

ترانسفورماتورهای هرمتیک



ترانسفورماتورهای توزیع روغنی

گروه صنعتی
ایران ترانسفو



گروه صنعتی
ایران ترانسفو

فهرسـت

۲	مقدمه
۳	طراحی ترانسفورماتورهای هرمتیک
۴	هسته مغناطیسی
۴	سیم‌پیچ‌ها
۵	خشک کردن اکتیو پارت
۵	روغن
۶	مخزن درپوش
۷	رنگ آمیزی، تمیزکاری و پوشش دهی
۸	تجهیزات ترانسفورماتور و دستگاه‌های حفاظتی
۹	تجهیزات خاص
۱۰	آزمایش‌ها
۱۱	مشخصات فنی ترانسفورماتورهای استاندارد هرمتیک

25 تا 1600 کیلو ولت آمپر و با حداکثر ولتاژ سیستم تا ۳۶ کیلو ولت طراحی و تولید می‌گردند. مشخصات فنی این ترانسفورماتورها براساس آخرین نسخه استانداردهای بین‌المللی از جمله DIN، IEC و BS یا استانداردهای ملی طبق درخواست می‌باشد. از طرف دیگر کیفیت محصولات براساس استاندارد بین‌المللی مدیریت کیفیت ISO9001-2015 تضمین شده است. ترانسفورماتورهای توزیع روغنی گروه ایران ترانسفو توسط ۳ شرکت اقماری این گروه با نام‌های ذیل تولید می‌شوند:

- ۱- ایران ترانسفوری
- ۲- ترانسفورماتور توزیع زنگان
- ۳- ترانسفورماتورسازی کوشکن

ترانسفورماتورهای هرمتیک، با توجه به مزایایی که دارا هستند در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته‌اند. این نوع ترانسفورماتورها دارای نوعی سیستم نگهداری روغن هستند که از تماس روغن عایق با اکسیژن یا رطوبت جلوگیری می‌نماید. بدین ترتیب تغییر شرایط عملکرد روغن بهبود یافته و باعث می‌شود ترانسفورماتور در طول عمر خود نیاز به نگهداری نداشته باشد. ترانسفورماتورهای هرمتیک برای استفاده در محیط‌های مرطوب، مکان‌هایی که خدمات نگهداری محدود است، ترانسفورماتورهای قابل نصب بر تیرهای هوایی و در فضاهای محدود مانند پست‌های پکیج و کامپکت توصیه می‌شوند. ترانسفورماتورهای توزیع روغنی هرمتیک بخش مهمی از محصولات هستند که توسط گروه صنعتی ایران ترانسفو با مشخصات



طراحی ترانسفورماتورهای هرمتیک

روغن غوطه‌ور می‌باشد و فضای بالای روغن از یک گازخشی مثل نیتروژن (ازت) پر می‌شود. در این حالت انبساط و انقباض روغن توسط این فضای گاز جذب می‌گردد. مخزن این ترانسفورماتورها معمولاً بصورت صلب با دیواره‌های صاف مجهز به بلوک‌های رادیاتور خنک کننده می‌باشد.

حالت خاصی از ترانسفورماتورهای هرمتیک ترکیب دو نوع فوق است طوری که هم از خاصیت الاستیک پره‌های خنک کننده و هم فضای گاز بالای سطح روغن جهت جذب انبساط و انقباض روغن بطور همزمان استفاده می‌شود. به‌عنوان نوع دیگر از سیستم بسته می‌توان به ترانسفورماتورهای منبع انبساط دار با کیسه هوا (airbag) اشاره نمود. روغن ترانسفورماتور هیچ تماسی با هوای آزاد و حتی هوای خشک داخل کیسه ندارد. با توجه به درخواست مشتری و یا شرایط خاص ترانسفورماتور انواع ترانسفورماتورهای فوق قابل طراحی و تولید می‌باشد.

ترانسفورماتورهای هرمتیک روغنی و بالشتک گازی، تحت تنظیمات مشخصی از نظر فشار روغن و فشار گاز طراحی و تولید شده و در هیچ شرایطی نباید تنظیمات کارخانه‌ای

بهم خورده و یا باز شوند، مگر توسط افراد متخصص در مواقع لزوم از قبیل انجام تعمیرات و یا نصب تجهیزات حفاظتی، در این صورت تنظیم فشار مجدد ضروری می‌باشد.

ترانسفورماتورهای هرمتیک روغنی را تا قدرت ۱۶۰۰ کیلو ولت آمپر و ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی در هر قدرتی قابل ساخت می‌باشند.

تصفیه روغن و کاهش هزینه‌های سرویس و نگهداری آنها می‌باشد. استفاده از این ترانسفورماتورها برای مناطق ساحلی و مکان‌های دورافتاده که رطوبت هوا زیاد بوده و امکان سرویس‌های دوره‌ای به سهولت میسر نمی‌باشد، توصیه می‌گردد. عدم نیاز به منبع انبساط، رطوبت‌گیر و تجهیزات حفاظتی مثل رله بوخه‌لنس از دیگر ویژگی‌های ترانسفورماتورهای هرمتیک بوده و در نتیجه برای مکان‌هایی که محدودیت ارتفاعی جهت نصب ترانسفورماتور وجود دارد مثل پست‌های کمپکت و پکیج مناسب می‌باشند. ترانسفورماتورهای هرمتیک از نظر ساختار به دو دسته اصلی زیر تقسیم می‌شوند:

- ۱) ترانسفورماتورهای هرمتیک روغنی
- ۲) ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی

