

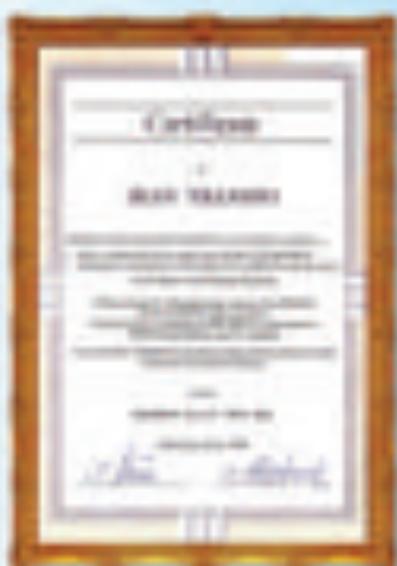


ایران ترانسفو

راهنمای نصب و بهره برداری ترانسفورماتورهای توزیع روغنی

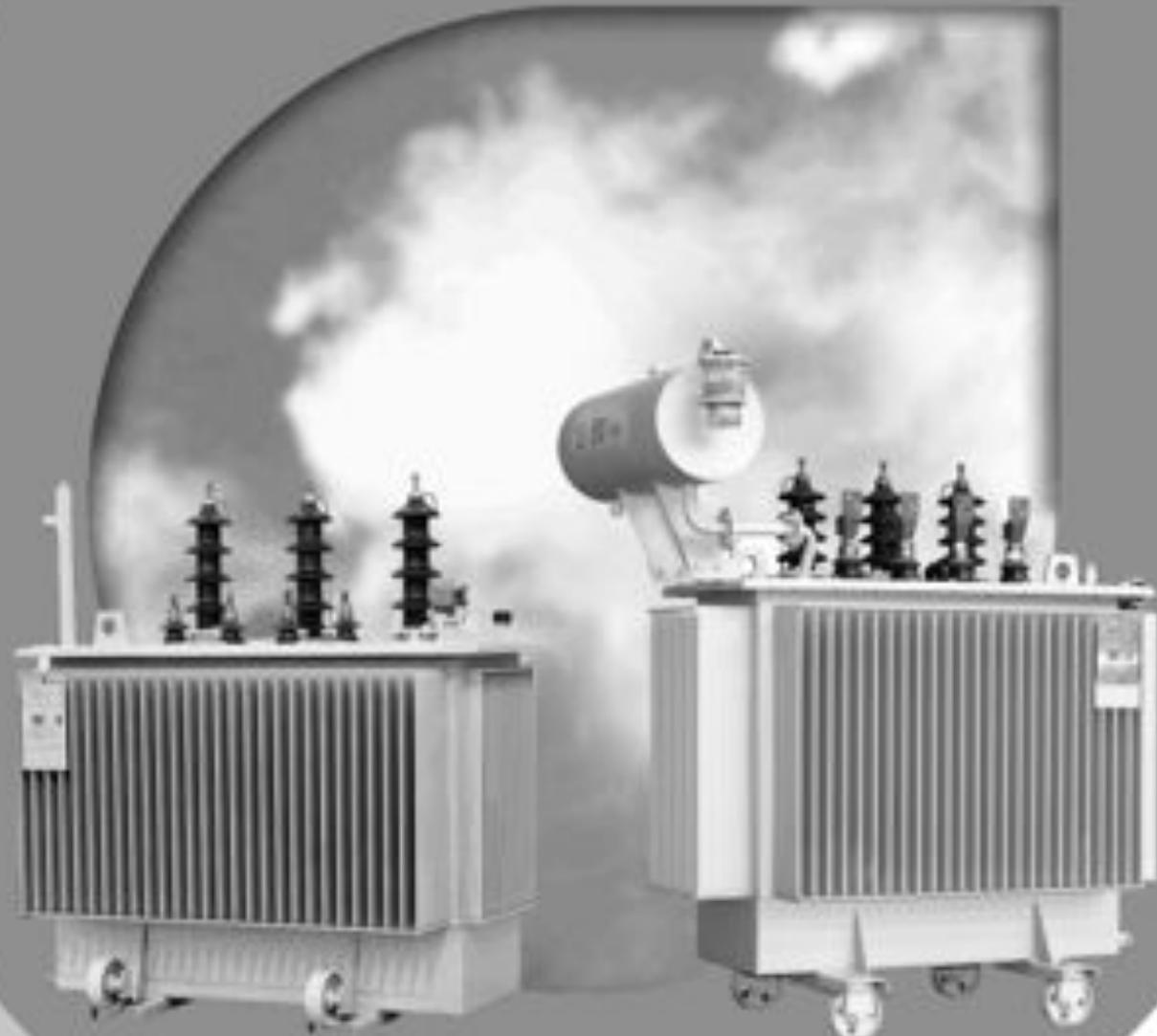


گواہی نامه ها



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

راهنمای نصب و بهره برداری ترانسفورماتورهای توزیع روغنی



فهرست مطالب

صفحه

موضوع

■ مقدمه

۸	معرفی مجموعه شرکتهای تولیدکننده ترانسفورماتور
۹	تعاریف و تقسیم بندی انواع ترانسفورماتورها
۱۰	مراحل خرید ترانسفورماتور
۱۱	شرایط ضمانت ترانسفورماتور

■ بخش اول

۱۳	تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء ترانسفورماتورهای توزیع
۱۴	روغن نمای معناطیسی
۱۵	رطوبت گیر
۱۵	ترمو متر روغن
۱۷	ترمو متر سیم پیچ
۱۷	رله بوخهلت‌س
۲۰	فشارشکن
۲۱	فشارسنج
۲۱	ترانسفورماتور جریان CT
۲۱	فن
۲۲	جمعه اتصالات
۲۲	شیرآلات نمونه برداری، تصفیه و تخلیه روغن
۲۳	لوله تزریق روغن ترانسفورماتورهای هرمتیک
۲۳	روغن نمای چشمی
۲۴	رله محافظه هرمتیک Protection Relay
۲۴	رله هرمتیک DGPT2
۲۵	رله فشار ناگهانی
۲۵	بوشینگهای فشار ضعیف و فشار قوی
۲۷	کلید تنظیم ولتاژ
۲۷	تابلو مشخصات
۲۸	محزن
۲۸	منبع انبساط
۲۹	روغن ترانسفورماتور
۳۰	رنگ

صفحه**موضوع****■بخش دوّم**

٣٣	نصب ، راه اندازی ، بهره برداری و نگهداری
٣٤	حمل ، تخلیه و استقرار ترانسفورماتور
٣٥	دستورات عمومی نصب
٣٥	روش روغن زنی ترانسفورماتورهای هرمتیک وله‌ای و تزریق گاز ترانسفورماتورهای هرمتیک گازی
٣٥	روغن زنی و تزریق گاز ترانسفورماتورهای هرمتیک گازی
٣٥	روغن زنی ترانسفورماتورهای هرمتیک وله‌ای
٣٦	نصب رادیاتورها
٣٨	مراحل نصب چرخ‌ها
٣٩	هوایگری از بوشینگ‌ها
٤٠	انجام تست‌های الکتریکی قبل از راه اندازی
٤١	آزمایش مقاومت عایقی (میگر)
٤٢	اندازه گیری نسبت تبدیل و تست عملکرد کلید تنظیم و لتأثر
٤٣	اندازه گیری جریان بی باری از طرف فشار قوی
٤٤	اندازه گیری مقاومت اهمی (DC) سیم پیچها
٤٥	کترول گروه اتصال
٤٥	جریان هجومی
٤٦	کترلهای قبل از برقدار کردن
٤٧	برقدار کردن ترانسفورماتور
٤٧	کلیاتی در زمینه ایمنی
٤٨	ملاحظات بهره برداری ، سرویس و نگهداری ترانسفورماتورها
٥١	نمونه برداری و تست روغن
٥٢	جداول معايب احتمالی و روشهای کترول و رفع عیب
٥٤	خدمات پس از فروش

■بخش سوم

٥٥	توضیحات فنی
٥٦	مشخصات فنی ترانسفورماتور
٥٦	هسته ترانسفورماتور
٥٧	سیم پیچ‌ها
٥٧	ولتأثرها
٥٧	جریانهای الکتریکی

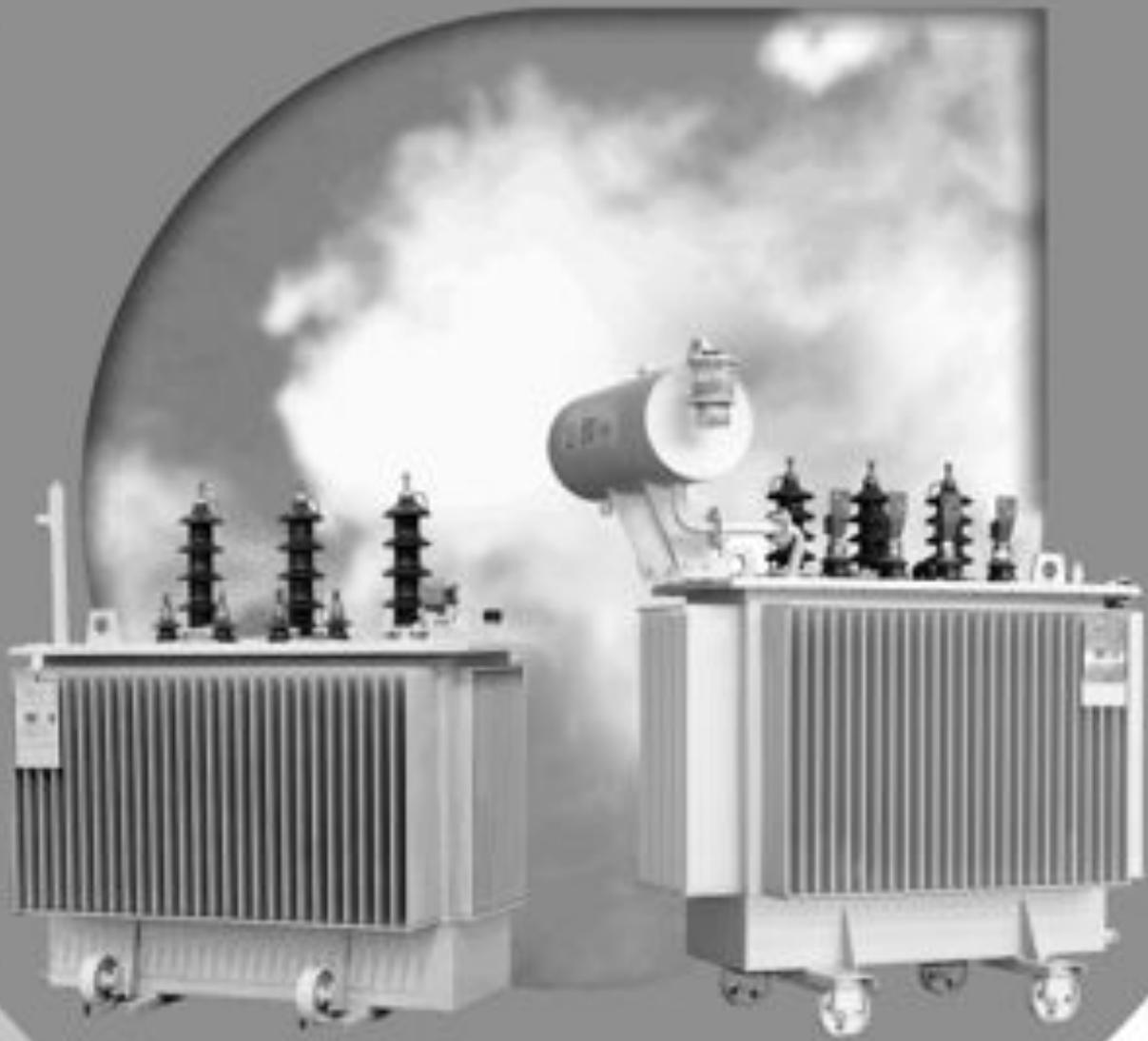
**صفحه****موضوع**

۵۸	قدرت نامی
۵۸	فرکانس نامی
۵۸	نسبت تبدیل نامی
۵۸	تلفات
۵۹	امپدانس ولتاژ
۶۰	جریان اتصال کوتاه
۶۰	راندمان
۶۰	گروه اتصال ترانسفورماتورهای سه فاز
۶۱	گروههای اتصال
۶۱	علام تمینالها برای ترانسفورماتورها
۶۲	بارگذاری ترانسفورماتورهای رونمایی
۶۲	بارقابل تحمل در مرکز ستاره (یک فازی)
۶۳	آزمایشات کارخانه‌ای ترانسفورماتور

■ بخش چهارم

۶۵	اطلاعات عمومی
۶۶	مشخصات فنی ترانسفورماتورهای توزیع روتنین ۲۰ kV
۶۹	■ ضمایم

مقدمة



معرفی مجموعه شرکتهای تولیدکننده تراستورهای ماتور

گروه صنعتی ایران تراستور برای تأمین کارخانه‌های تیاز ماتورهای داخلی تراستورهای ماتور و در راستای اهداف صادراتی خود، با محظوظ نمودن سه شرکت تولیدکننده تراستورهای توزیع به مالکین آلات و غیر آوری روز و با اخذ استانداردهای بین‌المللی سیستم‌های مدیریت کیفیت، ISO9001-2008، سیستم مدیریت زیست محیطی ISO14001-2004 و سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت حرله ای OHSAS18001-2007، در تلاش است بهتراند به نحو تابعیتی تیازهای کشور عنبرمان را تولید و تأمین نمایند.

شرکتهای تولیدکننده تراستورهای ماتور توزیع این گروه عبارتند از:

- ۱- شرکت ایران تراستور وی واقع در استان تهران، شهرک صنعتی پرند، قادر به تولید انواع تراستورهای ماتورهای توزیع روغنی در تیپ‌های ترکیب و سفارشی تا توان 3150 کیلوولت آمیر و سطح وکیلی حداقل 36 کیلوولت می‌باشد.
- ۲- شرکت تراستورهای ماتور توزیع فنگان واقع در استان زنجان شهرستان زنجان، جنب شرکت ایران تراستور، که قابلیت تولید تراستورهای ماتور توزیع و غرق توزیع روغنی با توان حداقل 30 مگاوات آمیر و تراستورهای ماتورهای خشک رزینی تا توان 5 مگاوات آمیر با حداقل وکیلی 36 کیلوولت را دارا می‌باشد.
- ۳- شرکت تراستورهای ماتورسازی کوشکن واقع در استان زنجان شهرک صنعتی علی آباد که توانیان تولید انواع تراستورهای ماتورهای توزیع روغنی با توان حداقل 9000 کیلوولت آمیر تا توان 96 کیلوولت را دارا می‌باشد.
- ۴- شرکت خدمات پس از فروش ایران تراستور واقع در استان زنجان، شهرک صنعتی علی آباد، از اهداف هرگونه خدمات فنی و مهندسی از قبول نصب و راه‌اندازی، تعمیر، سرویس، تست و غیرهایی، آموزش و فروش خدمات پذیرش در زمینه تراستورهای ماتورهای توزیع، غرق توزیع و قدرت را دارا می‌باشد.
- ۵- لایل ذکر است که شرکتهای طوف در راستای پاسخگویی به تولید انواع تراستورهای ماتورهای مورده تیاز داخلی مکمل هم می‌باشند و توانمندی خاصی را برای گروه ایران تراستور ایجاد نموده‌اند.

تعاریف و تقسیم‌بندی انواع ترانسفورماتورها:

ترانسفورماتورهای توزیع را از دیدگاههای مختلف می‌توان به چند نوع تقسیم کرد که به شرح ذیل به اختصار بیان می‌گردد:

الف- ازلحاظ نوع ماده عایقی و خنک کننده که هسته و سیم پیچها (قسمت فعال ترانسفورماتور) در آن قرار می‌گیرد:

- ۱) ترانسفورماتور روغنی (Oil immersed) که ازلحاظ طراحی مخزن و چگونگی ارتباط با هوای محیط اطراف به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱-۱- سیستم روغن مرتبط با هوای بیرون: در این حالت هوای محیط از طریق رطوبت گیر با روغن در تماس بوده و انبساط و انقباض روغن مخزن در منبع انساط جبران می‌شود.

۱-۲- سیستم روغن بسته: در این حالت، روغن با هوای بیرون ارتباطی نداشته و تغییر حجم روغن به دوروش می‌تواند جبران شود:

۱-۲-۱- جبران افزایش حجم روغن بواسطه قابلیت ارتجاع مخزن با دیواره کنگره ای.

در این نوع از ترانسفورماتورها از خاصیت ارتجاعی پرهای خنک کننده (وله‌ها)، برای جبران تغییرات حجم روغن استفاده شده است، به طوریکه در اثر افزایش حجم روغن، پرهای باز و در اثر کاهش حجم روغن پرهای فشرده می‌شوند. نوسانات بار و فشار در طی عمر ترانسفورماتورهای مذکور، پرهای را در معرض پدیدهٔ خستگی قرار می‌دهد. لذا طراحی این ترانسفورماتورها باید به گونه‌ای باشد که تنشهای حاصله از ازدحام خستگی پرهای تجاوز ننماید. بکارگیری سیستمهای پیشرفته جوشکاری و استفادهٔ روش‌های مناسب تولید مخزن تاثیر مهمی در افزایش عمر مخازن ترانسفورماتورهای مذکور دارد. این نوع ترانسفورماتورها کاملاً از روغن پر شده و در محدودهٔ ظرفیت ترانسفورماتورهای توزیع ساخته می‌شوند.

۱-۲-۲- مخزن رادیاتوری بادیواره‌های صلب که بخشی از فضای بالای مخزن آن با گازی بی اثر مانند نیتروژن پر شده و تغییر حجم و فشار این گاز تغییر حجم روغن را جبران می‌کند.

این ترانسفورماتورها بطور کلی بر دو نوع بوده و در هر محدودهٔ قدرت قابل ساخت می‌باشند. محفظهٔ گاز در این ترانسفورماتورها علاوه بر جلوگیری از ارتباط روغن با هوای محیط نقش حجم الاستیک را ایفا می‌نماید. از گازی بی اثر باید در محفظه استفاده نمود که تاثیری تخریبی بر روی روغن و سایر مواد عایقی و قسمتهای داخلی ترانسفورماتور نداشته باشد. گازی که معمولاً برای این منظور به کار می‌رود، گاز ازت (N2) و در برخی موارد هوای خشک است. این ترانسفورماتورها عمدتاً دارای مخزن کاملاً صلب بوده و در دو نوع زیر تولید می‌شوند:

- با حجم ثابت گاز (در محدوده ترانسفورماتور توزیع).

- فشار ثابت گاز (در محدوده ترانسفورماتورهای قدرت).

در ترانسفورماتورهای هرمیک با بالشتک گازی برای کاهش دامنهٔ تغییرات فشار، حجم محفظه تحت فشار به قدر کافی بزرگ در نظر گرفته می‌شود. بسته به شرایط بارگیری مقداری از گاز درون روغن حل می‌شود که میزان گاز حل شده در روغن تابع خطی از فشار بوده و دما تاثیر ناچیزی در حلalیت گاز دارد، گاز نیتروژن دارای حجمی معادل ۲۰٪ الی ۵۰٪ حجم روغن ترانسفورماتور می‌باشد. بدلیل بزرگ بودن حجم محفظهٔ گاز در مواردی که ازلحاظ ارتفاع ترانسفورماتور و یا نصب بوشینگها محدودیت وجود داشته باشد می‌توان بخشی از محفظهٔ گاز را به مخازنی در جنب دیوارهای ترانسفورماتور انتقال داده و توسط لوله‌ای ارتباط آنها را با محفظهٔ بالای روغن برقرار نمود.



۲) ترانسفورماتور خشک رزینی (Cast Resin Dry Type)

این نوع ترانسفورماتورها قادر روغن بوده و سیم پیچها رزین اندو شده و با ریخته گری و تزریق رزین محبوس می شوند. مهمترین مزیت این ترانسفورماتورها تحمل حرارتی بالا و حذف خطر آتش سوزی روغن می باشد. با توجه به حذف مخزن در این نوع ترانسفورماتورها، امکان نصب آن در داخل یک محفظه (Enclosure) جهت ایجاد ایمنی وجود دارد.

ب- از لحاظ نوع عملکرد و نحوه کار ترانسفورماتور :

- ۱- ترانسفورماتورهای قدرت که وظیفه انتقال انرژی الکتریکی با تغییر ولتاژ را بعهده دارند، عمدتاً به صورت نصب فضای آزاد (Outdoor) و نصب زمینی یا داخل اتاق ترانسفورماتور در فضای بسته (Indoor) طراحی می شوند.
- ۲- ترانسفورماتورهای زمین، که درواقع یک ترانسفورماتور جهت ایجاد مرکز ستاره (نقطه نول) در پستهای انتقال بوده و سیم پیچ ثانویه ای جهت انتقال انرژی ندارند.
- ۳- ترانسفورماتورهای زمین و کمکی که اصطلاحاً بنام کمپکت (Combined=Auxiliary and Grounding) نامیده شده و درواقع ترکیب یک ترانسفورماتور زمین با یک ترانسفورماتور توزیع دریک دستگاه می باشد و جهت ایجاد نقطه مرکزی اتصال ستاره و تغذیه در پستهای انتقال استفاده می شود.
- ۴- ترانسفورماتورهای ویژه توزیع که اکثر اجهت تغذیه برق واحدهای صنعتی استفاده شده و از لحاظ مشخصات فنی خاص موردنیاز ، نظری ؛ توان ، ولتاژ ، تعداد سیم پیچ ها ، تعداد فاز ، اتصالات ، نوع بارگیری ، شرایط محیطی وغیره به انواع مختلفی تقسیم می شوند که می توان به برخی از آنها مانند ترانسفورماتورهای تکفارز ، سه سیم پیچه ، یکسوساز ، کوره ، دارای کلید تنظیم ولتاژ تحت بار (OLTC) ، دارای سیستم خنک کننده اجباری ، خروج بوشینگها از روی دیواره ها ، دارای جعبه کابل و Busduct و باتجهیزات حفاظتی خاص طراحی و تولید می گردد.

۱- مراحل خرید ترانسفورماتور

ترانسفورماتورهای توزیع تولیدی شرکت ترانسفورماتور توزیع زنگان ، ایران ترانسفور ری و ترانسفورماتور سازی کوشکن ، شامل دو بخش ترانسفورماتورهای نرمال و ترانسفورماتورهای ویژه می باشد که مشخصات فنی و ابعاد آنها در دفترچه حاضر آمده است . همچنین با توجه به حساسیت و ویژگی های فنی ترانسفورماتورها ، نحوه حمل و نقل و نصب و راه اندازی آنها با رعایت اصول صحیح اینمی در این دفترچه ارائه گردیده است . امید است مشتریان گرامی با مطالعه دقیق ضمن آشنائی با تولیدات این شرکت ، با نصب و راه اندازی و بهره برداری صحیح از ترانسفورماتورهای خریداری شده نیز آشنا گردد.

- ۱-۱) راهنمایی برای خرید ترانسفورماتورهای توزیع نرمال
- ۱-۱-۱) مراجعه به نمایندگی های مجاز فروش شرکت بازارگانی ایران ترانسفو که آدرس آنها در وب سایت شرکت (www.itc-co.com) آمده است .
- ۱-۱-۲) ارائه درخواست ترانسفورماتور مورد نیاز (بصورت حضوری و یا مکاتبه ای) به نمایندگی فروش شرکت بازارگانی ایران ترانسفو در استان تابعه با ذکر نام و نشانی کامل ، محل نصب و بهره برداری از ترانسفورماتور و همچنین محل سکونت ، شماره تلفن تماس مشتری .

