

کاهش تلفات کابلها در شبکه های فشار ضعیف با استفاده از ترانسفورماتورهای توزیع خشک

داوود احمدزاده
دانشگاه تبریز
david_pweng@yahoo.com

بهروز احمدزاده
شرکت توزیع ایران ترانسفو
b.ahmadzadeh@iran-transfo.com

چکیده- کاهش تلفات در شبکه های توزیع از موضوعات مورد توجه کلیه شرکت های برق و نیز مشترکان عمده می باشد. با توجه به توسعه تکنولوژی تولید ترانسفورماتورهای توزیع از نوع خشک رزینی در کشور و ایمنی این نوع ترانسفورماتورها (نسبت به نوع روغنی) در برابر خطر آتش سوزی، امکان نصب آنها در نزدیکی محل مصرف (مرکز ثقل بارها) فراهم می باشد. بدین طریق طول کابل های فشار ضعیف مورد نیاز در یک مجموعه مصرف کننده مانند برج های تجاری و مسکونی کاهش قابل ملاحظه ای یافته که در نتیجه منجر به کاهش تلفات در این کابلها و نیز کاهش هزینه می گردد.

کلید واژه : تلفات ، شبکه فشار ضعیف ، کابل ، ترانسفورماتور خشک رزینی

خشک رزینی که فاقد روغن و خطر آتش سوزی است، استفاده شود می توان آن را در حوالی مرکز ثقل بارهای الکتریکی نصب کرده [۱] و لذا طول و سطح مقطع کابل های مذکور را کاهش داد. به این ترتیب علاوه بر کاهش هزینه کابل کشی، تلفات ایجاد شده در این کابلها نیز تقلیل می یابند.

۲) ترانسفورماتورهای خشک رزینی :

ترانسفورماتورهای شبکه توزیع عمدتاً " از نوع روغنی (oil immersed type) می باشد. البته در مواردی که ریسک خطر آتش سوزی ترانسفورماتور قابل قبول نباشد، روغن های سنتتیک آزمایشگاهی مانند روغن های سیلیکونی با دمای اشتعال بالاتر، جایگزین روغن های معدنی شده و یبایا از ترانسفورماتورهای نوع خشک رزینی (Cast resin Dry type) که فاقد روغن هستند، استفاده می شود [۲]. تفاوت اصلی این دو نوع ترانسفورماتور در استقامت

۱) مقدمه :

از مهم ترین اهداف شرکت های توزیع برق می توان به تأمین برق مصرفی مشترکان با در نظر گرفتن موارد ایمنی، فنی و اقتصادی اشاره کرد. یکی از موارد ایمنی که در طراحی شبکه های توزیع همواره مد نظر قرار می گیرد جلوگیری از خطر آتش سوزی ترانسفورماتور و گسترش آن در پست های 20kV می باشد. به همین منظور معمولاً محل اتاق پست را در خارج از ساختمان های پر ازدحام و یا در نقاطی از مجموعه بنا که دسترسی آسان (جهت اطفاء حریق احتمالی) داشته باشد، در نظر می گیرند. به این ترتیب کابل های فشار ضعیف خروجی از ترانسفورماتور می بایست با سطح مقطع متناسب و به طول مورد نیاز در نقاط مختلف ساختمان تعبیه گردد. حال چنانچه از ترانسفورماتور

ساختمان سیم پیچها در صورت سوختن و ضایعاتی شدن سیم پیچها قابل بازیافت هستند .

ج - افزایش استقامت سیم پیچهای کپسول شده در رزین در برابر نیروهای ناشی از اتصال کوتاه .

د - نصب و راه اندازی و تعمیرات آسانتر و سریعتر .

ه - عدم نیاز به تجهیزات حفاظتی روغن نظیر منبع انبساط -رله بوخهلتس-روغن نما-رطوبت گیر- فشارشکن .

و - تخلیة جزئی (Partial discharge) بسیار کم که طبق استاندارد IEC فوق الذکر باید از حدود 10pc کمتر باشد .

ز - امکان خارج کردن ترمینالهای LV و یا HV از طرف بالا یا پایین (هر طور که برای محل مصرف مناسبتر باشد) که به دلیل حذف مخزن روغن این امکان فراهم شده است .

لازم به ذکر است که اخیراً یک دستگاه از

ترانسفورماتورهای خشک رزینی ساخت شرکت ایران ترانسفو با توان 800kVA و ولتاژ 20/0.4kV جهت انجام تستهای نوعی و ویژه نظیر اتصال کوتاه واقعی و نیز رفتار در برابر آتش (Fire behaviour class F1) به آزمایشگاه CESI کشور ایتالیا ارسال گردید که نتیجه هر دو تست فوق مثبت بوده است [۴] .