مخزن ترانسفورماتورهای هرمتیک روغنی دارای سطوح خنک‌کنندگی کنگره‌ای شکل الاستیک می‌باشد، بدین معنی که انبساط و انقباض روغن توسط خاصیت الاستیک و ارتجاعی پره‌های مخزن جبران می‌شود. در ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی، اکتیوپارت ترانسفورماتور کاملاً در

ترانسفورماتورهایی که دارای سیستم بسته‌ای بوده و روغن آنها با هوای آزاد و اکسیژن و رطوبت موجود در آن هیچگونه ارتباطی ندارند، به ترانسفورماتورهای هرمتیک مشهورند. اکسیژن و رطوبت از عوامل اصلی فساد مواد عایقی و روغن ترانسفورماتور بوده، در نتیجه می‌توان گفت که ترانسفورماتورهای هرمتیک دارای عملکرد مطمئن‌تری می‌باشند. این ترانسفورماتورها از نظر قسمت فعال ترانسفورماتور یا اکتیوپارت تفاوتی با ترانسفورماتورهای معمولی نداشته و فقط از نظر ساختار مکانیکی و مخزن متفاوت می‌باشند.

طراحی ترانسفورماتورهای هرمتیک براساس استانداردهای مربوطه، مدارک فنی و تجربیات شرکت ایران ترانسفو همچنین مشخصات فنی در خواستی مشتری انجام می‌شود. این کار در دو بخش محاسبات الکتریکی و طراحی ساختار مکانیکی، در قالب تیم‌ها و گروه‌های کاری با تجربه در دفاتر مهندسی شرکت انجام می‌شود. برای این منظور از برنامه‌های کامپیوتری مناسبی جهت تحلیل و بهینه‌سازی استفاده می‌گردد. از ویژگی‌های ترانسفورماتورهای هرمتیک، عدم نیاز به



هسته مغناطیس

هسته ترانسفورماتورها از ورق‌های فولاد سیلیکونی نورد سرد شده با تلفات هیستریزیس کم و در ضخامت‌های ۰/۳ یا ۰/۲۷ میلی‌متر ساخته می‌شود.

این ورق‌ها در دو طرف دارای پوشش عایقی جهت افزایش مقاومت الکتریکی و کاهش تلفات جریان‌های گردابی می‌باشند. جهت حصول مناسب‌ترین شرایط برای شار مغناطیسی خصوصاً در محل اتصال یوغ‌ها به بازوها موارد زیر لحاظ می‌گردد:

حداکثر چگالی شار در حدود $1/6 - 1/7$ تسلا باشد. چیدمان ورق‌ها بصورت پله‌ای Step-lap است. زاویه برش در محل اتصال یوغ‌ها به بازوها 45° درجه می‌باشد. برش و چیدمان ورق‌های هسته توسط دستگاه‌های تمام اتوماتیک GEORG که دارای بالاترین دقت و کیفیت در سطح جهان انجام می‌شود. نهایتاً ورق‌ها بریده و چیده شده توسط چهارچوب‌های بالا و پایین هسته کاملاً مهار شده بنحویکه نیروهای اتصال کوتاه سیم پیچ‌ها را به خوبی تحمل نماید. تاثیر نحوه چیدمان Step lap در مقایسه با روش سنتی Overlap کاهش جریان بیباری ترانسفورماتور به میزان حدود ۳۰٪ و نیز کاهش تلفات بی باری در حدود ۱۰٪ و همچنین کاهش سطح صدای ترانسفورماتور در حدود 3dB می‌باشد.

سیم پیچ‌ها

سیم‌پیچی فشار ضعیف (LV) معمولاً از فویل و یا سیم تخت مسی با عایق کاغذی پیچیده می‌شود. در سیم پیچ‌های فویلی از نوعی کاغذ چسبدار (D.D.P) به عنوان عایق بین لایه‌های فویل استفاده می‌شود که در طی فرایند کوره، باعث صلب و یکپارچه شدن سیم پیچ شده بنحوی که در برابر نیروهای اتصال کوتاه کاملاً مقاوم می‌گردد. همچنین این نوع سیم پیچ‌ها بدلیل یکپارچه بودن فویل در جهت محور سیم‌پیچ و لذا عدم استفاده از عایق در این راستا دچار فشردگی محوری نشده و تحمل بسیار خوبی در برابر نیروهای اتصال کوتاه دارند. در ضمن فرم استوانه‌ای سیم‌پیچ هم بیشترین استقامت را در مقابل نیروهای شعاعی اتصال کوتاه ایجاد می‌نماید. از سوی دیگر سیم پیچی فشارقوی (HV) معمولاً از سیم گرد لاکه و یا سیم تخت با عایق کاغذی و به شکل لایه‌ای و یا دیسکی (بشقابی) ساخته می‌شود. محل خروج سر سیم پله‌های تنظیم ولتاژ با شمارش دقیق تعداد دور توسط ماشین‌های سیم پیچی تعیین می‌گردد.

طراحی و اجرای ساختار عایقی سیم پیچ‌ها بنحوی است که استقامت لازم برای تست‌های دی الکتریک استاندارد را برآورده می‌نماید مواد عایقی مورد استفاده با پایه سلولزی و دارای کلاس A بوده و تحمل دمای 105°C را بطور پیوسته دارا می‌باشند.