مقدمه ■ تعاریف و مراحل خرید ترانسفورماتورها

- ۱-۲ مراحل و چگونگی پرداخت وجه و تحويل ترانسفورماتور
- ۱-۱ متقاضی باید مشخصات و نشانی کامل پستی خود را ذیل معرفی نامه و تائیدیه شرکت توزیع نیروی برق درج نماید.
- ۱-۲ معرفی نامه فوق به دبیرخانه شرکت بازرگانی ایران ترانسفو یا نمایندگی تحويل و رسید دریافت گردد.
- ۱-۳ بر اساس اطلاعات مندرج در معرفی نامه، پیش فاکتور که شامل مشخصات ترانسفورماتور، بهای ترانسفورماتور و پیش بینی زمان تحويل است، صادر و به مشتری تحويل خواهد شد.
- ۱-۴ دریافت پیش فاکتور مطابق قیمت های مصوب که در محل نمایندگی ها موجود می باشد، انجام می گردد و مدت اعتبار در پیش فاکتور تعیین گردیده که پس از طی مدت مقرر پیش فاکتور فاقد اعتبار خواهد بود.
- تبصره: مبلغ پیش فاکتور شامل مبلغ مصوب ترانسفورماتور در زمان درخواست همراه با هزینه عوارض، حمل و بیمه از مبدا (کارخانه) تا محل انبار نمایندگی های فروش میباشد.
- ۱-۵ خریدار باید بهای ترانسفورماتور مندرج در پیش فاکتور را به حساب بانکی شرکت بازرگانی ایران ترانسفو که در پیش فاکتور قید شده است، واریز نماید. واریز وجه به یکی از دو طریق ذیل مجاز می باشد:
- الف) واریز نقدی: می توان مبلغ مورد اشاره در پیش فاکتور را به یکی از شماره حساب های مشخص شده شرکت بازرگانی ایران ترانسفو واریز و با درج شماره پیش فاکتور در رسید پرداخت وجه، آن را به نمایندگی مورد مراجعته ارائه نمود.
- ب) واریز به صورت حواله: از سایر بانک های کشور که در اینصورت رونوشت خوانای برگ حواله پس از درج شماره پیش فاکتور بر روی آن به نمایندگی تحويل می گردد.
- ۱-۶ شروع مهلت تحويل ترانسفورماتور با مشخصات مندرج در پیش فاکتور، از تاریخ واریز وجه به حساب شرکت بازرگانی ایران ترانسفو می باشد.
- ۱-۷ به محض رسیدن ترانسفورماتور به انبار نمایندگی در استان مربوطه مراتب توسط نمایندگی به خریدار اعلام خواهد شد.
- تبصره: تحويل ترانسفورماتور و بارگیری آن جهت حمل در انبار نمایندگی به عهده همان نمایندگی خواهد بود.
- ۱-۸ اخذ هر گونه هزینه خارج از مبلغ تعیین شده در پیش فاکتور از مشتری مجاز نمی باشد.
- ۲- شرایط ضمانت ترانسفورماتور**
- ۲-۱) تعریف ضمانت (گارانتی)**
- عبارتست از تعمیر و یا تعویض ترانسفورماتورهای فروخته شده بدون دریافت هیچ گونه هزینه ای با شرایط و محدودیت هایی که در ذیل خواهد آمد:
- ۲-۲) شرایط زمانی**
- دوره گارانتی ترانسفورماتورهای تحولی از شرکتهای ترانسفورماتور توزیع زنگان، ایران ترانسفوری و ترانسفورماتورسازی کوشکن به مدت دو سال از تاریخ تحويل، یا یکسال و نیم از تاریخ بهره برداری می باشد(هر کدام که زودتر باشد).
- ۲-۳) لیست کنترل**
- لیست کنترل ترانسفورماتور (اشاره شده در بخش ضمائم) بایستی به هنگام نصب و راه اندازی تکمیل و تایید گردد. لازم به ذکر است که لیست کنترلی معتبر می باشد که توسط نمایندگی مهر و امضاء شده باشد.



۲-۴) شرایط فنی

تعمیرات ضمانت شامل آن دسته از عیوب و نواقصی خواهد بود که ناشی از خدمات واردہ در هنگام حمل، نصب و راه اندازی و بهره برداری ناصحیح باشد. در هر صورت ترانسفورماتور نباید قبل از تعمیر شود و یا اصولاً پلمپ ها باز شده باشند. در مورد ترانسفورماتورهای روغنی نباید روغن آن تخلیه گردد. در صورت تخلیه روغن و یا کسری آن در اثر نشتی، پلمپهای در پوش و شیر تخلیه باید دست نخورده بماند، در غیر این صورت هزینه تعمیر ترانسفورماتور جزو شرایط ضمانت محسوب نخواهد شد.

۲-۵) مدارک مورد نیاز

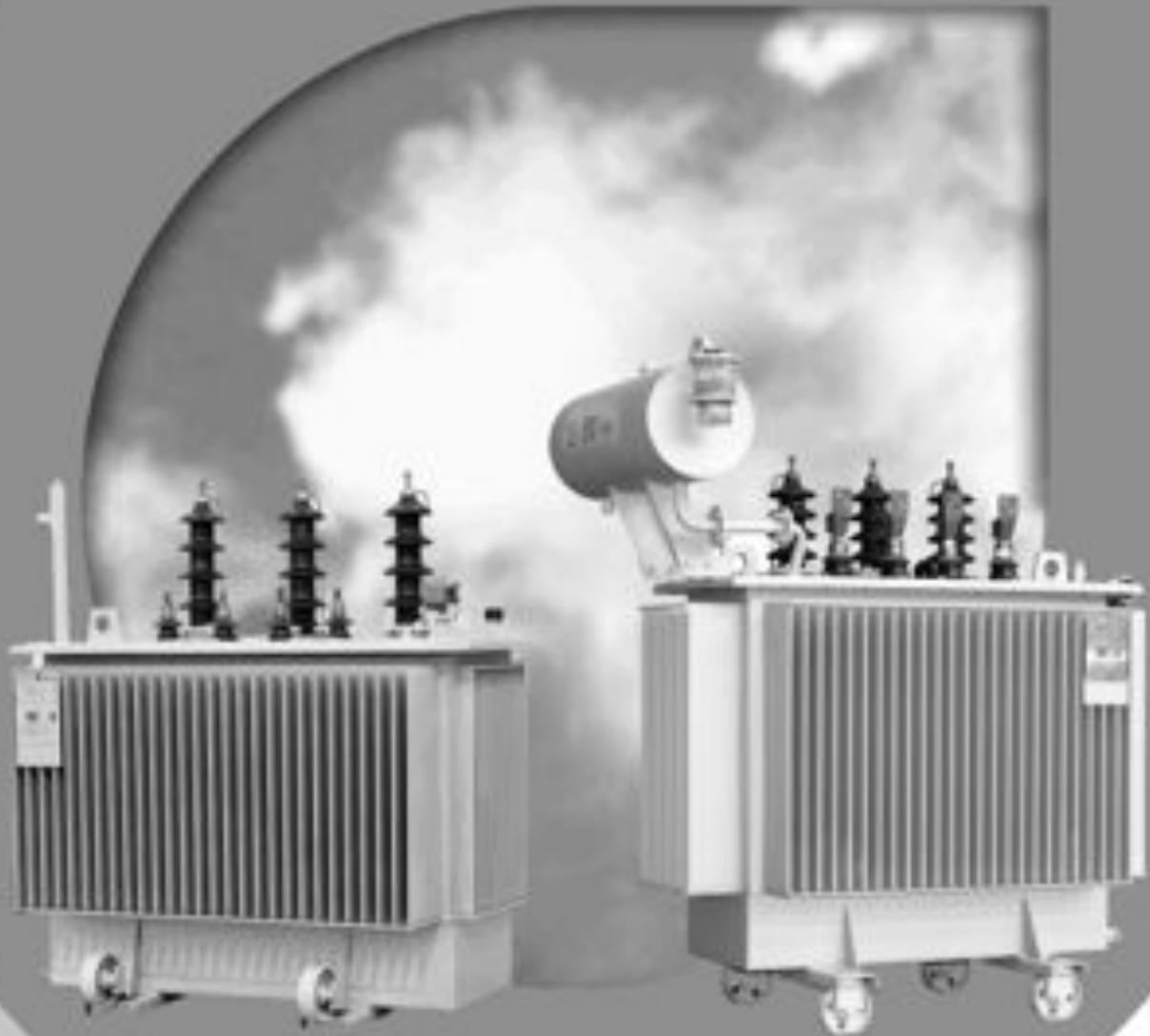
الف: در صورتیکه ترانسفورماتور در هنگام نصب، راه اندازی و یا بهره برداری دچار صدمه گردد، ارائه تائیدیه رسمی شرکت برق منطقه ای و یا توزیع نیروی برق مبنی بر نصب و راه اندازی صحیح ترانسفورماتور(طبق لیست کنترل مربوطه) و گزارشی از نحوه برقرار کردن و حادثه توسط مشتری ضروری می باشد.

ب: در صورت عدم ارائه تائیدیه رسمی شرکت برق منطقه ای و یا توزیع نیروی برق نظریه کارشناسی شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو یا شرکت سازنده ملاک عهده داری هزینه تعمیرات خواهد بود.

ج: قبل از تحویل ترانسفورماتور به کارخانه صورت جلسه ای بین مشتری و نماینده فروش و یا نماینده خدمات پس از فروش در کارخانه تنظیم و وضعیت کلی ترانسفورماتور مشخص می گردد.

بخش اول

تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء
ترانسفورماتورهای توزیع



**روغن نمای مغناطیسی:****کاربرد**

روغن در ترانسفورماتورهای روغنی به عنوان پر حجم ترین عایق و خنک کننده استفاده شده است که ضروریست سطح آن همواره در حد مجاز نگهداشته شود. روغن نماها به منظور نشان دادن سطح روغن در ترانسفورماتور بکار می روند. طراحی آنها طوری است که بتوانند در شرایط 110°C و 0.5bar (بصورت فشار یا خلا) به عملکرد عادی خود ادامه دهند.

ساختمان

ساختمان روغن نماها متشکل از دو قسمت نشانگر و فلنج می باشد که توسط پیچ به هم متصل اند و هر کدام از قسمتهاي اصلی شامل بخشهاي زير می باشنند.

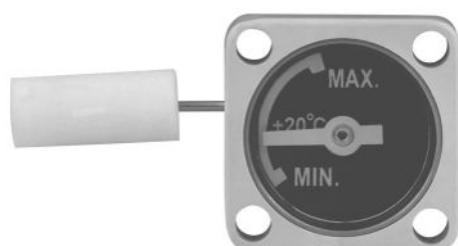
نشانگر : بدنه اصلی ، صفحه مدرج ، عقریه ، طلق

فلنج : بدنه اصلی ، اهرم ، شناور و کوپلینگ مغناطیسی

با توجه به شرایط کاربرد روغنی برای ساخت اغلب قسمتهاي بیرونی آن از آلومینیوم استفاده شده است و قسمتهايی که در معرض نور خورشید و یا روغن ترانسفورماتور قرار دارند از مواد مقاوم در شرایط مذکور ساخته شده اند.



روغن نمای کتتاکت دار



روغن نمای بدون کتتاکت

عملکرد

حرکت شعاعی یا دورانی شناور تحت تاثیر تغییرات سطح روغن در منبع توسط اهرم مربوطه به یک کوپلینگ مغناطیسی منتقل شده و توسط کوپلینگ عقریه شروع به حرکت می نماید. در روغن نماهای کنتاکت دار کوپلینگ موجب حرکت دورانی یک بادامک شده و نهایتاً میکروسوئیچ را تحریک می کند.

نصب

پس از باز کردن نشانگر از فلنج مربوطه و تنظیم طول اهرم شناور ، توسط یک واشر لاستیکی و پیچ های جوشی روی بدنه منبع انبساط در محل خود قرار داده و بصورت آب بند بسته شود. سپس قسمت نشانگر توسط پیچ روی فلنج مونتاژ گردد.

قابل توجه اينكه در روغن نمای بدون کتتاکت ، فلنج با نشانگر هر دو دارای یک بدنه مشترک می باشند.

تست

پس از باز کردن طلق نشانگر با حرکت عقریه به سمت نقاط max و min می بايست میکروسوئیچ عمل نموده که می توان توسط یک دستگاه اهم متر صحت عملکرد آنرا کنترل نمود و پس از تست می توان کابلهاي مربوطه را در محل خود به ترمیinalها اتصال داده و جهت بهره برداری استفاده نمود.

توجه : محل نصب روغن نماها عموماً روی دیواره جانبی منع انبساط بوده و در دمای محیط 20°C باید عقریه بصورت

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

افقی قرار گیرد و در صورت کاهش بیش از حد سطح روغن می‌بایست طبق دستورالعمل مربوطه شارژ روغن صورت گیرد.

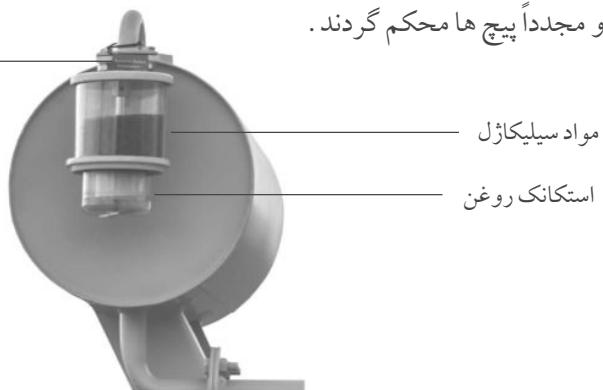
یادآوری: در کنترل سطح روغن با استفاده از روغن نما به دمای محیط توجه داشته باشید بدین صورت که در دمای بالاتر از 20°C عقربه به سمت Max منحرف می‌گردد.

رطوبت گیر:

یکی از عوامل تخرب روغن ترانسفورماتور که طول عمر آن را به شدت کاهش می‌دهد، رطوبت موجود در هوا می‌باشد که برای جلوگیری از ورود هوای مرطوب به داخل ترانسفورماتورهای غیر هرمیک بر روی منبع انبساط یک محفظه رطوبت گیر نصب گردیده است. این محفظه از مواد رطوبت گیر (سیلیکاژل) پر شده که دو نوع می‌باشد، یک نوع در حالت عادی صورتی بوده و با جذب رطوبت تدریجاً به رنگ سبز لجنی تغییر رنگ خواهد داد و نوع دوم در حالت عادی آبی رنگ بوده و با جذب رطوبت تدریجاً به رنگ صورتی و سفید در می‌آیند که در این حالت می‌بایست ماده رطوبت گیر تعویض گردد. این ماده با جذب رطوبت موجب می‌شود همواره هوای خشک وارد ترانسفورماتور گردد. باید دقیق شود ضخامت قشر آبی رنگ کمتر از ۳ سانتی متر نباشد که در این حالت باید آن را تعویض نمود. علاوه بر این در محفظه رطوبت گیر در قسمت انتهایی از استانک حاوی روغن (تا سطح مشخص شده روی استانک) جهت جذب گرد و غبار و ذرات معلق هوای ورودی به ترانسفورماتور استفاده شده است.

توجه: جهت حفاظت سیلیکاژل در مقابل تماس روغن ناشی از تکانهای وارد در حمل و نقل، یک ورق مسدودکننده به رنگ قرمز مابین فلنچ رطوبت گیر و چپقی منبع انبساط قرارداده شده که می‌بایست پس از نصب باشل کردن پیچ های فلنچ این ورق از محل برداشته شود و مجدداً پیچ ها محکم گردد.

ورق مسدودکننده



از آنجائیکه ممکن است مقداری روغن در اثر تکانهای ناشی از حمل و نقل ترانسفورماتور در پشت ورق مسدودکننده جمع شده باشد باید در هنگام برداشتن ورق مسدودکننده دقیق شود تا روغن به داخل محفظه رطوبت گیر نریزد، بدین صورت که ابتدا محفظه سیلیکاژل از یک طرف باز شده و به میزان 180° درجه چرخانده شود و سپس ورق مسدودکننده از محل جدا شود.

ترموومتر روغن:

با توجه به کلاس حرارتی عایقهای مورد استفاده در ترانسفورماتور و با اطلاع از اثر مخرب حرارت غیر مجاز بر کیفیت آنان لازم است در تمامی شرایط کارکرد ترانسفورماتور تحت کنترل باشد، که برای این منظور از ترمومتر استفاده می‌گردد. این

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

ترموومترها برای نشان دادن دمای روغن در هر دو نوع ترانسفورماتور با منبع انبساط و هرمتیک طراحی شده اند و دارای دو میکروسوئیچ و شاخص نشانگر می باشند. عقره مخصوص نشان دهنده حداکثر دما نیز بر روی آنها نصب گردیده است. این ترمومترها بصورت کاملاً مطمئن در شرایط آب و هوایی بسیار گرم و سرد می توانند کاربرد داشته باشند. این ترمومترها دارای بدنه با آلیاژ آلومینیومی بوده که در بر گیرنده قسمتهای سنسور حرارتی، میکروسوئیچ، نشانگر و عقرهها می باشند. طلق شفاف ترمومتر نیز از مواد مقاوم در برابر تابش خورشید ساخته می شود.



ترموومتر کنتاکت دار



ترموومتر با رابط جیوه‌ای

عملکرد

قسمت بی مثال ترمومتر با حس دمای روغن داخل غلاف موجب تحریک و حرکت عقره گردیده و دمای روغن را بایک تلرانس حدود 5°C در محدوده دمائی $50-120^{\circ}\text{C}$ نشان می دهد. در صورت رشد صعودی دمای روغن و رسیدن عقره به شاخص آبی رنگ، سوئیچ مربوط به آلام تحریک شده و عمل خواهد نمود. عموماً این شاخص روی دمای 65°C تنظیم می گردد.

در صورت ادامه رشد صعودی دمای روغن و رسیدن عقره به شاخص زرد رنگ میکروسوئیچ مربوط در حالت قطع (Trip) عمل خواهد نمود که عموماً این شاخص روی دمای 90°C تنظیم می گردد لازم به ذکر است این ترمومترها دارای یک عقره نشان دهنده حداکثر دما می باشند که توسط عقره اصلی حرکت داده می شود و نشان دهنده ماکزیمم دمایی است که حین کار برای ترانسفورماتور اتفاق افتاده است. این عقره به راحتی توسط پیچ روی بدنه قابل برگرداندن به حالت اولیه می باشد.

قابل ذکر است که دماهای Alarm و Trip می توانند بر اساس محاسبات حداکثر جهش حرارتی روغن تنظیم گردد.

$$\Theta_{\text{oil Trip}} = \Theta_{\text{oil max}} + A$$

$$\Theta_{\text{oil Alarm}} = \Theta_{\text{oil Trip}} - 10$$

$\Theta_{\text{oil Trip}}$ برای تنظیم شاخص حالت قطع و $\Theta_{\text{oil Alarm}}$ برای تنظیم حالت اخطار

$\Theta_{\text{oil max}}$ ماکزیمم جهش حرارتی روغن بر اساس محاسبات یا درخواست مشتری

A برای مناطق گرمسیر حداکثر دمای محیط بعلاوه 5°C

A برای مناطق سردسیر 35°C

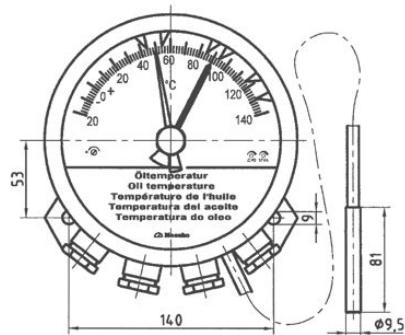
نصب

برای نصب این ترمومترها در محل بحرانی (که عموماً در بالای سیم پیچ قرار دارد) یک غلاف فولادی روی درپوش تعییه می گردد و قسمت بی مثال این ترمومترها توسط پیچ مخصوص بدنه آن در غلاف قرار می گیرد. قابل توجه اینکه به علت

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

مسدود بودن انتهای غلاف ترمومتر، روغن داخل آن با روغن ترانسفورماتور ارتباط مستقیم نداشت و این امر موجب قرائت دمای متوسط روغن و سهولت تعییر یا تعویض ترمومتر می‌گردد.

توجه: در برخی موارد بدلاًیل مختلف مانند ارتفاع ترانسفورماتور لازم است که نشانگر دمای روغن در محلی نصب گردد که بسهولت توسط اپراتور رویت و خوانده شود در این موقع از ترمومترهای بالوله انعطاف پذیر جیوه ای استفاده می‌گردد که این لوله ارتباط بین نشانگر و سنسور حرارتی را امکان پذیر می‌سازد، اصول عملکرد این نوع ترمومترها نیز مشابه ترمومترهای ذکر شده می‌باشد. در این نوع ترمومترها می‌توان با دو میکروسوئیچ پیش بینی شده دیگر فرمان قطع و وصل فن رانیز صادر نمود.



ترمومتر سیم پیچ:

در برخی موارد مصرف کننده علاوه بر کنترل دمای روغن نیاز به کنترل دمای سیم پیچ نیز دارد. در این موارد از ترمومترهای سیم پیچ که توسط دو پارامتر جریان عبوری از فاز داغ و دمای روغن ترانسفورماتور تغذیه می‌شوند، بهره خواهیم گرفت. تنظیمات دمایی نشانگر این ترمومتر شکل زیر بوده و عملکرد آن از نظر حرکت عقربه و تنظیم شاخص‌ها مشابه ترمومتر روغن می‌باشد.

$$\Theta_{WT} = \Theta_W + A$$

$$\Theta_{WA} = \Theta_{WT} - 10$$

Alarm دمای تنظیم حالت

Trip دمای تنظیم حالت

Θ_W دمای متوسط سیم پیچ نسبت به محیط طبق در خواست مشتری یا گواهی تست ترانسفورماتور

A برای مناطق گرمسیر حداقل دمای محیط بعلاوه 5°C

A برای مناطق سردسیر 35°C

تجهیزات مورد نیاز

۱- ترانسفورماتور جریان (CT) ۲- جعبه تقسیم ۳- پاکت دماسنجد ۴- نشانگر دما

نصب

برای تعییه پاکت دماسنجد روی درپوش در محل بحرانی (قسمت بالای مخزن) یک غلاف در نظر گرفته شود و نشان دهنده دما و سایر تجهیزات توسط پیچ و مهره و نگهدارنده مخصوص روش نصب می‌گردد.

رله بوخهلتیس:

کاربرد

رله بوخهلتیس با تشخیص و ارسال سیگنال، ترانسفورماتور را در برابر خطرات ناشی از بروز عیوب در موقع زیر محافظت می‌نماید:

۱- گازهای ایجاد شده که ممکن است ناشی از تجزیه روغن و یا مواد عایقی جامد در اثر عیوب اکتیو پارت باشد.

۲- کاهش سطح روغن که ممکن است ناشی از نشستی از مخزن ترانسفورماتور باشد.