۳) کاهش طول کابل فشار ضعیف :

همانطور که گفته شد با نزدیک کردن محل نصب ترانسفورماتور به مرکز ثقل بارها در یک مجموعه متمرکز طول کابل فشار ضعیف کاهش خواهد یافت . این موضوع با ذکر یک مثال مجربی روشن می شود . برای مثال می توان تغذیة یک برج مسکونی بیست طبقه ، در هر طبقه دارای هشت واحد مسکونی با حداکثر جریان مصرفی 25A را در نظر گرفت . با فرض بارگیری متعادل بین سه فاز و ضریب همزمانی 0.6 بین مصرف کنندگان خواهیم داشت :

الکتریکی و حرارتی عایقهای آنهاست . ترانسفورماتور های خشک رزینی طبق استاندارد IEC 60076-11 و

اکثراً با عایقهایی با کلاس حرارتی F یا H با دمای 155°C و 180°C طراحی و ساخته می شوند [۳] .

در حالیکه عایقهای سلولزی مصرفی در ترانسفورماتورهای روغنی نظیر کاغذ دارای کلاس حرارتی A با

دمای مجاز 105°C هستند و به همین دلیل است که استاندارد مذکور مقدار دمای مینا برای اندازه

گیری تلفات سیم پیچها را در نوع روغنی و خشک رزینی به ترتیب 75°C و 120°C تعیین کرده است . امروزه

مشخصات مورد انتظار از ترانسفورماتورهای خشک رزینی از لحاظ رفتار در برابر شرایط آب و

هوایی (Climatic) و محیطی (Environmental) و آتش (Fire) به دلیل پیشرفت تکنولوژی رزینها ارتقا

یافته و بالاترین کلاس تعریف شده (E2,C2,F1) می باشد که به طور کامل در استاندارد IEC 60076-11

توضیح داده شده است . لذا ؛ این ترانسفورماتورها گزینه بسیار مناسبی جهت استفاده در مناطق

حساس نظیر برجهای مسکونی ، مراکز تجاری ، متروها ، فرودگاهها ، ورزشگاهها ، بیمارستانها و نیز

پستهای موبایل می باشند و لذا سهم این نوع ترانسفورماتورها در بازار جهانی نسبت به نوع روغنی در حال افزایش می باشد [۱] و [۲] .

از مزایای دیگر ترانسفورماتورهای خشک رزینی نسبت به نوع روغنی می توان به

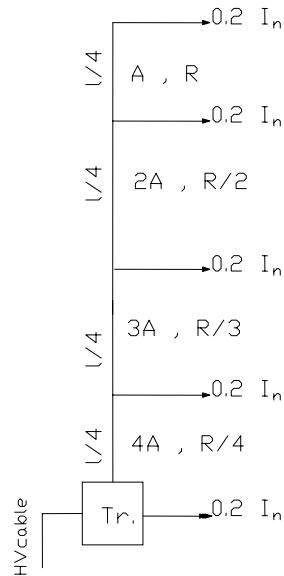
موارد ذیل اشاره نمود :

الف - در صورت بروز حریق و سرایت آن به ترانسفورماتور ،

رزین سیم پیچها (با کلاس استقامت در برابر آتش F1) با واکنش شیمیایی و متصاعد کردن بخار آب

از افزایش آتش جلوگیری کرده (self extinguish) و نیز گازهای سمی متصاعد نمی کند .

ب - عدم استفاده از روغن و لذا عدم آلودگی زیست محیطی (لازم به ذکر است که رزین مصرفی در



شکل الف - (گزینه اول) نصب ترانسفورماتور روغنی در ابتدای شبکه توزیع مجتمع

- 1: کل طول مسیر کابل LV به متر
 A: حداقل مقطع هادی کابل LV به mm^2
 R: مقاومت اهمی کابل LV متناسب با مقطع هادی به اهم
 I_n : جریان نامی LV ترانسفورماتور به آمپر

در گزینه اول:

$$\begin{aligned} \sum P_{cable\ loss} &\approx R(0.2I_n)^2 + \frac{R}{2}(0.4I_n)^2 \\ &+ \frac{R}{3}(0.6I_n)^2 + \frac{R}{4}(0.8I_n)^2 \\ &= RI_n^2(0.04+0.08+0.12+0.16) \\ &= 0.4RI_n^2 (W) \end{aligned}$$

مجموع وزن مس مصرفی

$$I_{I_{3ph}} = \frac{25 \times 8 \times 20 \times 0.6}{3} = 800 \text{ A}$$

$$S_{3ph} = \sqrt{3} \times 400^V \times 800^A = 554 \text{ kVA}$$

(جهت سادگی مثال از مصارف مشترک بین واحدها صرف نظر شده است) لذا با در نظر گرفتن بارگیری 90% از ترانسفورماتور، قدرت نامی آن در حدود 616 kVA خواهد شد که می توان از یک دستگاه ترانسفورماتور 630 kVA با نسبت تبدیل 20/0.4kV و گروه اتصال Dyn5 با جریان نامی ثانویه 909A استفاده نمود. به این ترتیب کابل LV جهت عبور جریانی در حدود 1000A مورد نیاز می باشد. جهت مقایسه استفاده از ترانسفورماتور خشک رزینی نسبت به نوع روغنی، می توان دو گزینه زیر را در نظر گرفت، قابل توجه است که ابعاد و اوزان کلی ترانسفورماتور خشک رزینی از مشابه روغنی کمتر بوده و به فضای نصب کوچکتری نیاز دارد [5] و [6].