خشک کردن اکتیوپارت

اکتیوپارت تکمیل شده (مجموعه هسته و سیم پیچی بسته شده به درپوش) قبل از قرار گرفتن در مخزن و شارژ روغن باید خشک شود، زیرا رطوبت باقیمانده در مواد عایقی داخل اکتیوپارت نه تنها احتمال مردود شدن ترانسفورماتور در تست‌های عایقی را افزایش می‌دهد، بلکه می‌تواند با کاهش استقامت الکتریکی و مشخصات روغن عمر ترانسفورماتور را نیز کاهش دهد. برای این منظور از کوره‌های خشک کن هوای گرم/خلأ و یا کوره‌های جدید تزریق جریان با فرکانس پایین (LFH) با تکنولوژی شرکت MICAFIL استفاده می‌شود. در روش LFH، گرمای لازم برای خشک کردن مواد عایقی اکتیوپارت از طریق تلفات حرارتی در سیم پیچ‌های اتصال کوتاه شده ایجاد می‌گردد. سیستم‌های پیشرفته کنترل میکروپروسسوری، مقدار جریان تزریقی به سیم پیچ‌ها را بنحوی تنظیم می‌کند که دمای مواد عایقی از حد مجاز افزایش نیافته و نیز فرکانس جریان تا حد ممکن کاهش یابد. به این ترتیب با توجه به قانون Paschen مقدار ولتاژ اعمالی تا حدی کاهش می‌یابد که بیشترین استقامت عایقی را ایجاد نماید.



مزایای عمده این تکنولوژی جدید عبارتند از:

- بهترین حالت رطوبت زدایی و کنترل دمای عایق‌ها
- انتقال حرارت از داخل سیم پیچ‌ها به سمت بیرون
- کوتاه بودن زمان فرایند رطوبت زدایی
- امکان خشک کردن همزمان اکتیوپارت‌های غیر یکسان در یک کوره

روغن در ترانسفورماتور به عنوان مایع خنک کننده و عایق استفاده می‌شود. روغن‌های مورد استفاده به طور معمولی از نوع روغن معدنی و مطابق استاندارد IEC60296 میباشند و در صورت درخواست خریدار از روغن‌های مصنوعی (Synthetic) مانند روغن‌های سیلیکونی یا MIDEL که دارای نقطه اشتعال (flash point) بالاتری هستند، نیز استفاده میگردد. در طراحی ترانسفورماتورهای با روغن غیر معدنی باید خواص ویژه آنها را مد نظر قرارداد؛ با توجه به انبساط حجمی بیشتر روغن‌های سیلیکونی در دماهای بالا، حجم بالشتک گاز نیتروژن بیشتری منظور گردد. بدلیل ویسکوزیته بیشتر روغن‌های سیلیکونی کانال‌های خنک کنندگی مناسب در نظر گرفته شود.

روغن



مخزن و درپوش

مخزن ترانسفورماتورهای هرمتیک روغنی شبیه ترانسفورماتورهای توزیع دارای سطوح خنک‌کنندگی کنگره‌ای شکل می‌باشد با این تفاوت که در این ترانسفورماتورها پره‌ها یا سطوح خنک‌کنندگی دارای خاصیت الاستیک یا ارتجاعی نیز می‌باشد. مخزن از سه قسمت اصلی کف، دیواره‌ها و قاب که توسط عملیات جوشکاری به یکدیگر متصل شده‌اند تشکیل شده است.

درپوش مخزن نیز توسط پیچ و مهره و واشر آب‌بندی به قسمت قاب مخزن متصل می‌شود. سطوح خنک‌کنندگی یا همان دیواره‌های مخزن نقش اصلی در خنک‌کاری ترانسفورماتور را برعهده دارند. روغن در داخل مخزن و داخل مجرای پره‌ها بصورت جابجایی آزاد و از طرف دیگر هوای محیط نیز بصورت جابجایی آزاد مابین پره‌ها حرکت کرده و وظیفه خنک‌کنندگی خود را انجام می‌دهد (حالت ONAN). تعداد و مشخصات ابعادی پره‌های خنک‌کنندگی مخزن طوری انتخاب می‌شود که اولاً دفع حرارتی مورد نیاز برای ترانسفورماتور را تامین نماید، ثانیاً فشارکاری روغن از فشار قابل تحمل پره‌ها بیشتر نباشد.

در طراحی این ترانسفورماتورها تاثیر سه عامل دما، حجم و حلالیت گاز در روغن در نظر گرفته می‌شود. این ترانسفورماتورها در هر محدوده قدرتی قابل ساخت می‌باشند. بلوک‌های رادیاتورهای خنک‌کننده مخزن معمولاً بصورت جدا شونده طراحی و ساخته می‌شوند، طوریکه بوسیله شیر پروانه‌ای‌های متصل به مخزن می‌توان براحتی بلوک‌ها را از آن جدا نمود. البته در صورت لزوم و یا درخواست مشتری بلوک‌ها به مخزن جوشکاری شده و ثابت خواهند بود. درپوش ترانسفورماتورهای هرمتیک روغنی شبیه ترانسفورماتورهای معمول منیع انبساطی، از ورق ساده فولادی و معمولاً با لبه‌های خمکاری شده، ساخته می‌شود. تجهیزاتاتی مثل غلاف ترمومتر، پیچ‌ارت، قلاب حمل و لوله تزریق روغن روی آن تعبیه می‌گردد. از این لوله جهت هواگیری از مقره‌ها و یا تزریق روغن در مواقع لزوم استفاده می‌شود. درپوش ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی بطور ساده بوده و معمولاً فقط شیر تزریق گاز روی درپوش قرار دارد. پوشینگ‌ها، کلید تنظیم ولتاژ و تجهیزات کنترلی معمولاً روی دیواره‌های مخزن این ترانسفورماتورها نصب می‌گردد، زیرا وجود محفظه گاز محدودیت‌ها و شرایط خاصی بر آن‌ها بوجود آورده است.