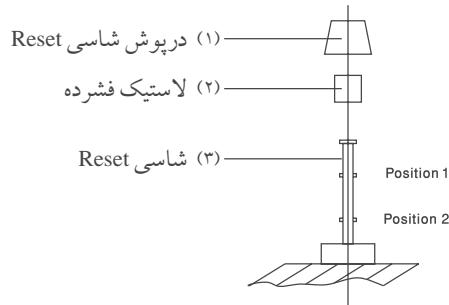
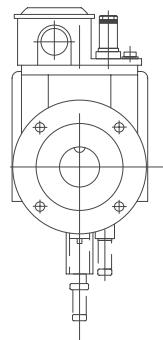
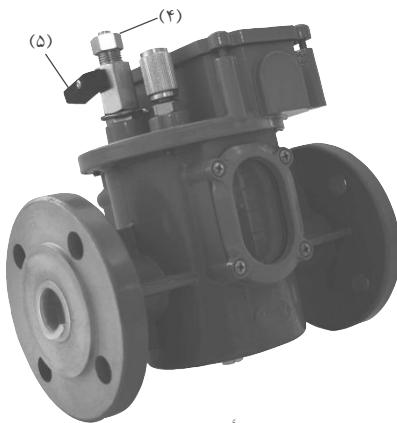
۳- جریان سریع روغن از مخزن به سمت انبساط که ممکن است ناشی از انبساط روغن در اثر اتصال کوتاه باشد.

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

قابل توجه اینکه آنالیز گازهای جمع شده در درون رله بوخهلتس می‌تواند کاربران را در یافتن ناهنجاری‌های بوجود آمده در ترانسفورماتور کمک نماید.

ساختمان

رله بوخهلتس با بدنه ریخته شده از آلیاژ آلومینیوم، شامل مجموعه شناورها، سوئیچ الکتریکی، جعبه اتصالات، شیر هوایگیری و شاسی تست و راهاندازی در قسمت فوقانی می‌باشد که برای سهولت نصب، در دو طرف بدنه رله بوخهلتس، فلنج ها قرار دارند. لازم به ذکر است که کلیه اجزاء تشکیل دهنده رله بوخهلتس از مواد ضد خوردگی و مقاوم در برابر UV (اشعه ماوراء بنفش) و مناسب برای روغنهاي معدني و سيليكوني بر اساس DIN42566 طراحی و ساخته شده اند.



توجه: جهت پیشگیری از آسیب به شناورهای رله بوخهلتس به هنگام حمل و نقل، با استفاده از قرار دادن یک لاستیک فشرده در بالای شاسی Reset شناورها در حالت فشرده قرار گرفته که لازمست پس از باز کردن درپوش، توسط یک وسیله مناسب، لاستیک فشرده از داخل آن بیرون آورده شود.

عملکرد

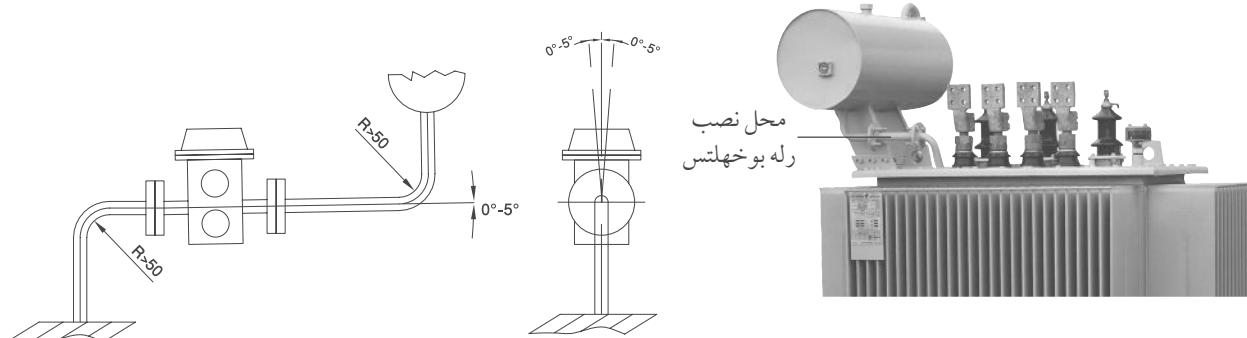
قسمت فعل رله بوخهلتس از سه قسمت مکانیکی مجزا شامل شناور بالا، شناور پایین و پره مخصوص جریان روغن تشکیل یافته است که در وضعیت عادی ترانسفورماتور، روغن داخل رله بوخهلتس شناورها را در موقعیت Reset قرار می‌دهد. هنگام بروز عیب در ترانسفورماتور، گازها و حبابهای بوجود آمده به سمت بالا و به طرف منبع انبساط حرکت می‌نمایند که پس از رسیدن به رله بوخهلتس در محفظه آن جمع شده و تجمع گاز موجب جابجایی روغن و کاهش سطح آن در محفظه رله بوخهلتس می‌شود که این عمل موجب تحریک شناور بالایی شده و کنتاکت مربوطه عمل نموده و فرمان اخطار

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

(Alarm) صادر می شود. چنانچه این وضعیت ادامه یابد سطح روغن در محفظه پایین تر رفته و شناور پایین نیز عمل می نماید و کنتاکت مربوطه فرمان Trip و قطع ترانسفورماتور از منبع تغذیه را صادر می نماید. در حالت اتصال کوتاه و جریان سریع و غیر عادی روغن به سمت منبع انبساط ، بدلیل ارتباط پره با شناور پایین ، توسط کنتاکت مربوطه فرمان قطع Trip داده می شود.

نصب

رله بوخهلتس روی لوله واسط بین مخزن ترانسفورماتور و منبع انبساط نصب می گردد و می بایست شیب لوله رابط در محدوده 0-5 درجه (طبق شکل) باشد تا بتواند تمامی گازهای تشکیل شده را به سمت رله بوخهلتس و منبع انبساط هدایت نماید. قطر لوله باید متناسب با قطر مجاری رله بوخهلتس انتخاب شود تا بتواند جریان روغن ایجاد شده در اثربیک خطوط و یا اتصال کوتاه را با کمترین مقاومت هیدرودینامیکی به درون منبع انبساط هدایت نماید. برای موارد خاص می توان از چند مسیر و رله بوخهلتس استفاده نمود. لازم به ذکر است که زاویه شعاعی رله بوخهلتس مطابق شکل نباید از 5 درجه بیشتر باشد.



راه اندازی و تست رله بوخهلتس

هواگیری : مهره (۴) را از روی شیر هوایی رله باز نمایید.

شیر هوایی (۵) را باز نمایید تا هوای داخل رله خارج گردد ، این عمل را تا مشاهده خروج روغن از محل مربوطه ادامه دهید.

پس از رویت روغن شیر را بیندید و مهره شماره ۴ را در محل خود قرار داده و محکم نمایید.

تست

پس از باز نمودن درپوش شماره ۱ ، چوب پنبه (یا قطعه لاستیک فشرده) داخل آن را خارج نمایید.

شاسی (۳) را تا حالت ۱ فشار دهید و با استفاده از کنتاکتها مربوط به آلام و یک دستگاه اهم متر صدور فرمان آلام را کنترل کنید.

شاسی (۳) را مجدداً تا حالت ۲ فشار دهید و مانند حالت قبل و با استفاده از اهم متر صدور فرمان قطع (Trip) را کنترل نمایید.

شاسی را رها کرده و درپوش روی آن را بدون چوب پنبه یا قطعه پلاستیکی در محل خود قرار داده و محکم نمایید.

فشارشکن:**کاربرد**

فشارشکن‌ها اعم از کنتاکت دار و ساده برای جلوگیری از دفرمگی (تغییر شکل) و انفجار مخزن در موقعیتی که فشار داخل مخزن از حد مجاز آن تجاوز کرده باشد طراحی شده‌اند. طراحی آنها به گونه‌ای است که بتوانند با ایجاد مسیری برای تخلیه روغن بواسطه عملکرد سوپاپ، اجازه ندهنند فشار مخزن از حد مجاز خود فراتر رود. افزایش سریع فشار ممکن است باعث ایجاد انفجار و آتش سوزی گردد.

ساختار

فشارشکن‌ها دارای یک بدنهٔ فلنجی و یک محافظهٔ یا غلاف از جنس آلومینیومی می‌باشند، که سوپاپ اصلی در میان آن قرار داشته و توسط یک میلهٔ مرکزی و فنر به بدنه متصل می‌شود. عمل آبیندی در حالت نرمال توسط دو رینگ از جنس مخصوص صورت می‌گیرد که تحت فشار سوپاپ قرار دارد. کلیه اجزا فعال توسط محافظه در مقابل شرایط محیطی محافظت می‌شوند.



فشارشکن ساده



فشارشکن کنتاکت دار

برای کنترل فشارشکن در بالای محافظه یک نشانگر چشمی قرار دارد که در صورت عمل کردن فشارشکن توسط میلهٔ مرکزی به طرف بالا رانده می‌شود و برگشت آن به حالت اول بصورت دستی صورت می‌گیرد. کلیهٔ اجزا، فلزی از فولاد ضد زنگ یا آلیاژی مقاوم در برابر شرایط محیطی ساخته شده است.

عملکرد:

افزایش فشار داخل مخزن ترانسفورماتور به هر دلیل ممکن، موجب ایجاد فشار بر سطح سوپاپ فشارشکن می‌شود. بدلیل استفاده از دو عدد رینگ با طراحی مخصوص، فشارشکن‌ها مسیر جریان روغن را با یک ثابت زمانی مشخص باز می‌کنند و در صورت باز شدن دریچه، با خروج گازهای تولید شده، فشار روغن داخل مخزن کاهش پیدا نموده و از انفجار مخزن جلوگیری می‌گردد. در حین باز شدن دریچه، محور اصلی میکروسوئیچ را تحریک می‌نماید و فرمان Trip صادر می‌شود و پس از افت فشار داخل مخزن مجددًا توسط فنر بالای سوپاپ دریچه بسته می‌شود اما هنوز نشانگر چشمی در حالت تحریک باقی مانده و نشان می‌دهد که ترانسفورماتور دارای اشکال عمدی باشد و زیر بار بردن ترانسفورماتور باید پس از بررسی و کنترل شرایط آن انجام گردد.

نصب فشارشکن:

سایز شیرهای فشارشکن، بر اساس سایز دریچهٔ تخلیه و همچنین حجم روغن ترانسفورماتور انتخاب و برای حجم‌های بالا از دو شیر یا بیشتر استفاده می‌شود. فشارشکن‌ها عموماً در نقاط بحرانی (بالای سیم پیچ‌ها) که فشار موثر در آنها بیشتر است نصب می‌گردد.

قابل ذکر است که فشارشکن‌ها در محدودهٔ فشار 0.3-0.7 bar طراحی شده‌اند و در صورت عدم نیاز به سوئیچ Trip می‌توان از شیرهای بدون کنتاکت استفاده نمود که بصورت پیچی در بوشن یا محل مخصوص خود نصب می‌گردند.

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

فشارسنج:

فشارسنج‌های صنعتی به منظور نشان دادن فشار کاری مخازن در حال بهره‌برداری، طوری طراحی شده‌اند که اپراتور می‌تواند با رویت و ثبت فشار در شباهنگ روز (مینیمم و ماکزیمم) و ترسیم نمودار فشار کار مخزن، برای پیشگیری از خسارات ناشی از افزایش فشار، برنامه‌ریزی صحیح بارگیری از ترانسفورماتور را انجام دهد. از طرف دیگر می‌توان از فشارسنج برای اندازه‌گیری فشار، در حین تزریق گاز نیتروژن N2 به ترانسفورماتورهای بالشتک گازی نیز استفاده نمود. ساختمان آنها طوری است که بصورت Outdoor نصب می‌شوند و صفحه آنها به صورت دو واحد PSIG و Bar مدرج گردیده است. محل نصب حتی المقدور در روی بدنه، در ارتفاع قابل رویت و قرائت اپراتور می‌باشد.



فشارسنج ساده

ترانسفورماتور جریان CT

CT‌های حفاظتی که اغلب بر روی نقطه نوترال نصب می‌شوند در هنگام سفارش ترانسفورماتور توسط مشتری درخواست شده و مشخصات آن به واحد فروش ارائه می‌گردد. این وسیله که روی شینه نوترال نصب می‌گردد در صورت عبور جریان از نقطه نوترال، آن را تشخیص می‌دهد و می‌توان از خروجی‌های آن، میزان جریان القا شده در آن را اندازه‌گیری نمود. CT می‌تواند در صورت بحرانی بودن وضعیت ترانسفورماتور زمینه صدور فرمان Trip را ایجاد و از وارد آمدن خسارات جلوگیری نماید. لازم به ذکر است که در دو نوع داخل روغن ترانسفورماتور یا بصورت Resin Type در بیرون ترانسفورماتور و داخل جعبه کابل تولید و استفاده می‌شوند.



ترانسفورماتور جریان صمغی

ترانسفورماتور جریان
داخل روغن ترانسفورماتور

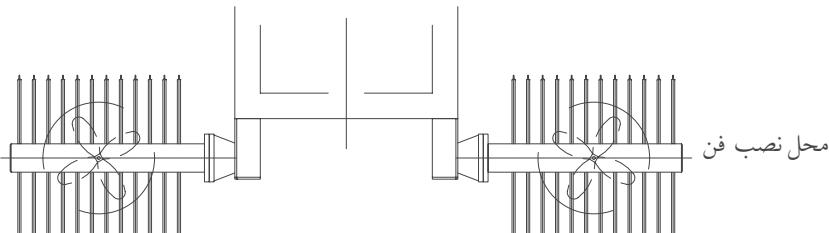
**فن
کاربرد**

در برخی از ترانسفورماتورها که بدلاًیل مختلف طراحی یا وجود پارامترهای موثر مانند شرایط محیطی، عدم امکان خنک کاری ترانسفورماتور بصورت طبیعی و ... از این وسیله که زیر یا روی رادیاتورها نصب می‌گردد، استفاده می‌شود.

ساختمان

فن‌های صنعتی در مدل‌های مختلف با پره و کلاف فلزی با قدرت‌های مختلف برای استفاده Outdoor طراحی شده‌اند. عموماً در انواع مدل‌های بکار برده شده در ترانسفورماتورها، راهاندازی و Reset بر اساس دمای روغن صورت می‌گیرد.

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

**نصب**

محل نصب فن‌ها در زیر یا روی رادیاتورها بوده و بر احتی توسط چند پیچ و مهره در محل طراحی شده خود نصب می‌گردد. قابل توجه اینکه در صورت نیاز به تعویض، بدلیل تنوع مدل آنها می‌باشد به نوع نصب و کلاف آنها دقت شود. توجه: بدلیل قدرت بالای این فن‌ها حداقل فاصله از سطح زمین 40 cm در نظر گرفته شود تا موجب مکش خاک و مواد سبک توسط فن نگردد که موجب آلودگی محیط و کاهش عمر فن خواهد شد.

جعبه اتصالات:**کاربرد**

کلیه خروجی‌های مربوط به تجهیزات حفاظتی توسط کابل‌های افسان چند رشته به درون این جعبه ترمینال منتقل شده و جهت ردیابی روی سیمها با برچسب شماره‌گذاری گردیده است. بدین طریق مصرف کننده با توجه به نقشه داخل جعبه می‌تواند ارتباط بین ترمینالهای جعبه را با اتاق فرمان برقرار سازد.

ساختمان

این جعبه از ورق آهنی با IP54 ساخته شده که درب آن با واشر لاستیکی تزریقی مقاوم در برابر شرایط محیطی که موجب آبیندی کامل آن می‌گردد و باز و بسته کردن آن توسط یک کلید صورت می‌گیرد. این جعبه شامل ترمینال‌ها، فیوزها، پریزها و شین ارت و کانالهای پلاستیکی که همگی روی یک صفحه مونتاژ درون جعبه ثابت شده‌اند. به منظور رعایت IP54 ورود و خروج کابلها به درون این جعبه با استفاده از گلندهای مخصوص انجام می‌پذیرد.



جعبه اتصالات ترانسفورماتور

نصب

این جعبه به راحتی توسط چهار عدد پیچ و مهره و واشر فنری در محل خود در یکی از دیوارهای مخزن ترانسفورماتور نصب می‌گردد.

شیرآلات نمونه‌برداری، تصفیه و تخلیه روغن

روغن بکار رفته در ترانسفورماتورهای توزیع دارای وظیفه اصلی انتقال حرارت و عایق الکتریکی بوده و نیاز مبرم به نگهداری دوره‌ای دارد. بدین منظور برای نمونه گیری و تست روغن در صورت نیاز، برای تصفیه روغن و یا

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

تعویض آن، روی مخزن، شیرآلات خاص تعییه شده که بهره‌بردار بتواند عمل نمونه‌گیری و تصفیه را انجام دهد. در ترانسفورماتورهای توزیع بصورت معمول استاندارد یک شیر تخلیه و نمونه‌برداری مطابق استاندار DIN42551 در پایین‌ترین قسمت مخزن قرار دارد که مغزی این شیر دارای دو سوراخ با قطرهای مختلف (کوچک و بزرگ) می‌باشد که بترتیب برای نمونه‌گیری و تخلیه کامل روغن و اتصال رابط برای تصفیه روغن می‌باشد. مغزی این شیر توسط یک آچار آلن باز و بسته می‌شود. در ترانسفورماتورهای با حجم روغن زیاد و یا با نبا به درخواست مشتری شیرهای جداگانه تصفیه و نمونه‌گیری از سطوح بالا و پایین در مخزن نصب می‌گردد که اغلب دارای اتصال فلنجی یا پیچی می‌باشند در این حالت نتایج بدست آمده از تست، بدلیل نمونه‌گیری از دو سطح بالا و پایین روغن نزدیک به وضعیت واقعی روغن خواهد بود. در مخازنی که دارای دو شیر تصفیه بالا و پایین می‌باشند، اتصال رابطهای دستگاه تصفیه نیز از طریق این شیرها صورت می‌گیرد که بدلیل قرارگیری این دو شیر در طرفین مخزن موجب تصفیه بهتر روغن خواهد شد.

شیر تخلیه



شیر تصفیه DN40



شیر نمونه‌برداری DN15



لوله تزریق روغن ترانسفورماتورهای هرمتیک

این لوله از جنس فولادی بدون گالوانیزه بوده که طول آن بر اساس ارتفاع پیچ هوایگیری بوشینگ‌های فشار قوی طراحی می‌گردد بطوری که سطح روغن در این لوله از سطح پیچ هوایگیری بوشینگ‌ها بالاتر بوده تا در زمان هوایگیری بتوان بطور صحیح بوشینگ‌ها را هوایگیری نمود. این لوله باید بصورت عمودی نصب گردد و زاویه آن بیش از ۱۵ درجه نباشد. هدف اصلی این لوله ابتدا امکان تزریق و شارژ روغن، و سپس ایجاد محل مناسب برای نصب رله محافظه و روغن نمای چشمی است. قطر این لوله با در نظر گرفتن حجم روغن عمدتاً $R1/2$ می‌باشد.



لوله تزریق روغن هرمتیک



روغن نمای چشمی

روغن نمای چشمی

این وسیله کاملاً ساده به اپراتور این امکان را می‌دهد تا سطح روغن را تحت کنترل داشته باشد. محل نصب آن در روی لوله شارژ روغن بوده و بدنه اصلی آن برنجی می‌باشد و در محفظه آن شناور مقاوم در برابر روغن قرار گرفته است. در صورت پربودن لوله از روغن، شناور در قسمت بالایی محفظه قرار می‌گیرد و در اثر افت روغن در لوله، شناور در



بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

پایین ترین نقطه محفظه روغن نما قرار خواهد گرفت. این روغن نما مخصوص ترانسفورماتورهای هرمتیک بوده و در یک بوشن بشکل پیچ مونتاژ می‌گردد و حداقل فشار قابل تحمل آن 0.5 bar می‌باشد.



نوع دیگری از
روغن نمای چشمی

رلهٔ محافظ هرمتیک :Protection Relay

کاربرد

این نوع رله بعنوان یک وسیله حفاظتی، جهت استفاده در ترانسفورماتورهای هرمتیک طراحی شده است که با ایجاد شدن اختلاف در سطح روغن، یک سوئیچ الکتریکی در آن تحریک شده و عمل می‌نماید.



رلهٔ محافظ هرمتیک

بدنهٔ اصلی رله از آلیاژ آلومینیوم می‌باشد و می‌تواند تا فشار 0.5bar را تحمل نماید. این رله دارای شناوری است که با حرکت عمودی سوئیچ الکتریکی را تحریک نموده و فرمان آلام را صادر می‌نماید. شناور از یک ماده مقاوم در برابر روغن ساخته شده که امکان نفوذ روغن در آن وجود نداشته و این امر سبب می‌شود که عملکرد شناور بصورت صحیح همواره تضمین شده باشد.

عملکرد اصلی رله

وقتی بطور کامل مخزن ترانسفورماتور پر از روغن باشد شناور در بالاترین نقطه خود قرار گرفته و در اثر اختلاف سطح روغن شروع به حرکت خواهد نمود که در صورت کاهش سطح روغن، شناور به سمت پائین حرکت نموده و در نقطهٔ آلام توسط کوپلینگ اصلی سوئیچ الکتریکی را تحریک خواهد نمود و در صورتیکه سطح روغن بدلیل انبساط و یا غیره بالا رود در ناحیه 20mm بالای نقطهٔ آلام سوئیچ الکتریکی Reset خواهد شد.

نصب رله

رلهٔ محافظ در لوله تزریق روغن نصب خواهد شد این لوله باید بصورت عمودی قرار گیرد و زاویه آن نباید بیش از 15 درجه باشد. برای جلوگیری از حبس گاز در هنگام تزریق روغن این لوله را در یکی از گوشه‌های درپوش مخزن قرار می‌دهند. برای جلوگیری از سرریزشدن روغن، قبل از نصب رله حدوداً 100mm از روغن را می‌بایست خالی نمود.

رلهٔ هرمتیک DGPT2

برای ترانسفورماتورهای هرمتیک می‌توان از تجهیزات خاص همچون رلهٔ هرمتیک DGPT2 که عملکرد مشابه رلهٔ بوخهلتس دارند استفاده نمود. در این وسیله حفاظتی، گازهای ایجاد شده از تجزیه روغن ناشی از تخلیه جزئی و نقاط داغ غیر مجاز در داخل ترانسفورماتور جمع می‌شود، بطوریکه اگر میزان گاز بوجود آمده از حد معینی تجاوز نماید با تحریک دو کنتاکت موجود در آن اخطار (آلام) و سپس فرمان قطع (Trip) می‌دهد. علاوه بر این رلهٔ DGPT2 امکان کنترل فشار و دما را نیز دارا می‌باشد.

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء



DGPT2

رله فشار ناگهانی

در ترانسفورماتورهای هر مtíک با بالشتک گازی استفاده از رله فشار ناگهانی یا Rapid rise pressure relay نیز جهت حفاظت موثرتر برای توانهای بالا و ترانسفورماتورهای بزرگ توصیه می‌گردد. در صورت بروز هر گونه اتصالی داخلی (مثل اتصال کوتاه و یا اتصال حلقه) فشار روغن سریعاً افزایش یافته که این رله با عکس العمل سریع خود (حدود چند صدم ثانیه) قادر به تشخیص آن بوده و یک سیگنال برای Trip ارسال می‌نماید. به عبارت دیگر این رله به شیب افزایش فشار حساسیت نشان می‌دهد. این رله در یکی از دیوارهای جانبی طوری نصب می‌گردد که با روغن داخل ترانسفورماتور نیز در تماس باشد. در حقیقت رله مذکور نقش رله بوخهلتس را در این نوع از ترانسفورماتورها ایفا می‌نماید. شکل زیر یک نمونه از این رله‌ها را نشان می‌دهد.



