام توسعه و احداث شبکه‌های فشارضعیف در ادامه شبکه موجود (حداقل هر ۱۵۰ متر یک ارت مدنظر میباشد.)
- ی - در صورت تجاوز شعاع تغذیه ترانس از حد مجاز به واحد نوسازی سریعاً گزارش تا توسعه شبکه منوط به نصب ترانس جدید گردد.
- ک - انتخاب سیمهای مسی بامقطع حداقل ۳۵ و تمویض و حذف سایر رده‌های پائینتر (بخصوص در نقاطی که چگالی بار زیاد میباشد.)
- ل - استفاده از بلوک ، کنکتور در اتصال سیمها و جمپرها
- م - حذف نقاط تیز لوله ها و سوراخ تابلوها و تعبیه واشرهای پلاستیکی و نظایر آن
- ن - تعبیه چفت و بست محکم برای بستن درب تابلوها (استفاده از قفل آویزی با کلید مادر توصیه میشود.)
- س - نصب تابلو توزیع در فاصله ۵/۰ متری از سطح زمین و تعبیه دیوار آجری برای بستن زیر تابلو
- ق - مشخص نمودن مسیر کابل‌های زیرزمینی به وسیله علائم مخصوص .
- ذ - برای بستن جمپر و کابلشو به سر بوشینگ‌های ترانس حتماً از دو آچار استفاده شود ، زیرا تک آچاره بستن منجر به پیچیدن میله فاز و بریدن آن میگردد.
- غ - برای مشخص نمودن نول در همه ترانسها و پرهیز از اشتباه سیمبازان در وصل فاز به زمین به جای نول در ترانسهای چپ نول ، شایسته است نول همه ترانسها با رنگ قرمز مشخص شود.
- ر - برای کنترل بار مشترکین معارف سنگین میتوان از کلید خودکار استفاده نمود که مزیت دیگر آن حفاظت ترانس در مقابل اتصال کوتاه بوده و پشتیبان بسیار خوبی برای فیوزها میباشد.
- ش - تعیین و استاندارد نمودن ضریب رشد بار (مصرف) برای نقاط مختلف که دارای چگالی بارهای متفاوت میباشد ، با ملحوظ داشتن ضریب همزمانی بارهای مختلف
- ت - استفاده از کفشک در طرف بوشینگ‌های فشار ضعیف ، برای ترانسهای ۲۰۰ کیلو ولت آمپر و بالاتر که معمولاً باید چند رشته کابل به آن وصل شود.
- ف - تقسیم بار مشترکین روی هر سه فاز بطوریکه حتی‌المقدور بار ترانس متعادل گردد.

نتیجه :

با مذاقه و تامل در بحث‌های گذشته و ارزیابی آمار تعداد ترانسهای سوخته در سطح شرکت‌های برق منطقه‌ای ، اگربگوئیم ۹۰ % علت سوختن ترانسفورماتورهای توزیع ، ضعف بهره‌برداری و سهل انگاری در امر سرویس و نگهداری ترانسها میباشد ، گزافه و اغراق نگفته‌ایم. زیرا پدیده‌های ناخواسته اضافه بار ، اتصالیهای نقاط دور و نزدیک ، طولانی شدن شعاع تغذیه ، نشت یا لجن شدن روغن، عدم تعادل بار ، انتخاب نامناسب قدرت ترانس ، اشتباه بستن ارت ونول و بریدن میله فازها ، واگذاری انشعابات غیر استاندارد در گذشته ، عدم بازرسی و کنترل معارف سنگین و دهها مورد ریز و درشت دیگر نشانگر حقایق تلخی است که شرایط گذشته و حال آنها را به ما تحمیل نموده ، و متأسفانه به جای اینکه به فکر چاره باشیم به راحتی آنها را پذیرفته و تاکنون در برابر از دست دادن این همه سرمایه‌های عظیم عکس‌العملی نداشته ، تنها به تعویض لوازم سوخته دلخوش کرده‌ایم ، در حالیکه هزینه‌های تعمیر و نگهداری پستها در مقابل این همه ضایعات مالی و اثرات سوء جانبی آن بسیار اندک است. به عنوان مثال با قیمت یک ترانس و تابلو سوخته میتوان صدها فیوز و چندین کلید خودکار تهیه نمود.

با توجه به نتایج تحقیقات و بررسیهای انجام شده میتوان گفت که آگاهی و شناخت کافی از زمینه‌ها و علل مختلف سوختن ترانسها ، بکار بستن دستورالعملهای منطبق بر استانداردها و تجربیات مفید و همچنین بالا بردن سطح دانش فنی پرسنل ذیربط موجب کاهش چشمگیر حجم ضایعات خواهد شد.

منابع :

- ۱- کاتالوک روشهای تعمیر و نگهداری ترانسفورماتورهای توزیع
- ۲- پروژه تحقیقاتی " علل سوختن ترانسفورماتورهای توزیع و راههای جلوگیری از آن " - برق منطقه‌ای مازندران
- ۳- اولین کنفرانس ترانسفورماتورهای توزیع - ایران ترانسفو - زنجان