درپوش مخزن نیز توسط پیچ و مهره و واشر آب‌بندی به قسمت قاب مخزن متصل می‌شود. سطوح خنک‌کنندگی یا همان دیواره‌های مخزن نقش اصلی در خنک‌کاری ترانسفورماتور را برعهده دارند. روغن در داخل مخزن و داخل مجرای پره‌ها بصورت جابجایی آزاد و از طرف دیگر هوای محیط نیز بصورت جابجایی آزاد مابین پره‌ها حرکت کرده و وظیفه خنک‌کنندگی خود را انجام می‌دهد (حالت ONAN). تعداد و مشخصات ابعادی پره‌های خنک‌کنندگی مخزن طوری انتخاب می‌شود که اولاً دفع حرارتی مورد نیاز برای ترانسفورماتور را تامین نماید، ثانیاً فشارکاری روغن از فشار قابل تحمل پره‌ها بیشتر نباشد. در ترانسفورماتورهای هرمتیک روغنی از خاصیت ارتجاعی پره‌های خنک‌کنندگی برای جبران تغییرات حجم روغن که ناشی از انبساط و انقباض می‌باشد، استفاده شده است، طوریکه در اثر افزایش حجم روغن پره‌ها باز و در اثر کاهش حجم روغن پره‌ها فشرده می‌شوند. نوسانات بار در طی عمر ترانسفورماتور، پره‌ها را در معرض پدیده خستگی قرار می‌دهد، این موضوع در طراحی ترانسفورماتورهای مذکور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و بکارگیری روش‌های تولید مناسب از جمله جوشکاری‌های مقاوم و باکیفیت، همچنین شات بلاست نمودن مخزن تاثیر مهمی در افزایش عمر آن خواهد داشت.



در قسمت تحتانی مخزن یا کف، یک عدد شیر تخلیه و نمونه‌برداری و پیچ ارت M12 در نظر گرفته می‌شود. پیچ ارت دیگری نیز روی درپوش و در نزدیکی پوشینگ نوترال وجود دارد. از طریق دو عدد شاسی که به کف مخزن جوشکاری می‌شود، امکان نقل و انتقال ترانسفورماتور توسط چهار عدد چرخ مهیا می‌گردد، فاصله چرخ‌ها مطابق استاندارد

رنگ آمیزی، تمیز کاری و پوشش دهی

کلیه قطعات فلزی ترانسفورماتور در مراحل کاری مناسب تحت عملیات تمیز کاری از قبیل سنگ زنی و ساچمه زنی قرار گرفته و پس از اطمینان از ایجاد یک سطح تمیز با قابلیت رنگ آمیزی قابل قبول به مرحله نقاشی فرستاده می شوند. ساچمه زنی مخزن ترانسفورماتورهای توزیع در کابین مخصوص انجام می شود. این عمل علاوه بر اینکه موجب تمیز شدن سطح مخزن از زنگ زدگی ها و چربی ها می شود، باعث از بین رفتن تنش های پسماند ناشی فرایندهای تولید و جوشکاری نیز می گردد، که به نوبه خود تاثیر بسزایی در افزایش عمر مخزن و کاهش نشتی های روغن خواهد داشت. بسته به شرایط جوی محل نصب ترانسفورماتور و به درخواست مشتری امکان گالوانیزه نمودن مخازن ترانسفورماتورهای هرمتیک و یا رادیاتورهای خنک کننده ترانسفورماتور وجود دارد. کلیه پیچ ها، مهره ها و واشرهای ترانسفورماتور که در معرض شرایط جوی قرار دارند، دارای پوشش گالوانیزه می باشند. رنگ آمیزی ترانسفورماتورهای هرمتیک به روش های بارشی و الکترواستاتیک انجام می شود. در روش پاششی سه لایه رنگ روی سطوح خارجی ترانسفورماتور اعمال می گردد. هر کدام از لایه ها به ضخامت ۴۰ میکرون و در مجموع حداقل ۱۲۰ میکرون می باشد. جهت جلوگیری از زنگ زدگی داخل منبع انبساط با لاک مخصوص پوشش داده می شود.

نوع رنگ ترانسفورماتور طوری انتخاب شده که در بدترین شرایط جوی از مقاومت مناسبی برخوردار باشد. معمولاً از رنگ اپوکسی با رنگ دانه های زینک ریچ یا زینک فسفات بعنوان لایه اول و آستری، رنگ اپوکسی برای لایه میانی و رنگ پلی اورتان برای لایه نهایی استفاده می شود. در رنگ آمیزی به روش الکترواستاتیک یک لایه رنگ پودری به ضخامت حداقل ۸۰ میکرون روی سطح ایجاد شده و سطح رنگ در این روش نسبتاً براق است. معمولاً فام رنگ در روش بارشی RAL7038 (طوسی روشن) و در روش الکترواستاتیک RAL7032 می باشد، البته با توجه به درخواست مشتری فام رنگ مورد نظر قابل اعمال خواهد بود.