رله فشار ناگهانی

بوشینگ‌های فشار ضعیف و فشار قوی

ترانسفورماتورهای روغنی برای ایجاد فاصله عایقی مناسب از محل اتصال کابل یا شینه نسبت به سطح درپوش و اتصال به منبع تغذیه و مصرف کننده مجهز به بوشینگ‌های فشار ضعیف و قوی می‌باشند. پارامترهای مهم در انتخاب بوشینگ‌ها عبارتند از ردیف ولتاژ، جریان عبوری، رطوبت و آلودگی محیط و شرایط نصب Indoor یا Outdoor. برای تامین DIN42531 پارامترهای ذکر شده بوشینگ‌ها با طول خوش متفاوت بر اساس استاندارد DIN42530، DIN42539، ...، که در دسترس می‌باشند، انتخاب و نصب می‌گردد. بوشینگ‌ها از $Um=12\text{ kV}$ به بالا طبق استاندارد دارای جرقه‌گیر می‌باشند که تنظیم فاصله جرقه‌گیر با توجه به شرایط محیط نصب مطابق جدول (۱) انجام می‌پذیرد. وظیفه جرقه‌گیرها، حفاظت ترانسفورماتور در مقابل موج ولتاژهای ناگهانی و انتقال ولتاژ اضافی به زمین از طریق بدنه ترانسفورماتور می‌باشد. بنابراین بایستی به تنظیم فواصل آن دقت شود.



بوشینگ

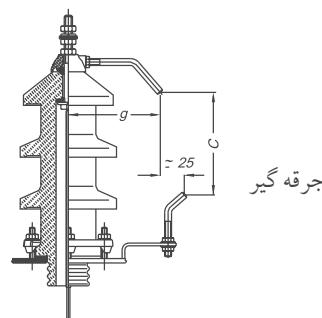
بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

در فضای آزاد Outdoor			در محل سرپوشیده Indoor			شرایط نصب ترانسفورماتور	
33	20	11	33	20	11	kV	ردیف ولتاژ
220	155	85	220	155	85	mm	c*
170	150			135		mm	g

جدول شماره (۱)

*اعداد جدول برای ارتفاع محل نصب از سطح دریا حداقل تا 1000 متر صادق می باشد و به ازاء هر یکصد متر مازاد ارتفاع از 1000 متر این فواصل یک درصد افزایش می یابند.

توجه : گشتاور نامی نشان داده شده در جدول ۲ جهت بستن و محکم کردن اتصالات برای آبیند شدن کامل باید اعمال گردد و لازمست پس از چند هفته مجدداً گشتاور اعمالی کنترل گردد.



قطر میله اتصال بوشینگ	M12	M20
بوشینگ‌های فشار ضعیف گشتاور معجاز	DT250 20 Nm	DT630 70 Nm
بوشینگ‌های فشار قوی گشتاور معجاز	10,20,30Nf 250 40Nm	

بوشینگ‌های استاندارد معمول شرکت ایران ترانسفو از جنس پرسیلین (چینی) می باشد که سطوح خارجی آن بالعب قهوه ای رنگ پوشانده شده است. برای جلوگیری از خزش ، روی بوشینگها همواره باید تمیز باشند. بنابراین باید بصورت دوره ای روی آنها را تمیز و سطوح از لحاظ عدم وجود شکستگی چک شود. قطعات هادی بکار رفته اغلب از جنس برنج یا مس و واشرهای لاستیکی از جنس مخصوص مقاوم در برابر روغن ترانسفورماتور و UV می باشند.

بطور معمول این بوشینگها بر روی در پوش مخزن نصب می شوند و قابلیت نصب روی دیواره مخزن را نیز دارا می باشند. لازم به ذکر است که برای کاهش ابعادی ترانسفورماتورها در مکانهایی مثل پست‌های کمپکت و اتاقکها و ... از بوشینگ‌های دیگری به نام بوشینگ‌های سوکتی Plug in bushing با کابل اتصال مخصوص خود بنام Elbow connection استفاده می کنند. این بوشینگها از جنس اپوکسی رزین ساخته شده‌اند که علاوه بر کاهش ابعادی ترانسفورماتور در برابر

شکنندگی مقاوم بوده و بیشتر در مکانهای بالا استفاده می شوند.

در صورت استفاده در محیط‌های فضای باز تمیزیات لازم (نصب جعبه کابل) برای حفاظت این بوشینگ‌هادر برابر تابش مستقیم نور آفتاب باید صورت پذیرد.



بوشینگ سوکتی

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

کلید تنظیم ولتاژ

تغییرات جزئی ولتاژ شبکه را می‌توان با تغییر تعداد دور در سیم پیچ فشار قوی جبران نمود، بنحوی که ولتاژ مورد نیاز مصرف کننده ثابت بماند. تغییر دادن نقاط اتصال و استفاده از انشعابات سیم پیچ فشار قوی در حالت بی‌برقی توسط کلید تنظیم ولتاژ صورت می‌گیرد.

محدوده تغییرات ولتاژ در ترانسفورماتورهای توزیع:

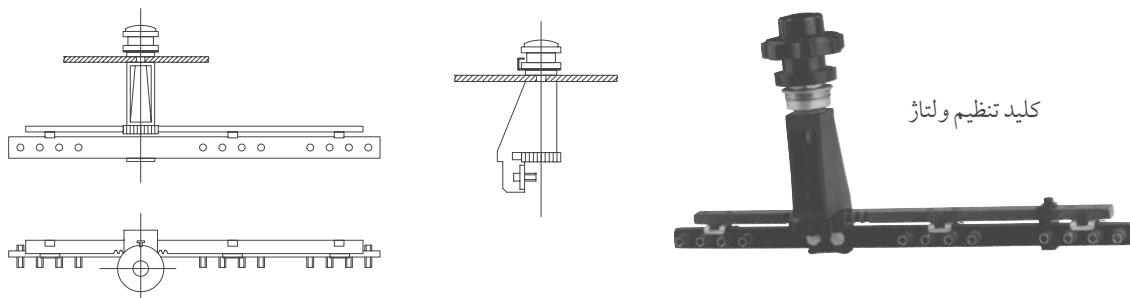
ترانسفورماتورهای kV $\pm 2 \times 2.5\% = 11.33$

ترانسفورماتورهای kVA 20 $\pm 4\% = 200$

ترانسفورماتورهای kVA < PN $\pm 2 \times 2.5\% = 200$ < 2500

تنظیم و تغییر ولتاژ در طرف فشار ضعیف به ندرت صورت می‌گیرد. بطور عموم ترانسفورماتورهای استاندارد شرکتهای ترانسفورماتور توزیع زنگان، ایران ترانسفوری و ترانسفورماتورسازی کوشکن در طرف فشار ضعیف و در حالت بی‌باری دارای 400V (سه‌فاز) و 231V (تک فاز) می‌باشند. مشخصات مورد نیاز جهت انشعابات و حالات مختلف کلید تنظیم ولتاژ روی پلاک مشخصات منعکس و قابل استفاده است.

لازم به ذکر است موارد قید شده در خصوص کلید تنظیم ولتاژ برای ترانسفورماتورهای نرمال می‌باشد، برای ترانسفورماتورهای سفارشی، مشخصات کلید و حالت‌های مختلف و درصد‌های تغییر ولتاژ توسط مشتری تعیین و در طراحی آن لحاظ می‌گردد.



تابلو مشخصات

تابلو مشخصات حاوی اطلاعات لازم روی دیواره ترانسفورماتور جهت شناسایی هر ترانسفورماتور عموماً در سمت فشار ضعیف نصب می‌گردد. کاربران می‌بایست قبل از هر اقدامی، مشخصات ترانسفورماتور را از طریق تابلو مشخصات کنترل نمایند. چرا که تابلو مشخصات شامل اطلاعاتی است که بطور خلاصه وضعیت ترانسفورماتور را توضیح می‌دهد. این اطلاعات شامل موارد ذیل است.

نوع عایق بندی ترانسفورماتور	مدل
گروه اتصال	شماره سریال
فرکانس نامی	سال ساخت
نوع روغن ترانسفورماتور	استاندارد مورد استفاده
تصویرشماتیک کلید تنظیم ولتاژ	قدرت اسمی به کیلو ولت آمپر
وزن روغن به تن	ولتاژ نامی ترانسفورماتور سمت فشار قوی و ضعیف به ولت
وزن کل به تن	جریان نامی سمت فشار قوی و ضعیف به آمپر
درصد ولتاژ اتصال کوتاه	سیستم خنک کنندگی

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

توجه: لوازم حفاظتی و تجهیزات ترانسفورماتورهای نرمال به قرار ذیل بوده و سایر تجهیزات در صورت سفارش مشتری در طراحی و ساخت ترانسفورماتور لحاظ خواهد شد.

تجهیزات	kVA	توان	توضیحات
رطوبت گیر 0.5kg	25-630		برای کلیه ردیف ولتاژها
رطوبت گیر 1kg	800-2000		برای کلیه ردیف ولتاژها
ترمو متر روغن	630-2000		برای کلیه ردیف ولتاژها
رله بوخهلتس	1000-2000		برای کلیه ردیف ولتاژها
چرخ	400-2000 500-2000		برای کلیه ردیف ولتاژها
DIN 42551	25-2000		شیر تخلیه DIN 42551

مخزن

یکی از اجزاء مهم در ترانسفورماتورهای روغنی مخزن آن می باشد. مخزن حاوی روغن ترانسفورماتور وظیفه حفاظت از اکتیوپارت در مقابل عوامل تخریب کننده همانند رطوبت و گرد و خاک و ... را داشته و به لحاظ دارا بودن استحکام مکانیکی و توان دفع حرارتی متناسب با تلفات اکتیوپارت از دیواره کنگرهای یا دیواره صاف بارادیاتور جداگانه ساخته می شوند. ورقهای بکار رفته در آنها بسته به طرحهای ذکر شده از فولادی نورد شده با ضیخامت های 1mm تا 1.5mm برای دیواره کنگرهای و حداقل 6mm برای دیواره صاف می باشد. نکته قابل توجه اینکه مخازن کنگرهای با توجه به مشخصات مکانیکی تا ۶۵۰ میلی بار تحمل خلا، را داشته و نباید تحت خلا، کامل قرار گیرند و سایر مخازن دارای مشخصه خاص خود بر حسب طراحی خواهند بود.

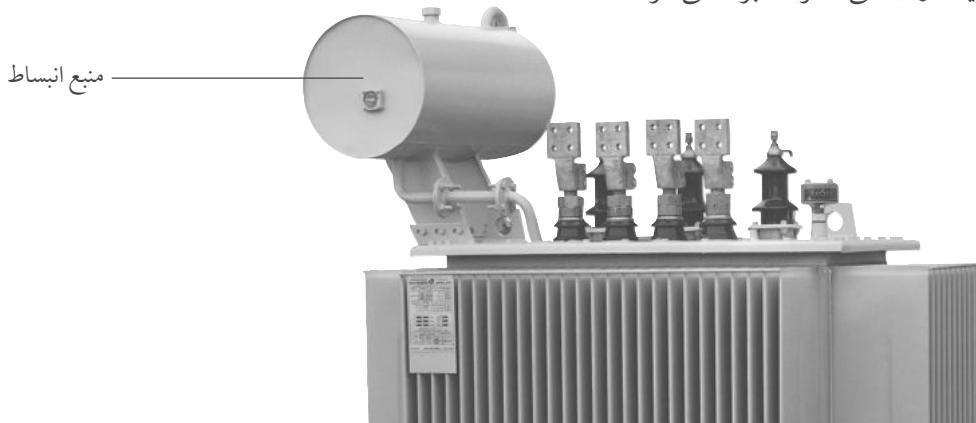
کلیه تجهیزات و شیرآلات و ... که بر روی مخزن قابل نصب می باشند در تصاویر انتهای این بخش آورده شده است و نکته مهم اینکه پیچهای ارت تعییه شده بر روی بدنه ترانسفورماتور بایستی در زمان نصب با کابل مخصوص زمین گرددند.

منبع انبساط

مخازن ترانسفورماتورهای روغنی مجهز به منبع انبساط در بالای درپوش می باشد که فضای لازم برای تغییرات حجم روغن در اثر حرارت ایجاد شده توسط اکتیوپارت را تامین می نماید. با توجه به حجم روغن داخل مخزن حجم منبع نیز متناسب با آن طراحی می گردد. برای کنترل سطح روغن درون منبع روی دیواره جانبی آن روغن نمای معنادلیسی نصب می گردد که اپراتور می تواند برای آن را رویت نماید. سطح روغن در دمای 20 درجه سانتیگراد طوری است که هوای گیری از مقره هارا امکان پذیر می سازد. در ترانسفورماتورهای دارای منبع انبساط بدليل عملکرد تحت شرایط هم فشار با اتمسفر، برای جلوگیری از ورود هوای مرطوب به داخل روغن در زمان تنفس، روی منبع یک دستگاه رطوبت گیر نصب می شود.

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

نکته: ترانسفورماتورهای هرمتیک روغنی و یا بالشتک گازی فاقد منبع انبساط بوده و فشار ایجاد شده درون روغن توسط بالشتک گازی یا خاصیت ارجاعی مخزن جبران می‌گردد.



روغن ترانسفورماتور

روغن‌های معدنی عایق کردن و خنک نمودن ترانسفورماتورها استفاده می‌گردند و از نوع روغن‌های معدنی تقطیر و تصفیه شده با غلظت کم می‌باشند. خصوصیات و مرغوبیت روغن عایق در طول زمان و مدت بهره‌برداری طولانی رو به فرسودگی می‌رود (پیر شدن).

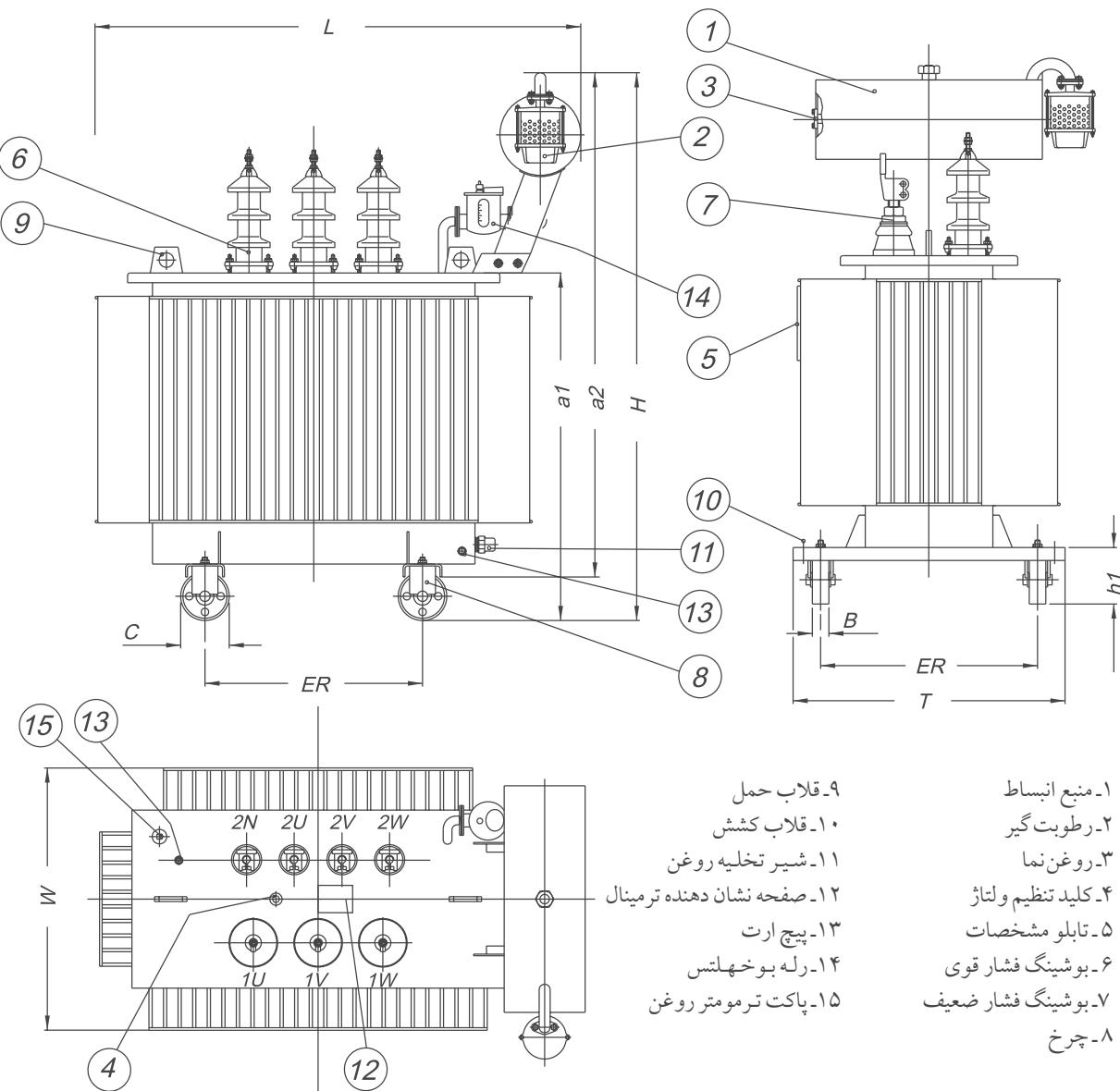
در صورتیکه افزودن روغن به یک ترانسفورماتور در حال کار، بواسطه پایین آمدن سطح روغن (مثلاً ناشی از نمونه گیریهای متواتی) لازم به نظر برسد، استفاده مجدد از روغن تهیه شده توسط سازنده توصیه می‌شود، اگر چنین امری میسر نباشد، می‌توانید از راهنماییهای متخصصین ما بهره مند شوید. در صورت نیاز با شماره هایی که ارائه گردیده تماس حاصل نمایید. افزایش روغن نوبه روغن ترانسفورماتور در حال کار، در صورتیکه عمر ترانسفورماتور زیاد نباشد، مجاز است.

Uninhibited mineral Transformer Oil (IEC60296:2012)

حدود پذیرش	مشخصات فنی	
≤ 12	mm ² /S	گرانروی (ویسکوزیته)
≤ -40	°C	نقطه ریزش روغن
$\geq 30 / (70)$	kV	استقامت الکتریکی (بعد از تصفیه)
≤ 0.895	g/ml	چگالی
≤ 0.005	---	ضریب تلفات عایقی
شفاف و عاری از ذرات معلق	---	رنگ
≤ 0.01	mgKOH/g	عدد اسیدی
Not corrosive	---	خورنده سولفور
≥ 135	°C	نقطه اشتعال

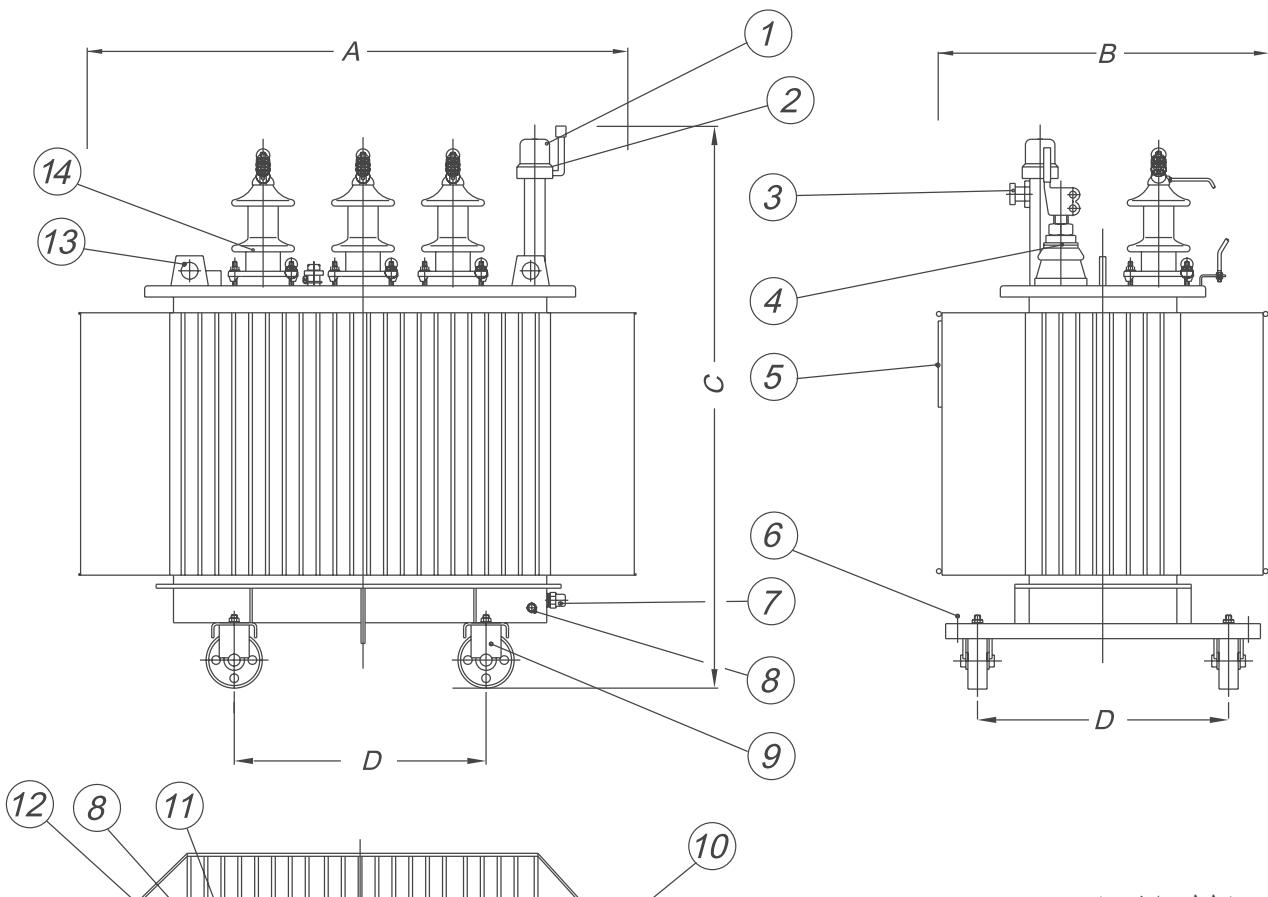
رنگ

برای جلوگیری از خوردگی مخزن و سایر تجهیزات مربوطه سطوح خارجی طبق استاندارد ISO12944 نرم C51 به روشهای اسپری و فلوتینگ رنگ آمیزی می‌گردد. نوع رنگ مورد استفاده برای ایجاد مقاومت بهتر در کلیه مناطق آب و هوایی زینک ریچ اپوکسی پلی یورتان می‌باشد، که پس از شستشو و چربی زدایی کامل سطوح در سه لایه آستر، میانی و رنگ نهایی و در هر یک از لایه‌ها به ضخامت حداقل $40\ \mu$ اعمال می‌گردد. فام رنگ نهایی بر اساس استاندارد داخلی شرکتها یا به درخواست مشتری می‌باشد.