گزینه اول: استفاده از ترانسفورماتور روغنی که در محوطه خارج از ساختمان و یا نهایتاً در اتاقی در طبقه همکف نصب می شود (شکل الف).

گزینه دوم: استفاده از ترانسفورماتور خشک رزینی که در اتاقی در طبقات میانی برج نصب خواهد شد. (شکل ب)

در این مثال کل بار مجتمع به پنج بخش مساوی و متمرکز تقسیم شده و به جهت سادگی فقط تلفات اهمی کابل LV در نظر گرفته شده و از تلفات در کابل اضافه شده HV صرف نظر شده است.

کاهش قابل ملاحظه تلفات و هزینه کابل‌های فشار ضعیف آن مجموعه گردد.

۴ (نتیجه گیری :

لزوم رعایت ایمنی در برابر خطر آتش سوزی در ترانسفورماتورهای توزیع ایجاب می کند که در صورت استفاده از ترانسفورماتور روغنی ، آنها را در محلی که حتی امکان جهت اطفاء حریق سهل الوصول و جدا از محل حضور ساکنین باشد نصب نمایند . در این مقاله گزینه استفاده از ترانسفورماتور خشک رزینی مطرح شده که علاوه بر حذف روغن و رفع خطر آتش سوزی و ایجاد حوالی مرکز ثقل بارهای الکتریکی به دو مزیت عمده یعنی کاهش قابل ملاحظه تلفات در کابل‌های فشار ضعیف و نیز کاهش مقدار کابل مصرفی و در نتیجه کاهش هزینه دست یافت .

۵ (مراجع :

1- Be One ; The Magazine for Integrated Building Technology . Siemens , B1 2/2006 – page 30 to 33 .

2- " Substitution of existing PCB – transformers by other transformer types." By : Heinz Raithel – Siemens Germany , PCB Consultation Meeting , June 2004.

۳- استاندارد ترانسفورماتور های خشک

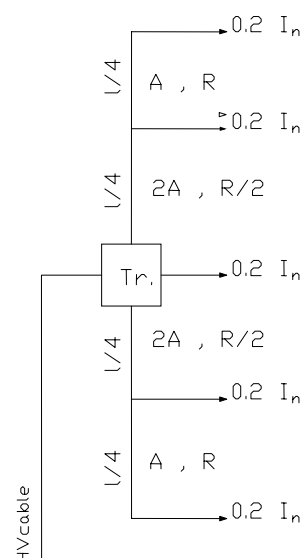
(IEC 60076-Part11-First edition-2004)

۴- گواهی های تست اتصال کوتاه واقعی و رفتار در برابر آتش ترانسفورماتور خشک رزینی 800kVA ساخت شرکت ایران ترانسفو زنجان در آزمایشگاه CESI ایتالیا

(Test report CESI No.A 7000443 for Fire behaviour test F1 class –Jan.2007 , CESI No. A 6030012 for varification of thermal and dynamic ability to withstand short circuit – Nov.2006)

۵- مقاله " مقایسه ترانسفورماتورهای نوع خشک و روغنی " - احمدزاده و علیجانیان

$$\begin{aligned} &\approx 0.0089 \frac{kg}{cm^3} \times \\ &\left(\frac{l}{4}.A + \frac{l}{4}.2A + \frac{l}{4}.3A + \frac{l}{4}.4A\right) \\ &= 0.0089 \times l.A \left(\frac{1+2+3+4}{4}\right) \\ &= 0.0089 \times 2.5 \times l \times A (kg) \end{aligned}$$



شکل ب - (گزینه دوم) نصب ترانسفورماتور خشک رزینی در مرکز ثقل بار

در گزینه دوم :

$$\begin{aligned} \sum P_{cable\ loss} &= 2[R(0.2I_n)^2 + \frac{R}{2}(0.4I_n)^2] \\ &= 0.24RI_n^2 (W) \end{aligned}$$

مجموع وزن مس مصرفی

$$\begin{aligned} &\approx 0.0089 \frac{kg}{cm^3} \times 2\left(\frac{l}{4}.A + \frac{l}{4}.2.A\right) \\ &= 0.0089 \times 1.5 \times l \times A (kg) \end{aligned}$$

با مقایسه نتایج حاصل از مثال ساده فوق دیده می شود که در گزینه دوم تلفات کابل‌های فشار ضعیف به حدود 60% و وزن آنها نیز به حدود 60% حالت اول می رسد . به این ترتیب دیده می شود که استفاده از ترانسفورماتور خشک رزینی و نصب آن در مرکز ثقل بارهای یک مجتمع می تواند منجر به

- نهمین کنفرانس شبکه های توزیع
نیروی برق ، pdf 130 -
اردیبهشت ۸۳- دانشگاه زنجان

۶- کاتالوگ
ترانسفورماتورهای توزیع
روغنی و نوع خشک رزینی
شرکت ایران ترانسفو (قابل
مشاهده بصورت فایل pdf در
سایت اینترنتی گروه ایران
ترانسفو به آدرس :

www.Iran-transfo.com

→Download → Catalogs