تجهیزات ترانسفورماتور و دستگاه‌های حفاظتی

(۱) کلید تنظیم ولتاژ

کلید تنظیم ولتاژ در ترانسفورماتورهای هرمتیک از نوع بدون بار (Off circuit) بوده و انشعابات آن از سیم پیچ اولیه یا فشار قوی گرفته می‌شود. دسته کلید تنظیم ولتاژ در ترانسفورماتورهای هرمتیک روغنی معمولاً روی درپوش قرار دارد و براحتی می‌توان با آزاد نمودن قفل آن، تنظیمات مورد نیاز را انجام داد. مشخصات مورد لزوم جهت انشعابات و حالات مختلف کلید تنظیم ولتاژ روی پلاک مشخصات ترانسفورماتور درج می‌گردد. محدوده تغییرات ولتاژ در ترانسفورماتورهای هرمتیک به صورت زیر می‌باشد:

در کلیه ترانسفورماتورهای ۱۱ و ۳۳ کیلو ولت برابر $\pm 2.5\%$ در ترانسفورماتورهای ۲۰ کیلو ولت تا قدرت ۲۰۰ کیلو ولت آمپر $\pm 4\%$ و از قدرت ۲۵۰ تا قدرت ۲۵۰۰ برابر $\pm 5\%$ در ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی معمولاً دستگیره کلید تنظیم ولتاژ در روی دیواره طولی ترانسفورماتور و سمت بوشینگ‌های فشار قوی قرار داده می‌شود.



(۲) بوشینگ‌های فشار قوی و ضعیف

در ترانسفورماتورهای توزیع معمولاً از بوشینگ‌های استاندارد DIN استفاده می‌شود. بوشینگ‌های فشار ضعیف مطابق استاندارد DIN42530 و بوشینگ‌های فشار قوی مطابق استاندارد DIN42531 البته بسته به نیاز و یا در صورت درخواست مشتری انواع بوشینگ‌ها از جمله بوشینگ‌های رزینی فشار قوی plugin مطابق استاندارد EN50180 و بوشینگ‌های رزینی یک پارچه monoblock فشار ضعیف مطابق BS2562 قابل نصب می‌باشد.

۳- ترمومتر روغن

این وسیله جهت اندازه گیری دمای روغن ترانسفورماتور استفاده می‌شود. به همین منظور معمولاً در گرمترین منطقه و روی درپوش قرار داده می‌شود. در شرایط خاص و ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی ترمومتر روغن روی دیواره مخزن نصب می‌شود. این وسیله دارای دو میکرو سویچ است که با تنظیم در دماهای مورد نظر فرمان آلارم و قطع می‌دهد.



تجهیزات خاص

باتوجه به ساختار ترانسفورماتورهای هرمتیک تجهیزات ویژه‌ای وجود دارد که در صورت لزوم و یا درخواست مشتری قابل تامین و نصب روی ترانسفورماتور می‌باشند از جمله این تجهیزات می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- نشانگر سطح روغن

در ترانسفورماتورهای هرمتیک روغنی از طریق لوله تزریق روغن که در روی درپوش قرار دارد می‌توان از یک روغن‌نمای چشمی و یا روغن‌نمای مغناطیسی استفاده نمود. این روغن‌نمای مغناطیسی دارای شناوری است که قابلیت حرکت عمودی داشته و سطح روغن داخل لوله را نشان می‌دهد.

در ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی، روغن‌نمای مغناطیسی روی دیواره مخزن قرار می‌گیرد.

۴- فشار و خلاء سنج

این وسیله مجهز به صفحه نشانگر فشار بوده و معمولاً برای نشان دادن فشار محفظه گاز در ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی استفاده می‌شود.

۵- رله فشار ناگهانی

در ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی استفاده از رله فشار ناگهانی برای توان‌های بالاتر از ۱۰۰۰ کیلوولت آمپر توصیه می‌شود. در صورت بروز هر گونه اتصالی داخلی (مثل اتصال حلقه) یک فشار ناگهانی ناشی از تولید گاز در روغن ایجاد شده و رله مذکور با عکس‌العمل سریع خود یک سیگنال تریپ برای قطع ترانسفورماتور از مدار ارسال می‌نماید. در حقیقت یکی از قابلیت‌های رله بوخه‌لتس که تشخیص موج روغن است. در این رله گنجانده شده است.

۲- رله محافظ هرمتیک

این رله در ترانسفورماتورهای هرمتیک روغنی استفاده می‌شود. با نصب این رله روی لوله تزریق روغن در صورت کاهش سطح روغن و یا تجمع گاز در محفظه مخصوص این رله شناور آن پایین آمده و در نتیجه یک کنتاکت آلارم عمل خواهد نمود. امکان نمونه‌برداری از گازهای جمع شده در محفظه این رله از طریق شیر کوچکی که روی آن قرار دارد میسر می‌باشد.

۶- شیر تزریق گاز

این شیر جهت تزریق گاز از ترانسفورماتورهای هرمتیک با بالشتک گازی استفاده شده و معمولاً روی درپوش قرار داده می‌شود.

۳- شیر فشار شکن

از این شیر جهت اطمینان و جلوگیری از آسیب احتمالی مخزن در صورت ازدیاد فشار روغن آن استفاده می‌شود. این شیر در دو نوع کنتاکت‌دار و بدون کنتاکت موجود بوده و محل نصب آن نیز روی درپوش و یا دیواره مخزن می‌باشد. در نوع کنتاکت‌دار معمولاً یک کنتاکت تریپ استفاده می‌شود.