ترانسفورماتور با منبع انبساط

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

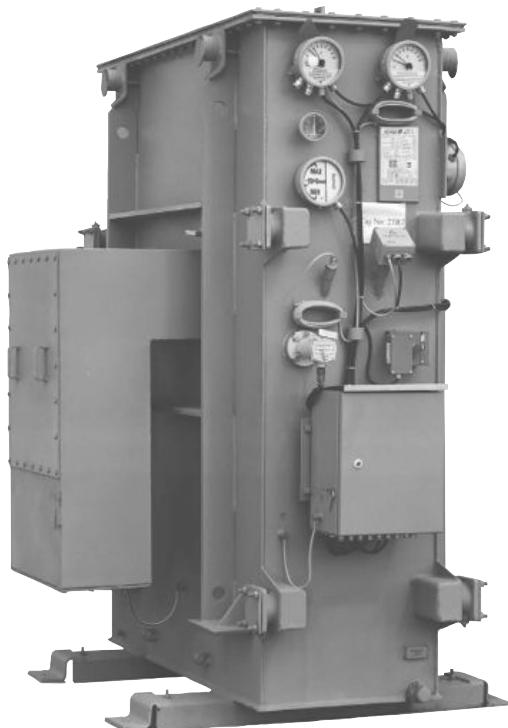
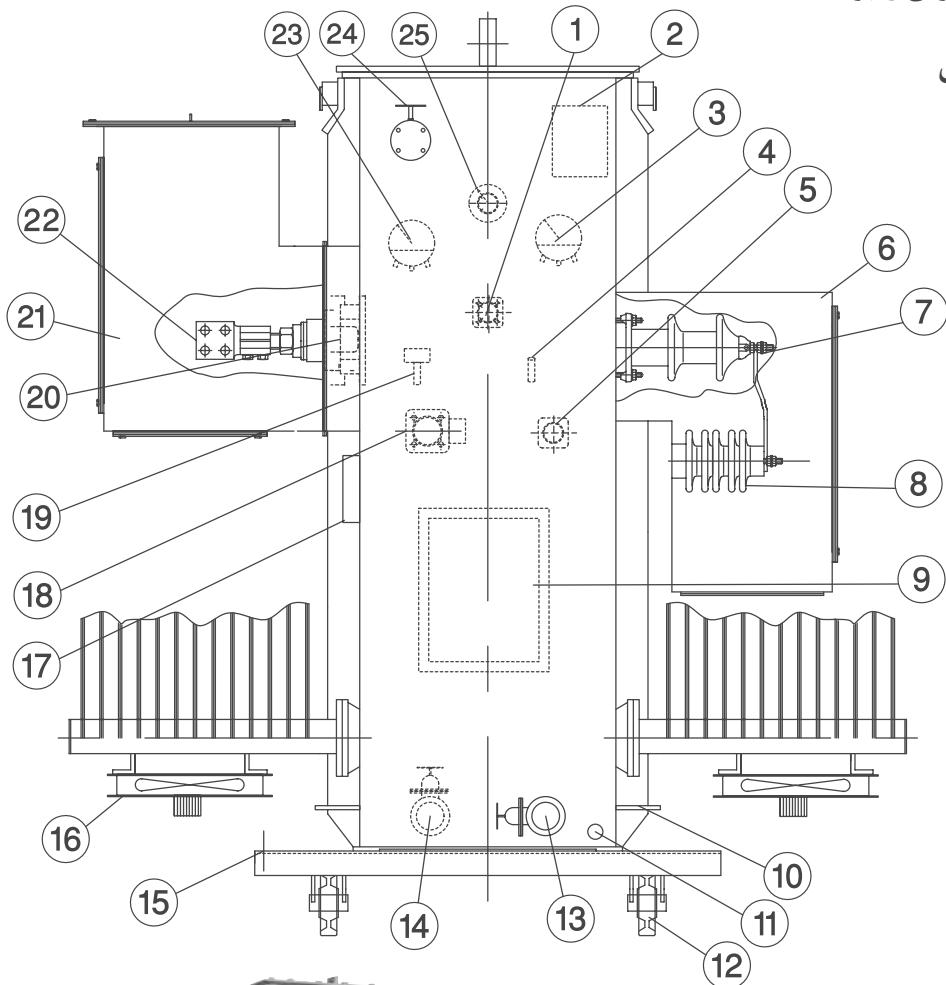
ترانسفورماتور هرمتیک روغنی



- ۱-لوله شارژ روغن
- ۲-رله محافظه هرمتیک
- ۳-روغن نمای چشمی
- ۴-بوشینگ فشار ضعیف
- ۵-تابلو مشخصات
- ۶-قلاب کشش
- ۷-شیر تخلیه
- ۸-پیچ ارت
- ۹-چرخ
- ۱۰-صفحه نشان دهنده ترمینال
- ۱۱-کلید تنظیم ولتاژ
- ۱۲-پاکت ترمومتر روغن
- ۱۳-قلاب حمل
- ۱۴-بوشینگ فشار قوی
- ۱۵-شیر فشار شکن

بخش اول ■ تجهیزات حفاظتی و برخی از اجزاء

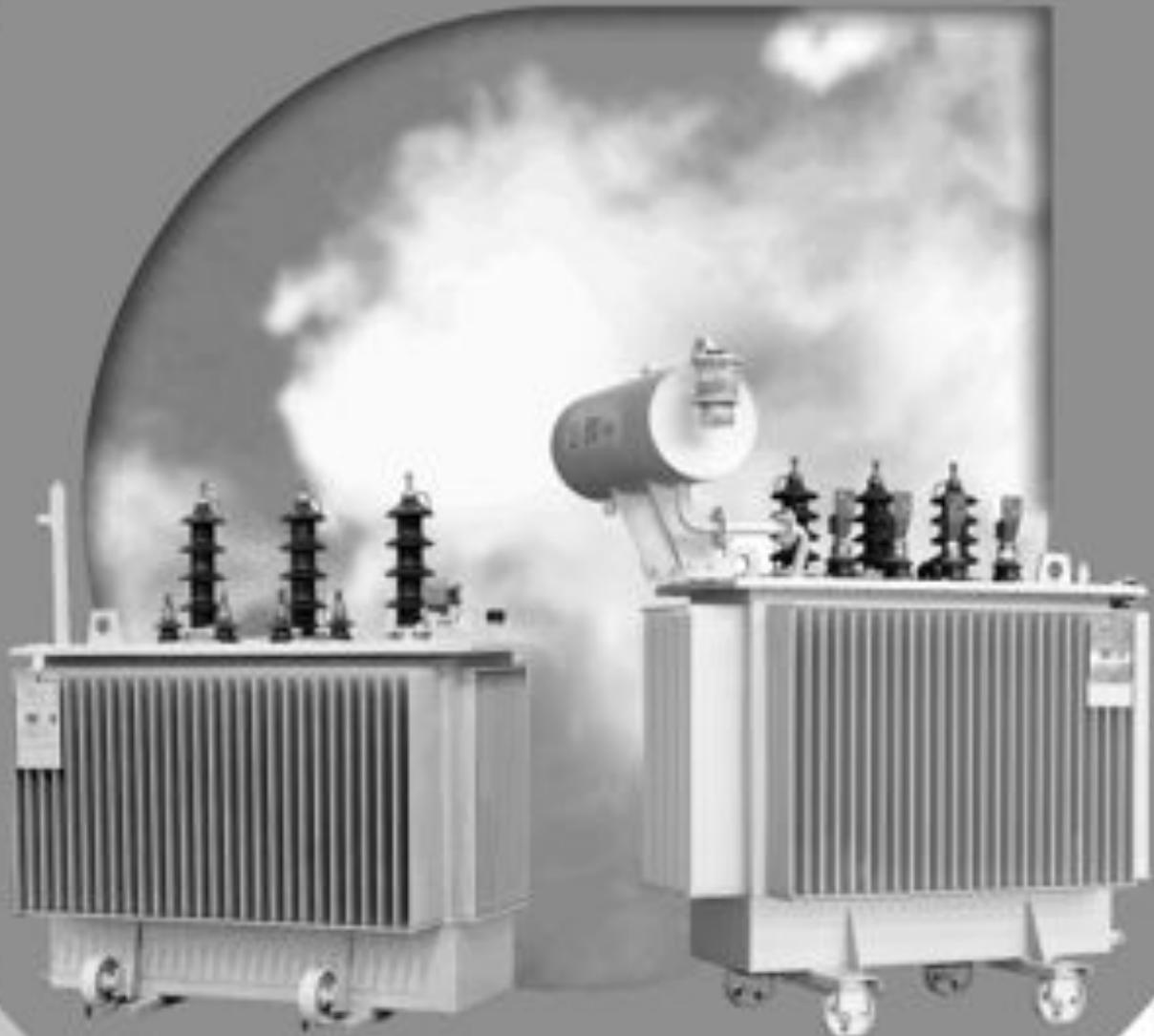
هرمتیک با بالشتک گازی



- ۱- روغن نمای مغناطیسی
- ۲- تابلو مشخصات
- ۳- نشانگر ترمومتر سیم پیچ
- ۴- سنسور حرارتی
- ۵- رله فشار ناگهانی
- ۶- جعبه کابل فشار قوی
- ۷- بوشینگ فشار قوی
- ۸- بوشینگ عایقی
- ۹- ترمینال باکس
- Jacking Pad_۱۰
- ۱۱- شیر نمونه برداری
- ۱۲- چرخ
- ۱۳- شیر تصفیه و نمونه برداری
- ۱۴- شیر تصفیه
- ۱۵- قلاب کشش
- ۱۶- فن
- CT_۱۷- جعبه اتصال
- ۱۸- شیر فشارشکن
- ۱۹- پاکت ترمومتر روغن
- CT_۲۰
- ۲۱- جعبه کابل فشار ضعیف
- ۲۲- بوشینگ فشار ضعیف
- ۲۳- ترمومتر روغن
- ۲۴- شیر شارژ روغن
- ۲۵- نشانگر فشار گاز

بخش دوّم

نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری





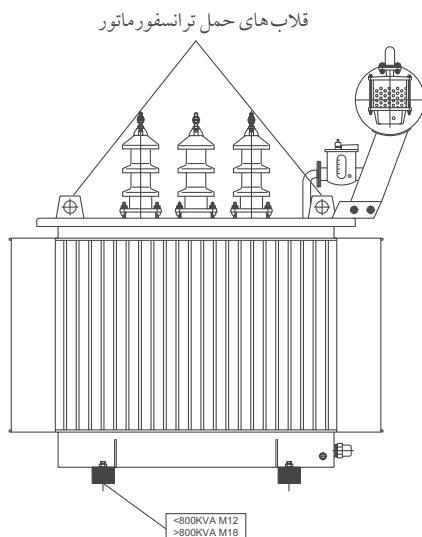
۱. حمل، تخلیه و استقرار ترانسفورماتور

ترانسفورماتورهای توزیع عموماً بصورت کامل در کارخانه مونتاژ و تست گردیده اند و بهنگام تحویل در محل آماده بهره برداری میباشند. لیکن در موارد خاصی برخی از قسمت های آن مانند رادیاتورها (در صورت رادیاتوری بودن) و برخی از تجهیزات حفاظتی مثل رله بوخهلتس . . . بطور جداگانه حمل گردیده و در محل مونتاژ می گردد. نصب این قطعات در محل بایستی توسط افراد متخصص صورت گیرد. دستگاه های حفاظتی که روی ترانسفورماتور نصب شده اند بایستی از روی ترانسفورماتور باز شوند.

در هنگام بارگیری ، ترانسفورماتورها با چوبهای الوار به کف تریلر یا وسیله نقلیه مربوطه میخ کوبی می شوند و توسط سیم بکسلها از محل قلابهای مهار یا پایه های ترانسفورماتور به کف خودرو مهار می شوند. شتاب حمل میایست ثابت بوده و از حرکت و توقف سریع و تکانهای شدید جلوگیری گردد.

بهنگام ورود ترانسفورماتور به محل و قبل از تخلیه آن باید ابتدا بازرسی کاملی از بدنه بعمل آید و در صورت مشاهده نشانه های بارز آسیب دیدگی در اثر حمل از جمله کاهش سطح روغن باید مدیریت واحد، شرکت حمل کننده، بیمه گر حمل و نقل ، نمایندگی مجاز و شرکت بازرگانی ایران ترانسفو به سرعت مطلع گرددند تا بر اساس شرایط ضمانت در صدد رفع آن برآیند. خسارت های جزئی که ممکن است مهم بنظر نباشد نیز باید گزارش گردد، ادعاهای بعد از مهلت مقرر در هنگام مذاکره با شرکت های بیمه ایجاد اشکال خواهد نمود.

قبل از تخلیه حتماً از جدا شدن مهار ترانسفورماتور اطمینان حاصل شود. برای تخلیه ترانسفورماتور ، مناسب ترین شیوه استفاده از جرثقیل است. در این هنگام باید ترانسفورماتور یا وسیله حامل آن زیر بازوی جرثقیل قرار گرفته و بعد از باز شدن بندها و مهارها به آرامی از جا بلند شود و به محل مورد نظر منتقل شود. در موقع جابجایی ترانسفورماتور باید دقیق نمود که امتداد اصلی آن همواره در وضعیت قائم قرار گیرد و تحت هیچ شرایطی بیش از ۱۵ درجه منحر ف نشود. همچنین باید توجه داشت که حلقه قلاب های تعییه شده در بالای ترانسفورماتور عموماً به منظور بلند کردن کامل ترانسفورماتور به وضعیت قائم طراحی گردیده و برای کشیدن ترانسفورماتور به کمک سیم و قرقه از حلقه های مخصوصی که در قسمت شاسی و پایه آن تعییه شده استفاده نمود. جابجایی ترانسفورماتور در هر یک از مراحل بارگیری و تخلیه تا استقرار نهایی آن روی سکوی مربوطه می باید به آرامی و بدون وارد آوردن ضربه و شتاب زیاد انجام گیرد. در مورد ترانسفورماتورهای ویژه رادیاتوری قلابهای حمل بر روی بدنه قرار داشته و می بایست از این محلها حمل گرددند.



در محل و قبل از نصب ، ترانسفورماتور بایستی طبق لیست کنترل بازرسی و از نظر کامل بودن وسایل و تجهیزات بازدید شود.

تمام قطعاتی که نصب می شوند باید تمیز و عاری از زنگ زدگی باشند، در غیر اینصورت باید آنها را تمیز نموده و پس از زنگ زدایی و شستشو با ماده چربی بر دوباره رنگ آمیزی نمود.



بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

دستورات عمومی نصب

۲- روش روغنزنی ترانسفورماتورهای هرمتیک وله‌ای و تزریق گاز ترانسفورماتورهای هرمتیک گازی
۲-۱) روغنزنی و تزریق گاز ترانسفورماتورهای هرمتیک گازی

با توجه به اینکه فشارهای حالت گذرا در این ترانسفورماتورها ممکن است به حدود یک اتمسفر برسد، از طرف دیگر احتمال اینکه روغن زنی آنها در اطاق کخلا، انجام نگیرد وجود دارد، لذا مخزن آنها بایستی بخوبی تحمل خلا، یک اتمسفر را داشته باشد. برای روغنزنی و شارژ گاز به صورت ذیل می‌توان عمل نمود:

۱) پر کردن کامل مخزن ترانسفورماتور از روغن پس از نصب رادیاتورها و بازنمودن تمامی شیرهای پروانه‌ای

۲) هوایگیری از بوشینگها، رادیاتورها و شیر تزریق گاز

۳) اتصال ادوات تزریق گاز به محل تعییه شده در روی درپوش ترانسفورماتور

۴) تزریق گاز (نیتروژن) با فشار کم و همزمان تخلیه آرام روغن از محل شیر تخلیه

۵) بستن شیر تخلیه پس از رسیدن سطح روغن به حد مجاز 20°C در روغن‌نمای مغناطیسی (متناسب با دمای محیط و روغن‌نمای مغناطیسی)

در صورت وجود اختلاف دمای بسیار از میزان 20°C می‌بایست افزایش حجم روغن در اثر انبساط و در نتیجه کاهش حجم گاز و افزایش فشار آنرا در عملیات تزریق در نظر گرفت و از طریق محاسبات زیر، فشار جدید تزریق گاز را معین نمود:

$$\Delta V_{oil} = (\Delta T \times y) \times V_{oil}$$

$$\frac{P_{1Gas} \times V_{1Gas}}{T_1} = \frac{P_{2Gas} \times (V_{1Gas} - \Delta V_{oil})}{T_2}$$

V_{oil} : حجم روغن داخل مخزن طبق مدار ک فنی در 20°C

T_1 و T_2 : درجه کلوین

y : ضریب انبساط حجمی روغن $\frac{\text{Lit}}{\text{C}^{\circ}}$

ΔT : میزان تغییرات دمای محیط نسبت به 20°C

P_{1Gas} : فشار محاسبه شده در دمای 20°C طبق مدار ک فنی

P_{2Gas} : فشار جدید گاز در محیط جدید

۶) توقف تزریق گاز پس از رسیدن فشار به مقدار مورد اشاره در مدار ک فنی و یا فشار محاسبه شده ترانسفورماتور مربوطه. لازمست ابتدا مخزن کاملاً خلا شده سپس تا سطح مورد نظر روغن شارژ نموده و بعد تزریق گاز انجام گردد. نکته مهم در مورد گاز نیتروژن این است که میزان اکسیژن آن بایستی از حد مجاز (حدود ۶%) کمتر باشد. در صورت نشت گاز توصیه می‌شود جهت شارژ گاز با شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو مکاتبه نمایید. لازم به یادآوریست در طراحی جدید اینگونه ترانسفورماتورها یک عدد شیر جهت ایجاد خلا، (بدون نیاز به تخلیه روغن در هنگام شارژ گاز) و تزریق گاز تعییه شده است.

۲-۲) روغن زنی ترانسفورماتورهای هرمتیک وله‌ای

۱- پر کردن کامل مخزن ترانسفورماتور از روغن تحت خلا 8 mbar

۲- هوایگیری از بوشینگها

۳- تخلیه روغن از شیر تخلیه ترانسفورماتور طبق مقدار اشاره شده در مدار ک فنی (در صورت نیاز به تخلیه روغن بر اساس



مدارک فنی طراحی)

(۲-۳) نصب رادیاتورها

رادیاتورهایی که جهت حمل از ترانسفورماتور جدا شده اند توسط درپوشهایی جهت جلوگیری از ورود گرد و غبار و رطوبت مسدود شده اند. گاهی اوقات به همین منظور رادیاتورها دو به دو در محل فنچهای به یکدیگر با پیچ و مهره بسته می شوند. به هنگام مونتاژ ترانسفورماتور، شیرهای پروانه‌ای تعبيه شده در دیوارهای مخزن در وضعیت قطع قرار گرفته و توسط درپوش، پوشانده می شوند.

(شکل ۱ ، مورد ۱)

رادیاتور ترانسفورماتور

۱- فلاچ پائین

۲- فلاچ بالا

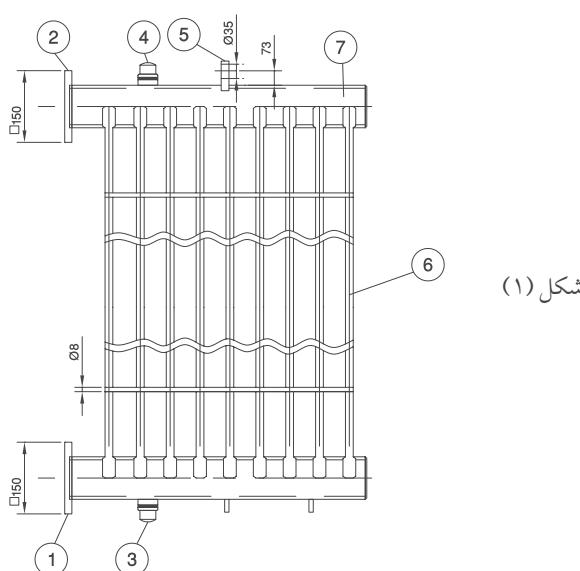
۳- شیر تخلیه روغن

۴- پیچ هوایگیری

۵- قلاب حمل

۶- پره‌های خنک کننده

۷- کلکتور



۲-۳-۱) مقدمات نصب رادیاتور

قبل از نصب رادیاتورها آنها را از نظر هرگونه خسارت احتمالی بازرسی نمایید. درپوشها را از محل اتصال رادیاتورها باز نموده و از صحبت اتصالات اطمینان حاصل نمایید، اگر هرگونه رطوبت یا گرد و خاک در داخل رادیاتور وجود داشته باشد باید توسط روغن گرم با دمای تقریبی 70 درجه سانتیگراد شسته و کاملاً تمیز شده و در برابر نفوذ رطوبت حفاظت شود. اتصالات شیرهای پروانه‌ای ترانسفورماتور را بعد از باز نمودن درپوشها مجدداً بازرسی نمایید. شیرهای پروانه‌ای باید بسته بمانند. (شکل ۲)

توجه: شیرهای پروانه‌ای آبیندی کامل ایجاد نمی نماید، بنابراین ممکن است در هنگام بازنمودن درپوشها مقداری روغن خارج شود. ارتباط صحیح نشانگر را با وضعیت شیر پروانه‌ای بررسی نمایید. این شیرها در جهت عقربه ساعت بسته شده و در خلاف جهت عقربه‌های ساعت باز می شود. در هنگام بستن شیر، جهت داشتن آب بندی مناسب نیروی اضافی اعمال ننمایید زیرا ممکن است به محور برنجی آن آسیب وارد شود.

۲-۳-۲) مراحل نصب رادیاتور

شیر پروانه‌ای را مطابق عملیات زیر بدرستی بینید:

* پیچهای آب بند را توسط یک آچار رینگی و یا تخت شماره 36mm 36 شل نمایید. (۲)

* شیر پروانه‌ای را در جهت عقربه ساعت توسط آچار رینگی و یا تخت 19mm بسته نگاه دارید. (۱)

* پیچ آب بند را بینید.

* سطوح آب بندی رادیاتور و فلاچ‌های مربوطه را توسط رنگ بر و کاردک از رنگ پاک کرده و سطح آن را توسط سمباده

بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

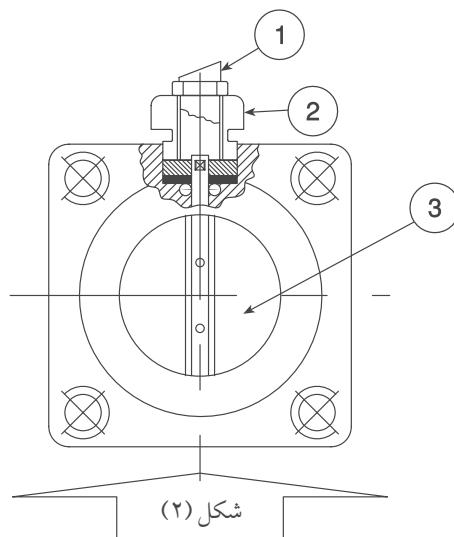
کاملاً صیقل دهد.

* فلانچهای مربوط به ترانسفورماتور را در صورت لزوم سمباده نمایید.

* واشر O - رینگ لاستیکی برای اتصالات فلانچ را با چسب آکواریوم یا چسب قطره‌ای نصب نمایید.

* رادیاتور را توسط جرثقیل از قلاب یا انشعبات لوله‌ها بلنند کنید. فلانچهای بالائی و پائینی را یکنواخت و همزمان وصل نموده، پیچها را جهت داشتن آب بندی خوب بطور ضربه‌ای محکم نمایید.

این روش را جهت نصب تمام رادیاتورها بکار گیرید.



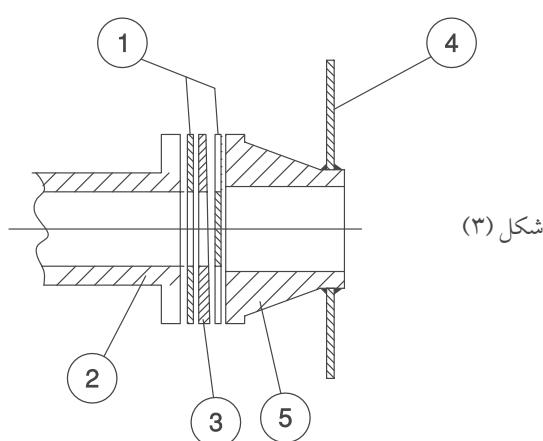
۱- نشانگر وضعیت شیر پروانه‌ای

۲- پیچ آب بند و تثیت وضعیت

۳- شیر پروانه‌ای

توجه:

در هنگام نصب رادیاتورها شیرهای پروانه‌ای باید بسته بمانند.



سطح مقطع اتصال یک فلانچ

۱- واشر آب بندی

۲- لوله رادیاتور

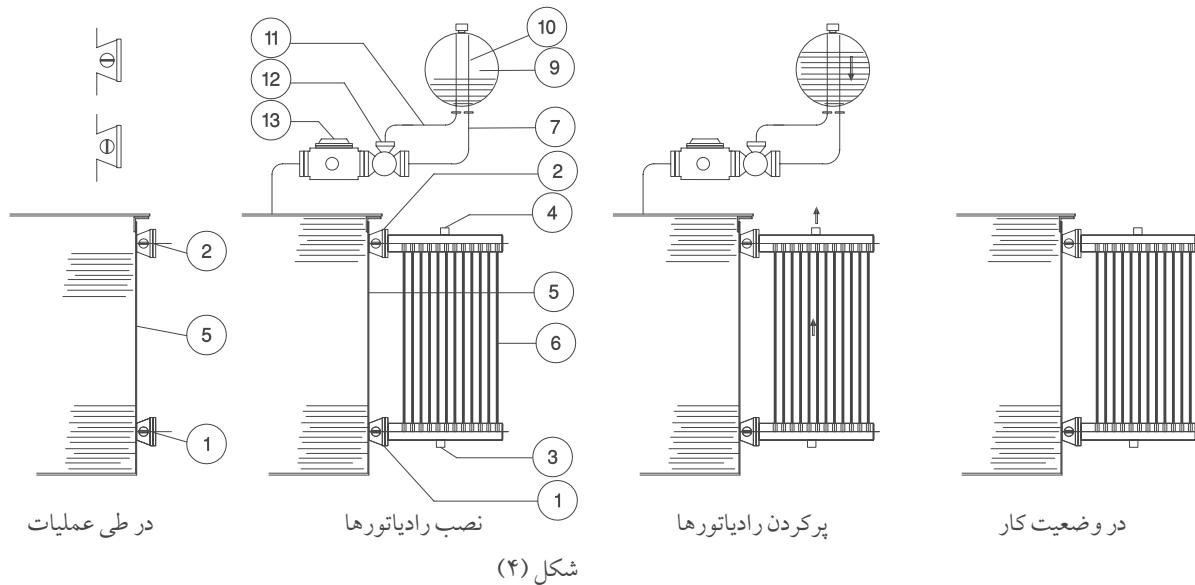
۳- پولک یکسان کننده

۴- دیوار مخزن

۵- فلانچ شیر

۳-۳-۳) ترانسفورماتور با مخزن نیمه پر - پرکردن روغن بدون اعمال خلا

ترانسفورماتور را بدون اعمال خلا، توسط روغن پر کنید. پیچ تخلیه هوا (۴) روی رادیاتور (شکل-۴) را باز کنید، به آرامی شیر پروانه‌ای (۱) را باز کنید سپس روغن از پایین به بالای رادیاتور جریان یافته و هوا از طریق پیچ (۴) خارج خواهد شد. در مدتی که پرکردن رادیاتور جریان دارد سطح روغن منبع انبساط در حدی باشد که ترانسفورماتور همواره پر بوده و هوا نتواند وارد شود. هنگامی که روغن بدون حباب هوا از پیچ (۴) بیرون بیاید آن را بسته و توسط واشر و مهره آب بندی نماید. سپس شیر پروانه‌ای (۲) را باز نماید، بعد از پر شدن تمامی رادیاتورها باستی رادیاتورها هواگیری شوند.



۱- شیر پروانه‌ای پائین

۲- شیر پروانه‌ای بالا

۳- تخلیهٔ روغن

۴- پیچ هوایگیری

۵- مخزن ترانسفورماتور

۶- رادیاتور

۷- اتصالات لوله‌های ترانسفورماتور و منبع انبساط

۸- شیر تخلیهٔ روغن منبع انبساط

۹- منبع انبساط

۱۰- روغن نما

۱۱- اتصالات لولهٔ منبع انبساط و شیر سه حالت (شیر کشوئی)

۱۲- شیر سه حالت (شیر کشوئی)

۱۳- رلهٔ بوخهلتس

(۲-۴) مراحل نصب چرخ ها

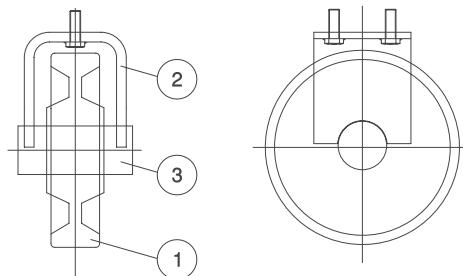
* ترانسفورماتور را توسط جرثقیل از طریق قلاب‌های حمل بلند نمایید.

* سوراخ‌های تعییه شده روی شاسی کف ترانسفورماتور را کنترل کنید.

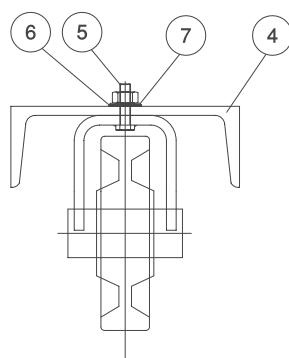
* چرخ هارا بطور صحیح در زیر ترانسفورماتور قرار داده و اتصالات پیچ و مهره‌ای را محکم نمایید. محور چرخ ها باید با محور مرکز ترانسفورماتور موازی باشد.

* ترانسفورماتور را بعد از بستن چرخ ها پایین آورده تا بر روی ریل قرار گیرد.

بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری



شکل (۵)



شکل (۶) محکم نمودن پیچ چرخها

۱- غلتک چرخ

۲- بدنه چرخ

۳- صفحه اتکایی

۴- شاسی کف مخزن

۵- پیچ شش گوش (*)

۶- واشر

۷- واشر فنری

(*) تا قدرت 800 kVA ۳۰*۱۶ پیچ M در بدنه چرخ نصب شده است.

بازرسی پس از نصب:

* تمامی پیچ و مهره ها را از نظر محکم بودن و صحت استقرار بازرسی کنید.

* تجهیزات حفاظتی را از نظر صحت عملکرد بازرسی نمایید.

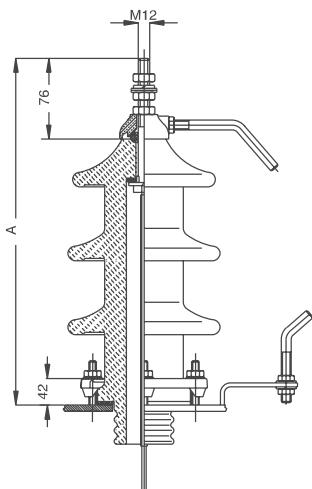
* وضعیت رنگ خارجی ترانسفورماتور را بازرسی کنید.

بعد از استقرار ترانسفورماتور می باید اتصال کابل های حفاظتی مربوط به ترمومتر، رله بوخه لتس، فشارشکن، نشان دهنده سطح روغن و سایر تجهیزات حفاظتی بر روی ترانسفورماتور به کلیدهای قطع و وصل فشار قوی و دیژنکتور مربوطه تکمیل گردد.

۲-۵) هواگیری از بوشینگها

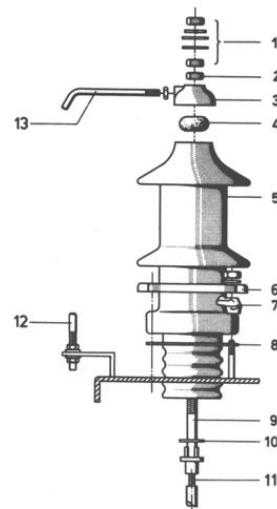
روش تخلیه هوا در مقره های فشار قوی بر اساس DIN 42531 و عمدتاً برای ولتاژهای 11 و 20 و 33 کیلوولت (هواگیری از بوشینگها در مواردی از بوشینگهای فشار ضعیف با استفاده از پیچ هوایگیری نیز انجام می گردد) و مطابق شکل (۷) به این شرح است: مهره (۲) را تا اندازه ای باز کرده میله اتصال (۹) را کمی به داخل مقره (۵) فشار داده تا هواهای موجود بین میله اتصال (۹) و مقره (۵) از کنار واشر (۴) خارج شود. با این عمل مختصه روغن بیرون می ریزد که باید آن را بدقت تمیز نمود سپس مهره (۲) را دوباره در جای خود محکم می کنیم با رعایت این امر که شاخک جرقه گیر بالایی (۱۳) باید کمی خارج از امتداد شاخک پائینی (۱۲) باشد تا از عوایق ناشی از تشکیل ستون یخ در مسیر جرقه زنی اجتناب شود. توجه شود که پس از هوایگیری، سطح روغن در داخل روغن نمای چشمی افت نکرده باشد. در این صورت از

محل لوله پر کردن روغن Filling Pipe کسری روغن با استفاده از روغن مناسب جبران گردد.



Nr.	A
DT10Ni250	260
DT10Ni250	310
DT20Ni250	310
DT10Ni250	385
DT30Ni250	385
DT10Ni250	485

شکل (V)



تذکر مهم:

- ۱) در صورتیکه به هنگام باز کردن مهره روی حلقه برنجی میله اتصال اصلی نیز چرخش داشته باشد(بخصوص در مقره فشار ضعیف) به اتصالات داخلی صدمه حتمی وارد خواهد شد. برای پیشگیری از این امر اتصالات خارجی شامل کابلشو، شینه و ... را از مقره ها جدا نموده و سپس نسبت به باز کردن مهره مورد نظر برای هواگیری اقدام نمود.
- ۲) در صورت نیاز به تغییر جهت کفشکهای نصب شده بر روی اتصالات فشار ضعیف، ابتدا می بایست پیچ مربوط به کفشک شل گردیده و سپس تغییر جهت صورت پذیرد.

۳- انجام تست های الکتریکی قبل از راه اندازی

اقدامات ایمنی:

- الف) بدنه ترانسفورماتور را از قبل از انجام هرگونه تست از طریق پیچ زمین (Earth) تعییه شده زمین کنید.
- ب) اگر به یک عیب داخلی در ترانسفورماتور مشکوک میباشد ابتدا از عدم وجود گازهای آتشزا مطمئن شوید. به واسطه عبور جریان ورودی ممکن است در محل اشکال جرقه ای حاصل شده و ایجاد انفجار یا آتش سوزی نماید بنابراین بایستی هوای داخل ترانسفورماتور قبل از اندازه گیری ها خالی و توسط نیتروژن یا روغن پر شود.
- ج) بعد از هر بار اندازه گیری، جهت حصول اطمینان از تخلیه الکتریکی، سیم پیچ ها را برای مدت زمان کافی زمین کنید.

پیش نیازها

- * ترانسفورماتور کاملاً نصب شده و تا مقدار مجاز توسط روغن پر شده باشد. (برای ترانسفورماتورهای روغنی)
- * خروجی ترانسفورماتورها به بار متصل نباشد.
- * تمام مقره ها به دقت تمیز شده باشند.

بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

(۳-۱) آزمایش مقاومت عایقی (میگر):

هدف از انجام آزمایش: اندازه گیری مقاومت عایقی بین بویین های فشار قوی و ضعیف نسبت به هم و نسبت به بدنه، جهت تعیین اشکالاتی که ممکن است در هنگام حمل و نقل غیر اصولی و یا نصب در برهم زدن فواصل عایقی انتخاب شده بر اساس محاسبات و طراحی ترانس رخ دهد انجام می گیرد. نتایج بستگی به عوامل زیادی از جمله رطوبت، دمای روغن، فاصله مقره ها، ولتاژ نامی و . . . دارد و مقدار مقاومت عایقی اندازه گیری شده، عدد ثابتی نداشته بلکه مقادیر بدست آمده بایستی با مقادیر تجربی مقایسه گردد.

روش انجام آزمایش:

- * بدنه ترانسفورماتور از طریق پیچ زمین تعییه شده زمین شده باشد.

- * ترمینال های سمت فشار قوی را اتصال کوتاه کنید.

- * ترمینال های سمت فشار ضعیف را اتصال کوتاه کنید.

الف) اندازه گیری مقاومت عایقی بین سیم پیچ های فشار قوی و فشار ضعیف

ولتاژ آزمایش را از طریق یک دستگاه میگرین بین سیم پیچ های فشار قوی و فشار ضعیف اعمال کرده، مقادیر مقاومت عایقی در زمان های ۱۵ ثانیه و ۶۰ ثانیه را به مگا اهم می خوانیم (شکل ۸) در طول زمان آزمایش به استثناء ثانیه های اول مقدار مقاومت بایستی به تدریج افزایش یابد.

ب) اندازه گیری مقاومت عایقی بین سیم پیچ های فشار قوی و بدنه

ترمینال طرف فشار ضعیف را زمین کرده، ولتاژ آزمایش را بین ترمینال سمت فشار قوی و زمین اعمال کرده و مقادیر را به رو شی که در بند الف گفته شد قرائت می کنیم (شکل ۹).

ج) اندازه گیری مقاومت عایقی بین سیم پیچ های فشار ضعیف و بدنه

ترمینال فشار قوی را زمین کرده، ولتاژ آزمایش را بین فشار ضعیف و زمین اعمال کرده و مقادیر را به رو شی که در بند الف گفته شد قرائت می کنیم (شکل ۱۰).

ه) مقدار حاصل از تقسیم مقاومت عایقی ثانیه ۶۰ به ثانیه ۱۵ باید بیشتر از ۱.۳۵ باشد.

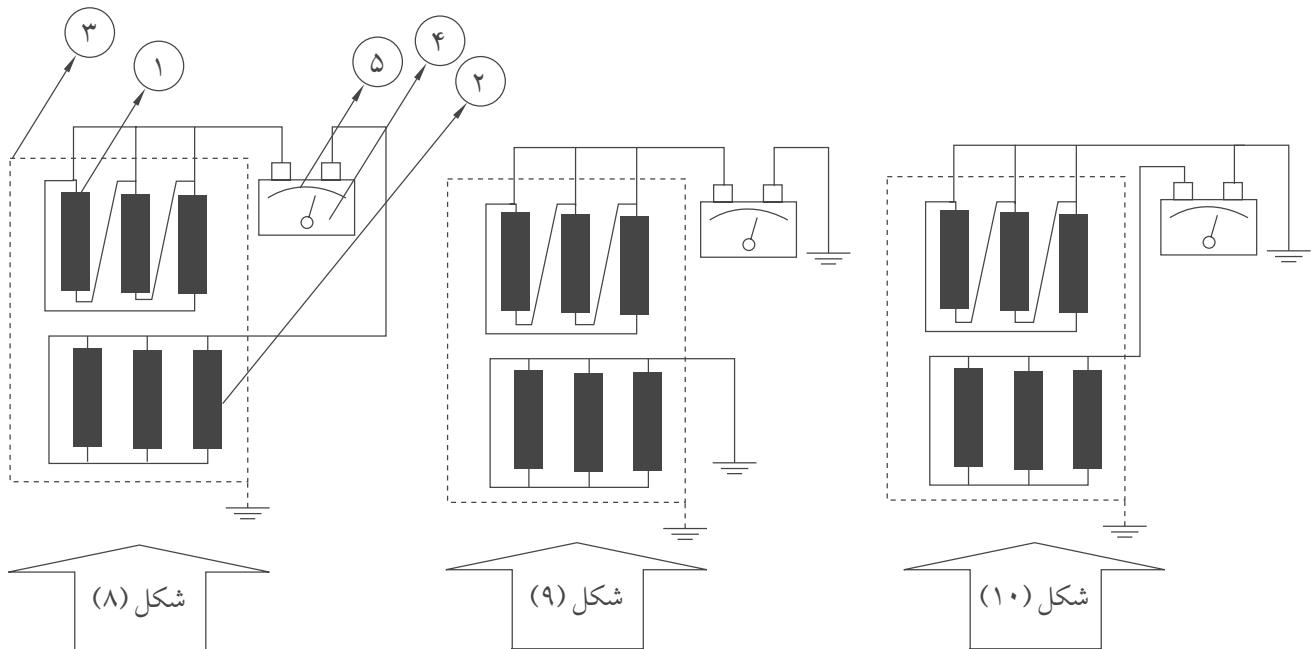
تذکر ۱: حداقل ولتاژ آزمایش برای سمت فشار قوی برای ردیف ولتاژ های $\geq 10 \text{ kV}$ DC ۵۰۰۰V و برای سمت فشار ضعیف برای ردیف ولتاژ های $\leq 1.1 \text{ kV}$ DC ۱۰۰۰V است (برای ردیف های ولتاژی بین ۱۰ kV و ۱.۱ kV از ولتاژ ۲۵۰۰V DC جهت تست استفاده شود). لذا جهت رعایت شرایط ایمنی بهتر است مقادیر ولتاژ اعمالی کمتر از مقادیر مذکور باشد.

تذکر ۲: هنگامیکه ولتاژ اعمال میشود سیم پیچ های به واسطه خاصیت خازنی شارژ میشوند، از دست زدن به مقره های واسطه احتمال بروز شوک الکتریکی اجتناب کرده و بعد از اتمام هر مرحله خروجی های تحت ولتاژ را زمین کنید.

مدارات اندازه گیری

۱- سیم پیچ فشار قوی ۲- سیم پیچ فشار ضعیف ۳- مخزن ترانسفورماتور

۴- وسیله اندازه گیری ۵- مقاومت عایقی سیم پیچ



۳-۲) اندازه‌گیری نسبت تبدیل و تست عملکرد کلید تنظیم ولتاژ

نسبت تبدیل عبارت است از نسبت ولتاژ فازی اولیه به ولتاژ فازی ثانویه هنگامیکه ترانسفورماتور بی بار می‌باشد. در این حالت می‌توان از افت ولتاژناشی از جریان بی باری صرفنظر نمود. اندازه‌گیری دقیق تنها توسط دستگاه مخصوص اندازه‌گیری نسبت تبدیل ممکن خواهد بود، زیرا ولتمترها با توجه به نوسانات ولتاژ شبکه دارای دقت لازم نمی‌باشند. جهت کنترل نسبی صحت عملکرد ترانسفورماتور می‌توان از روش اعمال ولتاژ و قرائت دو ولت متری استفاده نمود. هدف از انجام آزمایش: در این تست صحت عملکرد ترانسفورماتور و داشتن ولتاژهای خروجی مورد نظر در تپ‌های مختلف و صحت عملکرد کلید تنظیم ولتاژ مورد تائید قرار می‌گیرد. توجه نمایید که ولتاژ اعمالی حتماً از سمت فشار قوی اعمال گردد.

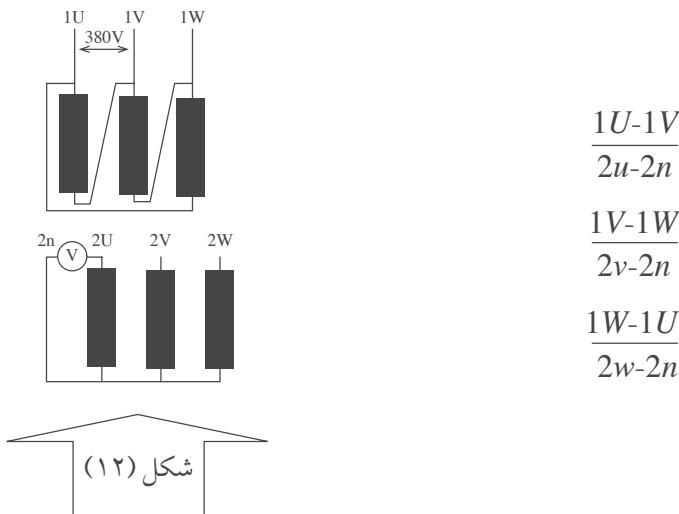
روش انجام آزمایش:

- * بدنه ترانسفورماتور را از طریق پیچ ارت تعییه شده زمین کنید.
- * ولتاژ سه فاز ۳۸۰ ولت را به سمت فشار قوی اعمال و در سمت فشار ضعیف در فاز متناظر(با توجه به لحاظ نمودن گروه اتصال) ولتاژ القاء شده را همزمان با طرف فشار قوی در یک لحظه قرائت کرده و پس از محاسبه مقدار فازی با توجه به نوع اتصال ، نسبت ولتاژهای خوانده شده را محاسبه کنید.
- * به هنگام اندازه‌گیری نسبت تبدیل ، بایستی جریان‌های بی باری توسط آمپر متر مناسبی در همه تپ‌ها قرائت و نسبت به هم مقایسه گردد.

طبق استاندارد IEC 60076 این خطابایستی در محدوده $\pm 0.5\%$ در تپ نامی باشد اندازه‌گیری نسبت تبدیل بایستی برای کلیه پله‌های تنظیم ولتاژ انجام شود.

بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

مثالاً برای گروه برداری Dyn5 به ترتیب زیر ولتاژها قرائت و محاسبه می شود:



۳-۳) اندازه گیری جریان بی باری از طرف فشار قوی

هدف از انجام آزمایش: هدف از اندازه گیری جریان بی باری در ولتاژ پایین مثلاً 380 ولت یافتن عیوبی از سیم پیچ می باشد که توسط روشهای دیگر مانند اندازه گیری مقاومت و یا نسبت تبدیل قابل تشخیص نمی باشد (اتصال حلقه).
جهت دستیابی به مقادیر اندازه گیری شده دقیقتر، پس ماند مغناطیسی ناشی از اندازه گیری های DC نباید در هسته آهنی ترانسفورماتور وجود داشته باشد بدین دلیل جریان های بی باری باید قبل از اندازه گیری مقاومت DC سیم پیچ اندازه گیری گردند.
روش انجام آزمایش:

- * بدنه ترانسفورماتور از طریق پیچ ارت تعییه شده زمین شده باشد.
- * قبل از اتصال ولتاژ و رو دوری جهت حفاظت وسایل اندازه گیری در برابر جریان های اضافی از فیوز مناسب در مسیر کابل تعییه شود.
- * ولتاژ سه فاز (380 V) به طرف فشار قوی اعمال کنید.
- * توسط آمپر متر کلمپی جریان های بی باری را در تپ یک اندازه گیری کنید.
- * بعد از هر بار اندازه گیری جریان بی باری، جهت حصول اطمینان از تخلیه الکتریکی، سیم پیچ ها را برای مدت زمان کافی زمین کنید.