۷- رله‌های ترکیبی و چند منظوره (DMCR, DGPT 2)

این رله‌ها عمدتاً در ترانسفورماتورهای هرمتیک روغنی استفاده شده و سه وظیفه کنترل دما، فشار و سطح روغن را بطور همزمان انجام می‌دهد. این وسیله دارای دو کنتاکت آلارم و تریپ برای اضافه دمای روغن و یک کنتاکت تریپ برای اضافه فشار و همچنین یک کنتاکت برای کاهش سطح روغن می‌باشد. معمولاً این رله روی درپوش ترانسفورماتور نصب می‌شود.

سایر تجهیزات

علاوه بر تجهیزات اساسی و کنترلی ویژه که مخصوص ترانسفورماتورهای هرمتیک می باشد و برخی لوازم مثل چرخ و شیر تخلیه و نمونه برداری، تجهیزات دیگری نیز بسته به نیاز مشتری یا در صورت لزوم قابل تامین یا ساخت هستند. از جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ترمومتر سیم پیچ
- ترانسفورماتور جریان (CT) برای حفاظت یا اندازه گیری
- پایه کشش skid base
- پایه های جک Jacking pads
- تابلوفرمان
- جعبه کابل برای سمت فشار قوی یا ضعیف
- باسداکت برای سمت فشار ضعیف

آزمایش ها

به منظور تأیید مشخصات فنی و مقادیر گارانتی شده، ترانسفورماتور تحت آزمایشاتی که به انواع سری (routine)، نوعی (type) و ویژه (special) تقسیم شده، قرار می گیرد.



آزمایش های سری (Routine tests)

مطابق استاندارد IEC60076 تست های زیر بر روی هر دستگاه ترانسفورماتور تولیدی انجام و گواهی آن صادر می شود:

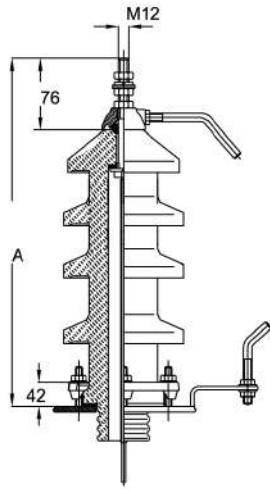
- الف- اندازه گیری مقاومت سیم پیچ ها
- ب- اندازه گیری نسبت تبدیل ولتاژ و کنترل گروه برداری
- ج- اندازه گیری امپدانس اتصال کوتاه (UK%) و تلفات بار
- د- اندازه گیری جریان و تلفات بیباری
- ه- تست های روتین عایقی شامل تست اضافه ولتاژ اعمالی بر روی هر یک از سیم پیچ ها و تست اضافه ولتاژ القایی (ACSD) با دو برابر ولتاژ نامی

آزمایش های نوعی (Type tests)

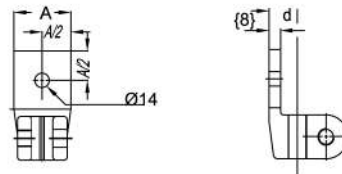
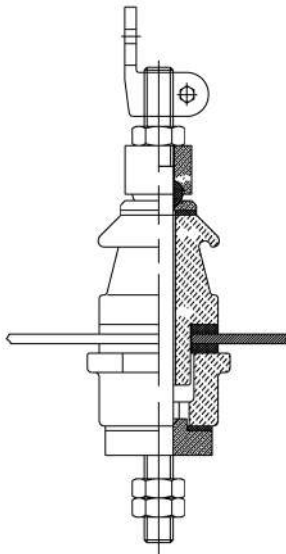
هرگاه برای تولید تعداد زیادی از یک تیپ ترانسفورماتور از طرح جدیدی استفاده شود، جهت اطمینان از صحت طراحی، آزمایشات زیر بر روی حداقل یک دستگاه انجام می شود:

- الف- آزمایش اندازه گیری جهش حرارتی سیم پیچ ها و روغن
- ب- آزمایش ولتاژ ضربه صاعقه
- ج- اندازه گیری سطح صدا

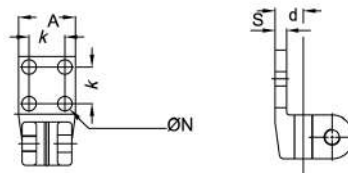
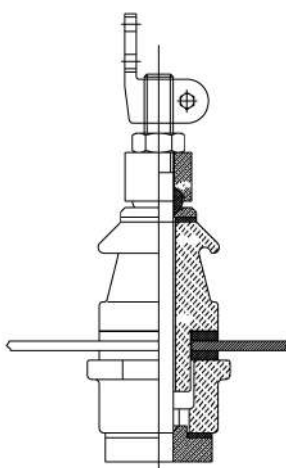




Nr.	A
<i>DT10Ni250</i>	260
<i>DT10Nf250</i>	310
<i>DT20Ni250</i>	310
<i>DT20Nf250</i>	385
<i>DT30Ni250</i>	385
<i>DT30Nf250</i>	485

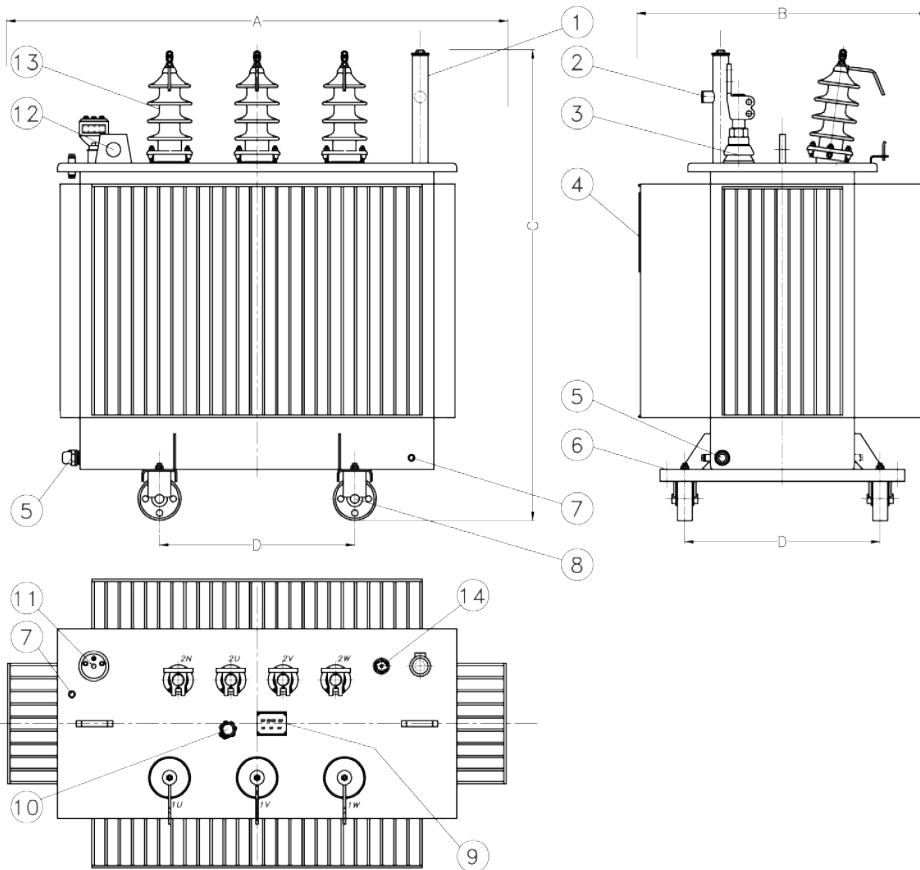


Nr.	A	d	M	L
<i>DT1/ 250</i>	30	18	12	156
<i>DT1/ 630</i>	40	20	20	191

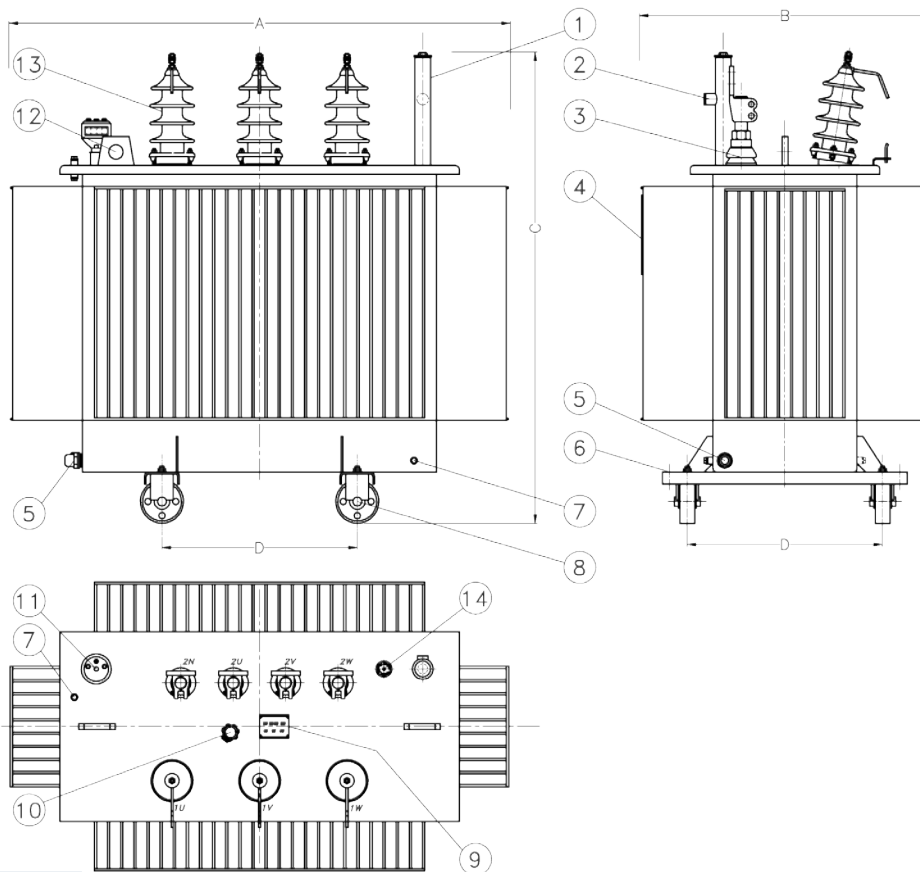


Nr.	A	S	d	M	k	N	L
<i>DT1/ 1000</i>	60	12	30	30	32	2*Ø14	263
<i>DT1/ 2000</i>	100	20	45	42	50	4*Ø18	340
<i>DT1/ 3150</i>	120	20	45	48	60	4*Ø18	372