۳-۳-۱) چگونگی تقسیم جریان بی باری در اتصالات مختلف

أنواع اتصالات با توجه به چگونگی تقسیم شار، جریانهای بی باری مختلفی خواهند داشت.

الف) اتصال ستاره: دو جریان فازهای کناری برابر و بزرگتر از جریان فاز میانی می باشد و نسبت جریانها 1, 0.8, 1 می باشند.

ب) اتصال مثلث یا زیگزاگ
دو جریان فازهای کنار هم برابر و کوچکتر از جریان فاز دیگر بوده، و نسبت جریانها 1, 1, 1.3 می باشند.

(۳-۴) اندازه گیری مقاومت اهمی (DC) سیم پیچها

با توجه به اینکه در سمت فشار ضعیف برای پیچش بوبین ها از سیم تخت مسی با سطح مقطع بالا و تعداد دور کم استفاده می شود لذا مقاومت این سمت در حد پائین تر از میلی اهم بوده و توسط اهم متر قابل اندازه گیری نمی باشد. ولی با توجه به کم بودن سطح مقطع سیم پیچ فشار قوی و بالا بودن تعداد دور آن نسبت به فشار ضعیف مقاومت اهمی آن قابل اندازه گیری و مشاهده با اهم متر می باشد. قابل توجه است که مقاومت طبق فرمول ذیل تابع دما می باشد:

$$R_w = R_k \frac{235 + \theta_w}{235 + \theta_k} \quad (\text{مس})$$

مقاومت اهمی در دمای مبنا $R_w = \theta_w$

مقاومت اهمی در دمای سیم پیچ $R_k = \theta_k$

بدین دلیل بیان مقاومت تنها وقتی قابل درک است که با یک دمای مبنا بیان شده باشد. دمای سیم پیچ برابر با میانگین دمای روغن ترانسفورماتور می باشد که حداقل به مدت سه ساعت از برق جدا شده باشد.

هدف از انجام آزمایش: با انجام این تست در تپهای مختلف می توان موارد زیر را بررسی نمود:

الف) وجود یا عدم وجود ارتباط فیزیکی بین بوبینهای فشار قوی (تشخیص قطعی سرفاز)

ب) تشخیص نسبی صحبت بوبینهای فشار قوی با توجه به اینکه مقاومت خاصی مورد نظر است.

ج) تشخیص صحبت و یا عدم صحبت کارکرد کنتاکت های کلید تنظیم ولتاژ

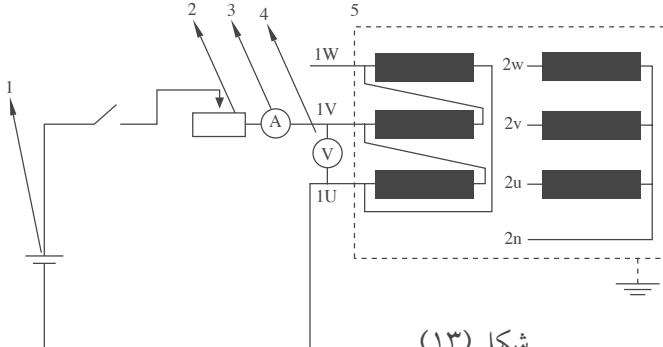
د) کنترل صحبت اتصالات داخلی سیم پیچ (اتصالات لحیم شده، اتصالات پیچ و مهرهای یا فنری و . . .)

روش انجام آزمایش:

سرهای خروجی ترانسفورماتور را با سمباده تمیز کنید.

برای اندازه گیری مقاومت DC از روش ساده ولتمتر-آمپر متر و برای اعمال جریان از یک دستگاه منبع تغذیه DC (مثلاً باطری ماشین 12V) میتوان استفاده کرد، ولی بهتر است از یک منبع با جریان ثابت استفاده شود.

در صورت استفاده از باطری اتو مبیل مقاومت تنظیم کننده باید به اندازه ای تنظیم شود که جریان مناسبی از مدار عبور نماید. (10A برای اندازه گیری سمت فشار ضعیف و 0.1A برای سمت فشار قوی).



شکل (۱۳)

- (۱) منبع DC
- (۲) مقاومت تنظیم کننده (0.2Ω)
- (۳) آمپر متر
- (۴) ولت متر
- (۵) بوبین تحت آزمایش

مدار آزمایش را مطابق شکل (۱۳) بیندید.

کلید را وصل کنید تا جریان DC از سیم پیچ عبور کند.

پس از وصل منبع ولتاژ، مدتی صبر کنید تا جریان به مقدار نهایی خود برسد و ولت متر عدد ثابتی را نشان دهد.

افت ولتاژ بر روی سیم پیچ تحت آزمایش را اندازه گرفته و با استفاده از رابطه $I = V/R$ مقاومت اهمی سیم پیچ را محاسبه کنید.

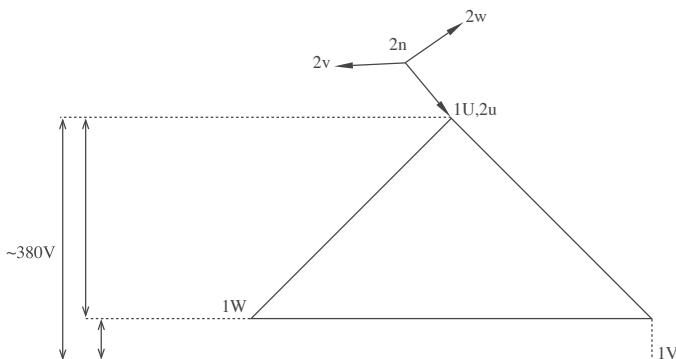
بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

نکته ۱: در موقع قطع کردن منبع ولتاژ جهت جلوگیری از آسیب احتمالی به تجهیزات اندازه گیری، مولتی متر را از مدار باز کرده و دو سر آمپر متر را اتصال کوتاه کنید.

نکته ۲: سیم پیچ ها به واسطه خاصیت خازنی شارژ می شوند، بعد از قطع منبع ولتاژ، خروجی های تحت ولتاژ را زمین کنید.

۳-۵) کنترل گروه اتصال

فازهای $1U$ و $2U$ را به یکدیگر متصل نموده، در نتیجه ترمینال های $1U$ پتانسیل یکسانی با ترمینال $2U$ دارد، سپس ولتاژ متنابه سه فاز ($380V$) را به طرف فشار قوی اعمال کنید. ولتاژ های $1V-2v$ و $1W-2w$ و $1V-2w$ را اندازه گیری کنید و با مقایسه مقدار اندازه گیری شده و گروه اتصال مورد انتظار صحت اتصال را کنترل نمایید. مثلاً برای گروه برداری Dyn5 در شکل ذیل بایستی ولتاژ قرائت شده $V_{(1v-2v)} = V_{(1w-2w)}$ باشد. بدین ترتیب گروه اتصال ترانسفورماتور ترسیم و تائید میگردد.



۳-۶) جریان هجومی

همواره در لحظه برقرار نمودن ترانسفورماتور باید به مقدار شدت جریان لحظه وصل (جریان هجومی) جهت انتخاب فیوز مناسب و یا تنظیم تجهیزات حفاظتی توجه نمود.

حداکثر جریان هجومی در موقع برقرار کردن ترانسفورماتور تابعی از پس ماند مغناطیسی در هسته (ناشی از قطع قبلی)، مقدار و ولتاژ شبکه در لحظه وصل و مقدار امپدانس سلفی و اهمی سیم پیچ می باشد. بیشترین جریان هجومی ناشی از وصل، هنگامی ایجاد می شود که ترانسفورماتور در حالت بی باری دقیقاً لحظه ای به شبکه متصل شود که مقدار ولتاژ متنابه در لحظه وصل از صفر شروع به افزایش می نماید. جدول (۵-۱) مقدار تقریبی جریان هجومی مرتبط با جریان نامی فشار قوی که ممکن است هنگام راه اندازی و اعمال ولتاژ سمت فشار قوی در ترانسفورماتورهای نرمال توزیع تحت شرایط نامساعد ایجاد شود را نشان می دهد.

گروه اتصال		Yz			Dy						
قدرت نامی ترانسفورماتور (kVA)		50	100	2000	250	630	1600	250	630	1600	2000
جریان هجومی بصورت مضربی از جریان نامی	UK %4	22	20	19	19	16	18	---	---	---	---
	UK %6	16	15	14	15	14	13	9	8	8	8/5

۴- کنترلهای قبل از برقرار کردن**۴-۱) کنترل سطح روغن**

در صورتی که روغن نمای چشمی و یا نشان دهنده سطح روغن، کاهش سطح روغن را به مقدار جزئی از مقدار تعیین شده نشان دهد باید کسری آن را با روغن عاری از رطوبت، از همان نوع و با همان کلاس مطابق IEC 60296 جبران نمود. اگر روغنی که اضافه می شود توسط کارخانه سازنده ترانسفورماتور و یا تولید کننده معتبر در ظرف های مطمئن تحويل گردیده باشد، می توان از آزمایش استقامت الکتریکی روغن قبل از ریختن به داخل ترانسفورماتور صرف نظر نمود. لوله ها و پمپ ها و ظروف مورد استفاده بایستی قبلاً با استفاده از روغن تمیز و عاری از رطوبت به دقت تمیز و شستشو شوند.

۴-۲) کنترل اتصال زمین بدن و سایر نقاطی که باید اتصال زمین شوند

پیچهای اتصال زمین بدن و در پوش هر کدام که سهولت بیشتری داشته باشد (و در صورت لزوم سایر قسمتها) باید با کابل مناسب به زمین متصل شوند.

۴-۳) حصول اطمینان از صحبت عملکرد رله ها و مدارهای حفاظتی پست

عملکرد هر رله و وسیله حفاظتی با توجه به نوع آن متفاوت است و باید طبق کاتالوگ مربوطه از صحبت عملکرد آن اطمینان حاصل کرد برای این منظور انجام تست های سیگنالینگ برای تک تک رله ها و تجهیزات حفاظتی و کنترل طبق Connection Diagram ارائه شده توسط شرکت سازنده پیشنهاد می شود.

۴-۴) آزمایش وضعیت روغن

در صورتی که ترانسفورماتور بیش از شش ماه در انبار نگهداری شود قبل از بهره برداری از ترانسفورماتور، روغن آن تست شود. در صورتی که ولتاژ شکست عایقی روغن کمتر از $50kV/2.5\text{ mm}$ باشد باید روغن ترانسفورماتور رطوبت زدایی و تصفیه گردد.

۴-۵) آببندی

در ترانسفورماتورهای هرمتیک با توجه به اهمیت ویژه ایزو له بودن داخل مخزن از محیط بیرونی بایستی از آببند بودن آن اطمینان حاصل کرد، بدین منظور بایستی تمامی اتصالات پیچ و مهره های مخزن و مقره ها در وضعیت گرم کنترل و در صورت لزوم آچار کشی گردد. در صورتی که نقص آببندی برای مدت طولانی ادامه داشته باشد، و حتی پس از محکم کردن پیچ ها باز هم نشتی بر طرف نگردد باید واشر های مربوطه را تعویض نمود. در صورت وجود نقص آببندی در سایر قسمت ها مثلًا دیواره های مخزن و یا رادیاتورها با شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو مکابه نمایند.

۴-۶) کلید تنظیم ولتاژ

کلید تنظیم ولتاژ حتی در شرایطی که نیاز به تغییر وضعیت احساس نمی گردد، می بایست جهت پیشگیری از کثیفی کن tactها و چسبندگی آنها در موقعیت های مختلف قرار گرفته و در نهایت در وضعیت مورد نظر ثابت شوند. لذا باید حداقل سالی یکبار آنرا در وضعیت های مختلف حرکت داد تا کن tactها خود به خود تمیز شوند. در صورت نقص آببندی در دستگیره چرخان کلید تنظیم ولتاژ باید نسبت به رفع آن اقدام نمود.

۴-۷) شرایط موازی نمودن ترانسفورماتورها

در صورت موازی نمودن ترانسفورماتورها باید نسبت تبدیل، گروه اتصال، درصد ولتاژ اتصال کوتاه، قدرت اسمی و ولتاژ اسمی را طبق شرایط ذیل مورد توجه قرار داد:

بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

- * یکسان بودن نسبت تبدیل با ترانسنس $\pm 0.5\%$
- * نسبت تبدیل را باید به کمک دو ولت متر در کلیه حالات کلید تنظیم و لتاژ اندازه گیری نمود. مقادیر اندازه گیری شده باید برای سه فاز یکسان باشد. پس از این آزمایش کلید تنظیم و لتاژ ترانسفورماتورهای موازی شونده را باید بر روی وضعیت یکسان و مناسب قرار داد. منظور از وضعیت مناسب وضعیتی است که ولتاژ آن با ولتاژ شبکه مطابقت داشته باشد.
- * گروه اتصال یکسان و یا قابل تطبیق به یکدیگر باشد. (بر اساس استاندارد IEC و یا VDE).
- * یکسان بودن در صد ولتاژ اتصال کوتاه با ترانسنس $\pm 10\%$
- * نسبت قدرت اسمی نباید بیش از سه به یک باشد.
- * یکسان بودن ولتاژ اسمی.
- * ضمانت قبل از بهره برداری از ترانسفورماتور به صورت موازی (برقراری ارتباط بین ترمینالها) باید کاملاً مطمئن گردید که بین ترمینالهای همنام ولتاژی وجود نداشته باشد.

۵- برقدار کردن ترانسفورماتور

پس از آنکه نصب ترانسفورماتور به پایان رسید و کلیه تست‌ها و بازررسی‌های لازم انجام گرفت، ترانسفورماتور آماده راه اندازی و قرار گرفتن در شرایط کاری خواهد بود.

اعمال ولتاژ به ترمینال اولیه آن می‌تواند با بستن دیزئنکتور بطور کامل و یکباره اعمال گردد. به هنگام اعمال ولتاژ به ترانسفورماتور می‌باید: صدای آرام و یکنواختی، بدون سوت کشیدن یا صدای ناهنجار از آن شنیده شود.

جریان‌های بی‌باری را اندازه گیری و یادداشت کنید، ترانسفورماتور را به مدت ۲۴ ساعت تحت ولتاژ قرار داده و وضعیت رله بوخهلتیس و ترمومترها و سایر تجهیزات حفاظتی نصب بر روی ترانسفورماتور را در این مدت دائماً کنترل کنید.

توجه: در صورت بگوش رسیدن صدای غیر عادی ممکن است منشا صدا شل شدن اتصالات پیچ و مهره‌ای باشد. آنها را آچارکشی کرده و در صورت بر طرف نشدن عیب، مراتب را به شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو به صورت مکتوب گزارش دهید.

۶- کلیاتی در زمینه ایمنی

ترانسفورماتورهایی که در پست‌های زمینی در محیط باز نصب می‌شوند ترجیحاً باید مجهز به جعبه سرکابل و محفظه در بر گیرنده (Cable box) ترمینال‌های فشار قوی و فشار ضعیف باشند لیکن ترانسفورماتورهای مورد استفاده عموماً از نوع بوشینگ عربیان می‌باشند. این بوشینگ‌ها به علت کوچکی ابعاد بدنه ترانسفورماتور توزیع در ارتفاع پایین قرار دارند و این امر از نظر ایمنی خطرناک است. برای تامین ایمنی کارکنان در مقابل خطرات احتمالی ناشی از تماس نزدیک با قسمت‌های برق دار ترانسفورماتور باید:

- * وضعیت استقرار ترانسفورماتور از جهت قرار گرفتن بوشینگ‌های فشار قوی و نیز دسترسی به آنها درست انتخاب گردد
- بطوریکه در مسیر عبور افراد قرار نگرفته و حتی الامکان در مجاورت دیوار قرار داشته باشد در این حالت وضعیت قرار گرفتن پلاک مشخصات و درجه رونگ نما و رله بوخهلتیس نیز باید برای مشاهده ایمن از فاصله یک متری مناسب باشد.
- * حریم ترانسفورماتور با استفاده از نرده مشبك فلزی یا تور سیمی از سایر نواحی مجزا گردد و روی نرده فلزی باید تابلوی هشدار دهنده‌ای با مضمون ((خطرناک! قبل از ورود به حریم ترانسفورماتور، برق آن را قطع کنید!)) نصب شود.

- * فاصله جانبی ترانسفورماتور تا تجهیزات یا موانع دیگر معادل 75 سانتیمتر و حداقل فاصله منبع انساط ترانسفورماتور تا سقف معادل 100 سانتیمتر باشد.
- * به منظور خنک کردن ترانسفورماتور، فاصله آن از دیوارهای اطاکق باید از 300 میلیمتر و فاصله بین دو ترانسفورماتور از 500 میلیمتر کمتر نباشد.
- * برای هر دستگاه ترانسفورماتور یک چاله روغن در زیر ترانسفورماتور برای جمع آوری و تخلیه روغن ایجاد شود.
- * ترانسفورماتورهای مخصوص نصب در هوای آزاد از لحاظ مقربه با ترانسفورماتورهایی که مخصوص نصب در فضای سرپوشیده هستند، اختلاف دارند. لذا جهت نصب ترانسفورماتورهای اخیر (Indoor) باید آنرا در اطاکقی سرپوشیده طبق استاندارد VDE 0105 قرار داد تا در مقابل گرد و خاک، برف و باران و غیره ایمن باشند.
- * ترانسفورماتورهای توزیع مورد استفاده برای نصب روی زمین دارای چرخهایی با قابلیت تغییر جهت و با فاصله استاندارد می باشند. لذا برای استقرار آنها، می باید ریل مناسبی تعییه گردد و حداقل دو چرخ مقابل و در صورت امکان هر چهار چرخ ترانسفورماتور به کمک نگهدارندهای پیچ و مهرهای در جای خود روی ریل ثابت گردد تا ترانسفورماتور در اثر نیروهای دینامیکی احتمالی، مانند زلزله جابجا نشود.
- * در چههای نیز جهت ورود و خروج هوا باید در نظر گرفته شوند. در صورت لزوم می توان برای گردش و تهویه بهتر هوا از مکنده های هوا استفاده کرد. حد اکثر دمای محیط باید از 45°C (برای ترانسفورماتورهای نرمال توزیع) تجاوز کند، در غیر اینصورت باید میزان بارگیری را نسبت به بار نامی کمتر کرد.

۷- ملاحظات بهره برداری، سرویس و نگهداری ترانسفورماتورها

۷-۱) درصد اضافه تحریک

امکان افزایش ولتاژ تغذیه ترانسفورماتور در طول دوره کار کرد بدلا ایل مختلف وجود دارد از آنجا که افزایش هر گونه اضافه ولتاژ بعنوان افزایش تحریک ترانسفورماتور منجر به اشباع هسته می گردد و در نتیجه سبب بالا رفتن تلفات بی باری، داغ شدن هسته و در نهایت گرمتر شدن بیش از حد ترانسفورماتور شده و در نتیجه سبب پیری زودرس عایقها می گردد و علاوه بر این ترانسفورماتور با سطح صدای بالاتری عمل خواهد کرد. مطابق استاندارد IEC 60076 افزایش ۵% اضافه تحریک در طراحی لحاظ می گردد.

۷-۲) بارگذاری

طبق استاندارد IEC 60076 بارگذاری روی ترانسفورماتورهای روغنی بشرح زیر می باشد:

الف) ارتفاع نصب نباید بیشتر از 1000 متر نسبت به سطح دریا باشد. (در صورت افزایش ارتفاع از میزان 1000 متر بر ازای هر 400 متر افزایش می بایست یک درجه از حد اکثر دمای سیم پیچ کسر نمود).

ب) دمای محیط بایستی بین 25°C - و 40°C باشد.

ج) موج ولتاژ اعمالی تقریباً سینوسی باشد.

د) ولتاژ اعمال شده بایستی تقریباً سه فاز متقارن باشد.

ه) آلدگی محیط نبایستی از مقدار پیش بینی شده بیشتر باشد.

و) ترانسفورماتورها از نظر قرار گرفتن در معرض زلزله ایمن باشند.

بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

۷-۳) بهره برداری تحت شرایط غیر استاندارد

هر گونه انحراف از شرایط ذکر شده در بارگیری استاندارد بعنوان بارگیری غیر استاندارد تعریف می‌گردد که بعضی از آن موارد عبارتند از:

الف) بارگیری غیر از توان تعریف شده

ب) تغییر شرایط محیطی بر اساس طراحی (دما محیط، ارتفاع نصب، آلودگی محیط و ...)

ج) بارگیری در غیر از فرکانس تعریف شده

د) بارگیری نامتقارن

۷-۴) انواع بارگیری از ترانسفورماتور

۷-۴-۱) بارگیری دوره ای عادی:

در این نوع بارگیری درجه حرارت محیط بیشتر و یا جریان بارگیری بیش از حد مجاز بوده ولی از دیدگاه طول عمر، می‌باشد نحوه بارگیری طوری باشد که طول عمر عادی ترانسفورماتور یعنی بارگیری در شرایط استاندارد رعایت گردد.

۷-۴-۲) بارگیری کوتاه مدت اضطراری:

این بارگیری غیر معمول و سنگین است و باعث می‌گردد هادی به حرارت خطرناکی برسد و این امکان کاهش موقتی در تحمل عایقی را ایجاد می‌کند این نوع بارگیری در صورت بروز باشیستی سریعاً کنترل شوند. زمان مجاز برای این نوع بارگیری باشیستی کمتر از ثابت زمانی حرارتی ترانسفورماتور باشد و بستگی به درجه حرارت روغن قبل از افزایش بارگیری داشته باشد که معمولاً کمتر از نیم ساعت است.

۷-۴-۳) بارگیری طولانی مدت اضطراری:

گاهی اوقات در اثر فعال نشدن برخی از عناصر سیستم (مانند رله‌های راه اندازی و یا قطع کننده) که فقط پس از رسیدن به نقطه پایداری حرارتی فعال می‌گردند ترانسفورماتور تحت تاثیر افزایش حرارت قرار می‌گیرد. این شرایط به ندرت اتفاق می‌افتد، ولی در هر صورت سبب پیری عایق می‌گردد. در عین حال چون شرایط نادری در طول عمر یک ترانسفورماتور می‌باشد علت اصلی تضعیف و شکست عایقی محسوب نمی‌گردد.

۷-۴-۴) اثرات بارگیری بیش از قدرت ترانسفورماتور:

- * افزایش درجه حرارت در سطح غیر قابل قبول در سیم پیچها، هادیها، عایق و روغن
- * افزایش چگالی فلوئی پراکنده‌گی

- * افزایش تلفات اضافی در فلزاتی که در معرفی فلوئی اصلی و فلوئی پراکنده‌گی قرار دارند.

- * به اشباع رفتن هسته بدليل ترکیب فلوئی اصلی و فلوئی پراکنده‌گی

- * تغییرات در میزان رطوبت و گاز موجود در روغن و سایر عایقها در اثر تغییرات درجه حرارت

- * افزایش فشار بیشتر از حد تحمل به تجهیزات جانبی همچون بوشینگها و کلید تنظیم ولتاژ

۷-۵) عوامل موثر در طول عمر مفید ترانسفورماتور

۷-۵-۱) مشخصات فنی ساخت:

با توجه به شرایط اقلیمی و نوع کاربرد ترانسفورماتور، طراحی ترانسفورماتور متفاوت بوده و این مهم باید در تنظیم مشخصات فنی لحاظ گردد بطور مثال ارتفاع نصب، درجه حرارت، میزان آلودگی محیط، شرایط بهره برداری، محیط نصب ترانسفورماتور (Outdoor یا Indoor)



۷-۵-۲) عملیات نصب و راه اندازی:

عملیات نصب و راه اندازی می باشد توسط متخصصین خبره انجام شود و از ارجاع امر به افراد یا گروههای غیر متخصص اکیداً اجتناب نمود. در صد بسیاری از عملکردهای نامطلوب ترانسفورماتور بدلیل عملیات نصب و راه اندازی غلط می باشد.