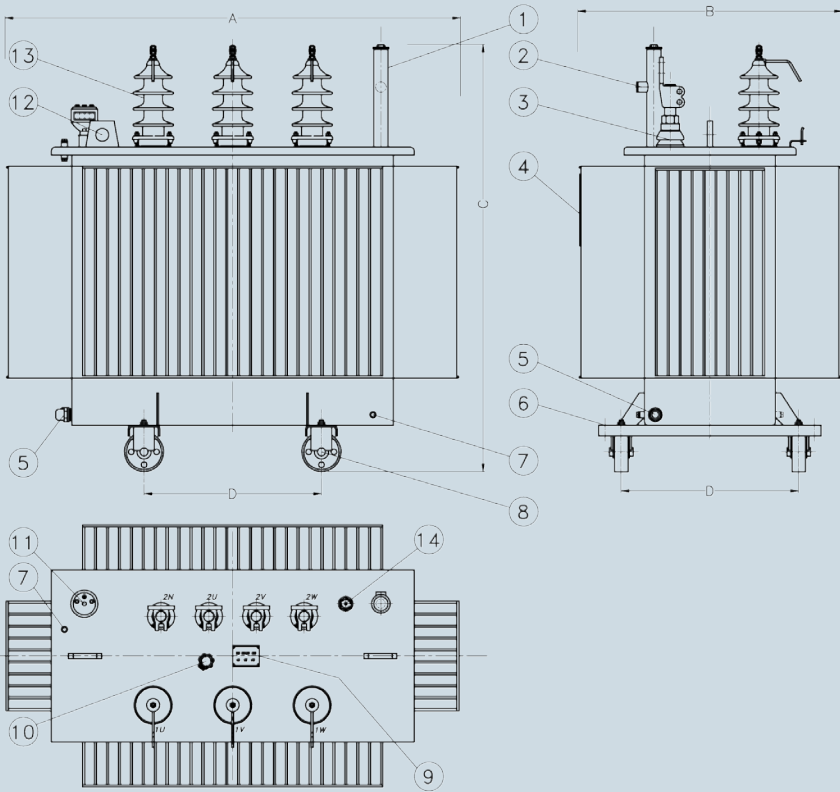




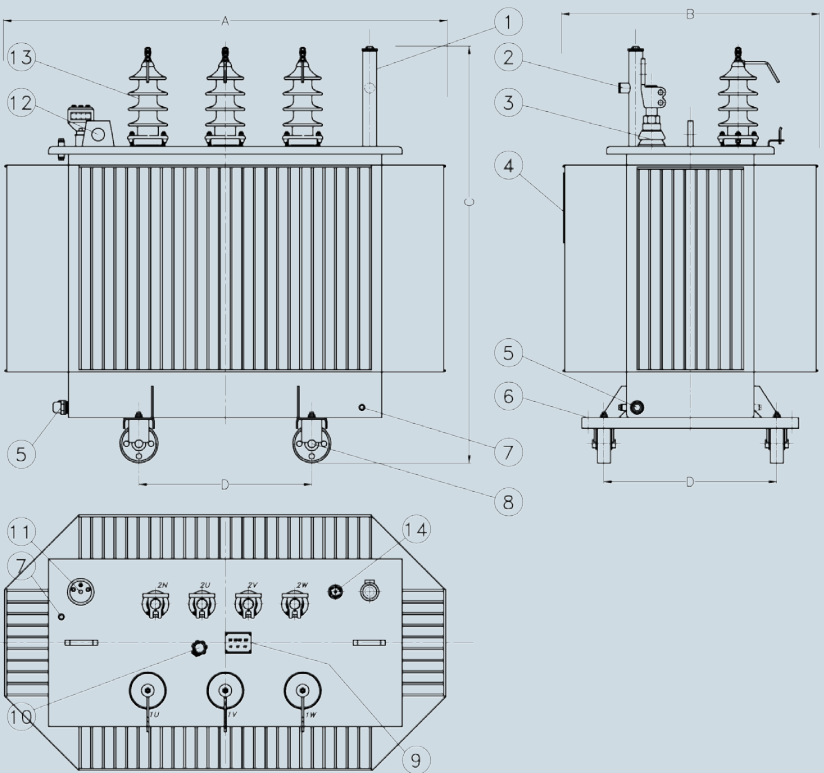
ITEM	DESCRIPTION
1	Oil filling pipe
2	Oil level sight glass
3	L.V. Bushing
4	Rating Plate
5	Oil drain valve
6	Pulling lug
7	Earthing terminal
8	Bidirectional Wheels
9	Terminal Plate
10	Control device of Tap changer
11	Thermometer
12	Lifting eye
13	H.V. Bushing
14	Pressure relief valve



ITEM	DESCRIPTION
1	Oil filling pipe
2	Oil level sight glass
3	L.V. Bushing
4	Rating Plate
5	Oil drain valve
6	Pulling lug
7	Earthing terminal
8	Bidirectional Wheels
9	Terminal Plate
10	Control device of Tap changer
11	Thermometer
12	Lifting eye
13	H.V. Bushing
14	Pressure relief valve



ITEM	DESCRIPTION
1	Oil filling pipe
2	Oil level sight glass
3	L.V. Bushing
4	Rating Plate
5	Oil drain valve
6	Pulling lug
7	Earthing terminal
8	Bidirectional Wheels
9	Terminal Plate
10	Control device of Tap changer
11	Thermometer
12	Lifting eye
13	H.V. Bushing
14	Pressure relief valve



ITEM	DESCRIPTION
1	Oil filling pipe
2	Oil level sight glass
3	L.V. Bushing
4	Rating Plate
5	Oil drain valve
6	Pulling lug
7	Earthing terminal
8	Bidirectional Wheels
9	Terminal Plate
10	Control device of Tap changer
11	Thermometer
12	Lifting eye
13	H.V. Bushing
14	Pressure relief valve





گروه صنعتی
ایران ترانسفو