۷-۵-۳) سرویسهای دوره ای و نگهداری:

سرویسهای دوره ای و نگهداری مناسب سهم بسزایی در افزایش طول عمر ترانسفورماتور داشته و لذا وجود برنامه سرویس و نگهداری در هر سازمان نشانه بلوغ کیفی آن می باشد.

۷-۵-۴) تعویض قطعات مستعمل:

بدلیل گذشت زمان و شرایط فیزیکی حاکم می باشد در وقت مناسب قطعات مستعمل تعویض شده و اصولاً نوعی بهسازی صورت پذیرد.

۷-۵-۵) توجه به عوامل خارجی:

علاوه بر موارد فوق ، عوامل خارجی نیز در افزایش و کاهش عمر ترانسفورماتور مستقیماً نقش دارند که این عوامل به شرح زیر می باشند :

- انتخاب ترانسفورماتور با توجه به پایداری شبکه (اتصال کوتاه ، امپدانس اتصال کوتاه ، نوع سیستم زمین و ...)

- نحوه بارگیری و Over Loading ترانسفورماتور (اضافه بار)

- شرایط محیطی (درجه آبودگی محیط ، درجه حرارت حداکثر و حداقل و ...)

- انتخاب تجهیزات حفاظتی مناسب (برقگیر و ...)

- پخش بار (Load Flow) در شبکه های توزیع

۷-۶) سرویسهای دوره ای و نمونه برداری از روغن

۷-۶-۱) سرویسهای هفتگی

الف) بازررسی دمای روغن و سیم پیچ در صورت موجود بودن ترمومتر روغن و سیم پیچ

ب) بازررسی رطوبت گیر

ج) بازررسی سطح روغن

۷-۶-۲) سرویسهای ماهانه

الف) بازررسی اتصالات پیچ و مهره ای و نقاط جوش از جهت نشت روغن

ب) بازررسی نشتی روغن از مقره ها

۷-۶-۳) سرویسهای ۶ ماهه

الف) بازررسی رنگ نهایی و تمیز نمودن سطوح

ب) تمیز نمودن چینی مقره ها

ج) بازررسی رله بوخهلتس در صورت موجود بودن

۷-۶-۴) سرویسهای سالیانه

الف) بازررسی سیستم های حفاظتی زمین

ب) کنترل عملکرد کلید تنظیم ولتاژ در تمامی پله ها جهت تمیز نمودن کن tact ها ، در حالت بی برقی ترانسفورماتور

ج) بازررسی چفت و بست های الکتریکی



بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

۷-۶-۵) سرویس‌های ۲ ساله

الف) بازرسی بر قگیرهای حفاظتی شاخکی

۷-۶-۶) سرویس‌های ۵ ساله

الف) نمونه‌گیری و تست روغن

۷-۷) نمونه‌برداری روغن

۷-۷-۱) ظروف نمونه برداری

ظروف نمونه برداری روغن می بایستی از انواع زیر باشد:

* استوانه‌ای از استیل

* ظرف شیشه‌ای قهوه‌ای رنگ

۷-۷-۲) میزان روغن برای نمونه برداری

* جهت انجام تست در کارگاه (تست ولتاژ شکست و محتویات آب)، نمونه روغن به میزان یک لیتر، و برای انجام آزمایشات در آزمایشگاه بر روی نمونه روغن سه لیتر نمونه مورد نیاز می باشد.

۷-۷-۳) شرایط و نحوه نمونه برداری روغن:

* برای نمونه برداری فقط از ظروف تمیز و خشک استفاده گردد.

* نمونه‌گیری تنها باید در صورتی انجام شود که اطمینان داشت دمای نمونه بزرگتر یا مساوی دمای روغن ترانسفورماتور باشد.

* قبل از نمونه‌گیری، شیر نمونه برداری را کاملاً تمیز کنید به طوری که عاری از هر گونه آلودگی باشد.

* قبل از پر کردن ظروف نمونه برداری، حداقل دو بار آنرا با سیله روغن ترانسفورماتور شستشو دهید.

* به شیر نمونه‌گیری یک اتصال دهنده با واشر آبیندی، سر شیلنگ و شیلنگ مقاوم در مقابل روغن به طول 300-500 mm متصل نمایید. (شکل ۱ و ۳)

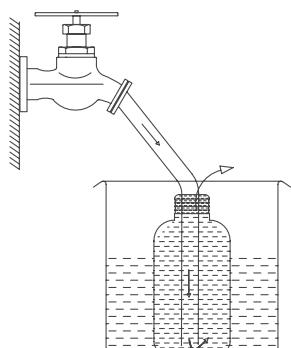
* شیلنگ را بگونه‌ای وارد بطربی کنید که انتهای آن فاصله کمی تا کف بطربی داشته باشد.

* شیر را باز کرده و شیشه را از پایین به بالا و به آرامی پر کنید تا روغن از شیشه سرریز شود.

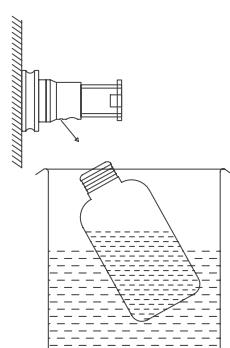
* در صورتیکه از شیر تخلیه جهت نمونه برداری استفاده می شود دقت شود که شیر به آرامی باز شده و از نمونه برداری روغن با فشار زیاد جلوگیری گردد. (شکل ۲)

* شیر را بسته و بلا فاصله در ب شیشه را بیندید.

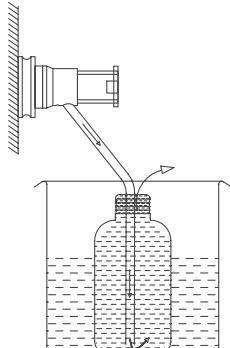
* روغن نمونه برداری شده نبایستی در معرض تابش نور قرار گیرد.



(شکل ۱)



(شکل ۲)



(شکل ۳)

معایب احتمالی و روشهای کنترل و رفع عیب:

تجهیزات حفاظتی و نشاندهندهای مختلف	خطا	علل ممکن	راههای رفع عیب
رله بوخهلتس	آلارم رله بوخهلتس	کمبود روغن. جمع شدن هوا. تولید گاز بدليل عیب داخلی. لرزش ناگهانی. قطع ناشی از خط.	<p>ترانسفورماتور می تواند بکار خود ادامه دهد.</p> <p>آزمایشات زیر جهت آنالیز خطای پاید هرچه سریعتر صورت گیرند.</p> <ol style="list-style-type: none"> ۱- سطح روغن، لوله ها و وضعیت شیرهای را کنترل کنید. ۲- اتصالات الکتریکی را کنترل کنید. ۳- عملکرد قطع رله بوخهلتس را کنترل کنید. ۴- مقداری از گاز را در حفظه شیشه ای بمدت ۵ ساعت قرار داده و آنرا آنالیز کنید. ۵- مقداری از گاز را به آنالیزگر گاز وارد کنید. ۶- از بالای مخزن (۱ لیتر) روغن نمونه گیری کرده و از جهت استقامت دی الکتریک کنترل نمایید. ۷- تمامی اتصالات مقربه ها را باز کرده و اندازه گیری های زیر را انجام دهید. ۸- مقاومت عایقی بین سیم پیچی ها و دیواره مخزن و همچنین بین خود سیم پیچی ها را اندازه گیری کنید. <p>مقدار راهنمائی تقریبی: $1 \Omega/MV$</p> <p> ولتاژ نامی ترانسفورماتور kV</p> <p>در سمت HV</p> <ol style="list-style-type: none"> ۹- مقاومت سیم پیچی را بطریقه DC اندازه گیری کنید. ۱۰- جریان بی باری را از سمت LV ترانسفورماتور اندازه گیری کنید. ۱۱- نتایج را با گواهینامه های تست دستور العمل های کار مقایسه کنید.
نشاندهنده سطح روغن مغناطیسی	قطع رله بوخهلتس	کمبود روغن. جریان شدید روغن بواسطه عیب داخلی. تولید ناگهانی گاز بواسطه عیب داخلی. لرزش ناگهانی. قطع در اثر خط.	<p>شرط خارج شدن از مدار را حفظ کنید.</p> <p>اندازه گیریها و آزمایشات شرح داده شده در بندهای ۱ الی ۹ را انجام دهید.</p> <p>ترانسفورماتور را هواگیری کرده و در صورتیکه عیب تشخیص داده نشود یا علت عیب رفع گردید مجدداً راه اندازی گردد.</p>
کلید تنظیم ولتاژ بدون بار (off circuit)	سلط روغن خیلی پائین است.	مقدار روغن کافی نمی باشد. (دما پائین است یا روغن کم می باشد). نشاندهنده معیوب می باشد.	<p>روغن را اضافه کنید.</p> <p>نشان دهنده را کنترل نمایید.</p>
راه اندازی امکان ندارد. ترانسفورماتور ولتاژ ندارد. رله بوخهلتس گاز دارد.	سیستم تنظیم کننده دارای مشکل است. برقراری کن tact مشکل دارد. روی کن tactها آلدگی کربنی شکل گرفته است.	کلید تنظیم ولتاژ بدون بار (off circuit)	<p>سیستم را تنظیم کنید. کلید تنظیم ولتاژ را چندین بار در طی سال در کل رنج کاریش حرکت دهید. ترانسفورماتور را همانطوریکه در بخش رله بوخهلتس ذکر شد کنترل نمایید. (نکات ۱ الی ۲)</p>

بخش دوم ■ نصب، راه اندازی، بهره برداری و نگهداری

تجهیزات حفاظتی و نشاندهندهای مختلف	خطا	علل ممکن	راههای رفع عیب
رطوبت گیر	کریستالهای رطوبت گیر از آبی به صورتی تغییر رنگ از پایین) می دهند و سفید می شوند.	رطوبت جوی بالاست. شیشه محفظه نشستی دارد. شیشه محفظه نشستی دارد. (از بالا) شیشه محفظه ترک دارد. (از همه جا) طول دوره نگهداری طولانی است.	مواد رطوبت گیر را تعویض کنید. شیشه محفظه را تعویض نمایید. شیشه محفظه را تعویض کرده و یا کاملاً آب بندی کنید. نشتی های لوله را آب بندی کرده و روغن را از نظر محتوای رطوبت کنترل کنید. منبع انبساط را توسط نیتروژن و یا هوای خشک پر کنید.
ولتاژ شکست الکتریکی روغن	ولتاژ شکست خیلی پائین است. محتوای رطوبت زیاد است.	رطوبت گیرها کار نمی کنند و یا طول مدت کار ترانسفورماتور طولانی است.	رطوبت گیرها را کنترل نمایید. با سازنده تماس حاصل نمایید. روغن را در صورت لزوم خشک نمایید.
برقگیر حفاظتی در مقره ها	غالباً عمل می کنند.	فاصله بین شاخکها صحیح نیست.	فاصله بین شاخکها را تنظیم کرده و آنها را محکم کنید.
کابلشو های روی مقره ها	تغییر رنگ روی قسمت های مختلف	اتصال ضعیف	کفشها را تمیز کنید. پیچها را محکم کنید.
اتصال زمین	اتصال زمین قطع شده است.	جريان بیش از حد به دلیل صاعقه و جرقه. حلقه های جریان غیر مجاز از زمینهای مختلف.	کنکتها را تمیز کرده، پیچها را بیندید و فواصل الکتریکی را کنترل کنید. حلقه های جریان را باز کنید. تنها یک زمین با سطح مقطع مناسب کافی است.



۸- خدمات پس از فروش

شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو در زمینه ترانسفورماتورهای توزیع خدمات زیر را ارائه می نماید:

۱- انجام کلیه خدمات پشتیبانی و رفع کلیه عیوب وارد در ترانسفورماتورهای تحویل شده در دوره گارانتی با توجه به شرایط ضمانت بصورت رایگان انجام می گیرد.

۲- انجام کلیه تعمیرات (جزئی و کلی) بر روی ترانسفورماتورهای ساخت شرکت ترانسفورماتور توزیع زنگان، ایران ترانسفوری، ترانسفورماتورسازی کوشکن.

۳- فروش کلیه لوازم یدکی از قبیل بوشینگ و متعلقات آن، روغن نما، ترمومتر، رطوبت گیر، کلید تنظیم ولتاژ، روغن ترانسفورماتور، واشرهای آب بندی، کفشهای چرخ ترانسفورماتور توسط شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو به مشتریان و نمایندگی های فروش و خدمات پس از فروش صورت می گیرد.

جهت خرید لوازم یدکی ترانسفورماتورها، از شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو، مشتریان گرامی درخواست خود را با ذکر شماره سریال و مشخصات فنی ترانسفورماتور، بصورت مکتوب به واحد بازاریابی و فروش این شرکت ارسال دارند. پس از دریافت مدارک و کنترل موجودی انبار، پیش فاکتور صادر و پس از واریز وجه، قطعات درخواستی در اسرع وقت ارسال می گردد.

۴- به منظور ارائه خدمات درخواستی مشتریان محترم بر روی ترانسفورماتورهایی که ساخت شرکت ترانسفورماتور توزیع زنگان، ایران ترانسفوری، ترانسفورماتورسازی کوشکن نمی باشند، باید مدارک کیا مشخصات دقیق فنی مندرج در تابلو مشخصات را به شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو ارسال، تا پس از بررسی متعاقباً با مشتری تماس حاصل گردد.

۱- شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو آمادگی دارد در صورت تقاضای مشتریان محترم خدمات ذیل را در قالب غیر گارانتی ارائه نماید:

انجام کلیه امور تست و راهاندازی، نظارت بر برقدار کردن ترانسفورماتور، انجام تست های لازم بر روی روغن و تحلیل نتایج آن، نصب و بهرهبرداری، سرویس های دوره ای، تغییرات کاربری ترانسفورماتور (تغییر گروه برداری، تغییر ردیف ولتاژ . . .)، آموزش و مشاوره.

برای بهرهمندی از خدمات این شرکت می توانید با شماره تلفن های ذیل تماس حاصل کرده و یا از طریق پست الکترونیکی شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو، با ما در ارتباط باشید.

تلفن واحد بازاریابی و فروش: ۰۲۴-۳۲۲۲۱۳۴۸

تلفن واحد تست و راهاندازی: ۰۲۴-۳۲۲۲۱۳۴۷

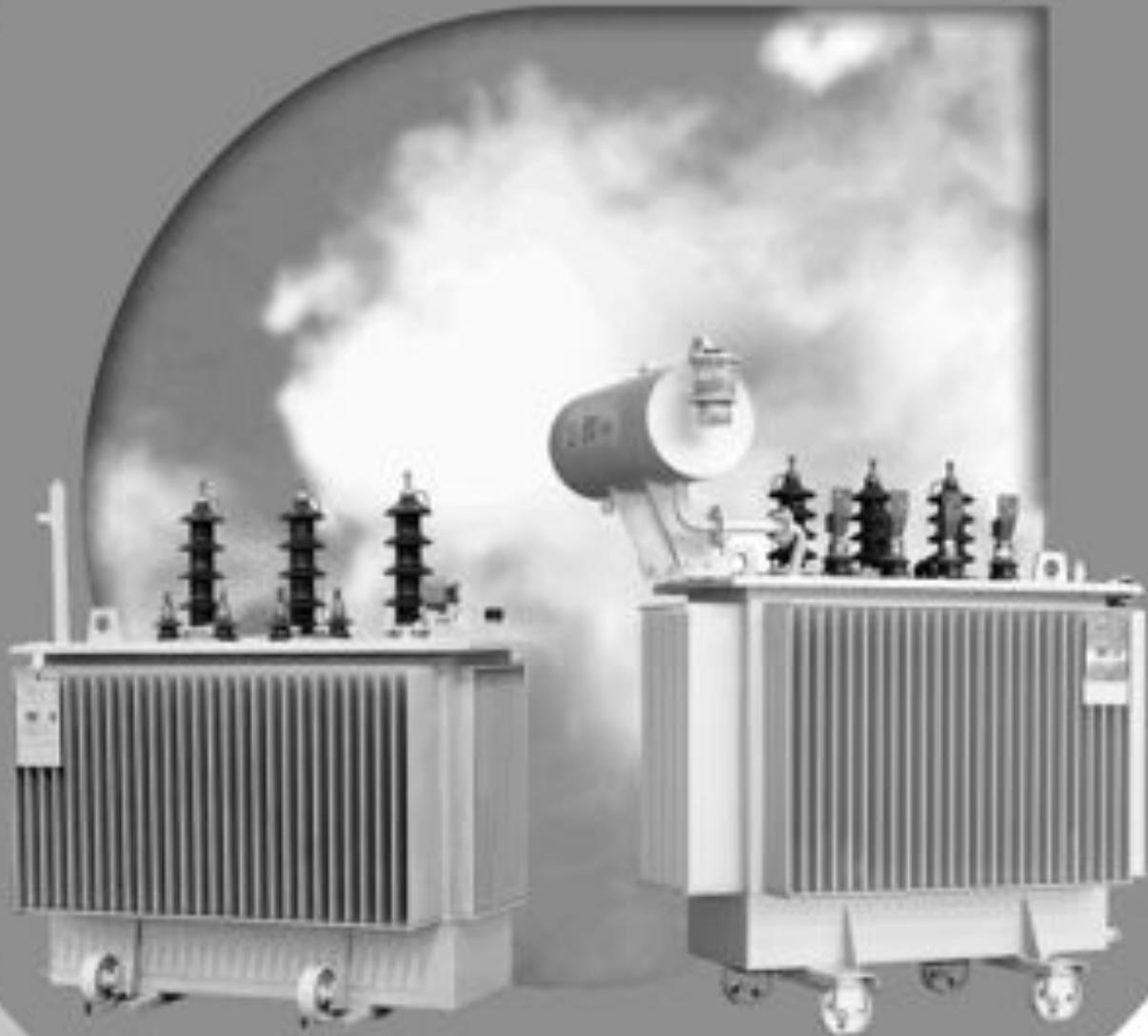
تلفن واحد نمایندگی ها: ۰۲۴-۳۲۲۲۱۳۴۶

فاکس: ۰۲۴-۳۲۲۲۱۳۵۳

E-mail: itass@iran-transfo.com

بخش سوم

توضیحات فنی



(۳-۱) مشخصات فنی ترانسفورماتور

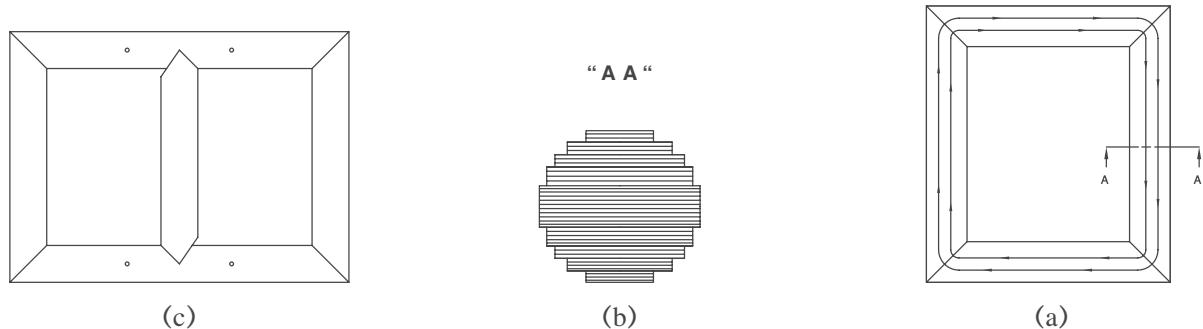
ترانسفورماتورهای ساخت کارخانجات ایران ترانسفو براساس استانداردهای بین المللی به شرح زیر محاسبه، طراحی و تولید و آزمایش می‌شوند:

IEC60076-PART 1	مشخصات عمومی، ترانسها، آزمایشها
IEC60076-PART 3	سطوح عایقی
IEC60076-PART 2	جهش‌های حرارتی سیم پیچ و روغن
DIN 42500	تلفات استاندارد معمول
DIN 42503-531	بوشینگها
IEC60296	روغن ترانسفورماتور
IEC60060	روشهای آزمایش فشارقوی
IEC60076-PART 10	اندازه گیری سطح صدا
IEC60076-PART 7	اضافه بار مجاز

(۳-۲) هسته ترانسفورماتور (Core):

هسته ترانسفورماتور وظیفه انتقال فوران مغناطیسی را بعده داشته و از ورقه‌های مخصوص با خاصیت حداکثر 0.3 میلیمتر حاوی سیلیسیم که به طریق نورد سرد تهیه و در طریف دارای پوشش عایقی می‌باشد، تولید می‌شود. به منظور کاهش تلفات آهن، هسته بصورت ورقه و با زاویه برش 45° تولید می‌شود. هسته چینی به دو روش step lap و overlap صورت می‌گیرد. سطح مقطع هسته جهت استفاده بهینه از فضای داخل سیم پیچ با استفاده از پهنهای مختلف ورق هسته به شکل دایره تهیه می‌گردد. (شکل (۱) - b)

هسته در ترانسفورماتور از نظر الکتریکی، هادی فلوی مغناطیسی و از نظر مکانیکی نگهدارنده سیم پیچها می‌باشد.



شکل (۱)

a : جریان فلوی مغناطیسی در هسته

b : سطح مقطع بازوی هسته

c : هسته سه ستونی

بخش سوم ■ توضیحات فنی

(3-۳) سیم پیچ‌ها (Windings):

نیروی محرکه الکتریکی در سیم پیچها ایجاد می‌گردد. سیم پیچی که قدرت الکتریکی را دریافت می‌نماید بعنوان اولیه و ورودی و سیم پیچی که قدرت الکتریکی را تحويل می‌دهد بعنوان ثانویه و خروجی نامیده می‌شود، سیم پیچی که برای ولتاژ بالا طراحی گردیده بعنوان سیم پیچ فشار قوی و سیم پیچی که برای ولتاژ پایین طراحی گردیده است بعنوان سیم پیچ فشار ضعیف نامیده می‌شود.

سیم پیچهای مورد استفاده عموماً به شکل لایه‌ای، بشقابی، طبقه‌ای و فویل پیچ با توجه به قدرت و سطح ولتاژ آنها پیچیده می‌شوند.



شکل (۲)- انواع بوبین

- لایه‌ای
- بشقابی
- طبقه‌ای
- فویل پیچ

(3-۴) ولتاژ‌ها (Voltages):

Um ماکزیمم ولتاژ: برای تجهیزات عبارتست از حداکثر ولتاژ موثر فاز به فاز که در طراحی عایق بندی ترانسفورماتور لحاظ می‌گردد، مقادیر استاندارد برای Um kV در استاندارد IEC60076 بیان گردیده است.

با توجه به Um، مقادیر مربوط به تحمل عایقی کوتاه مدت با فرکانس صنعتی (AC-rms) و ولتاژ ضربه ناشی از صاعقه تعیین می‌گردد (ولتاژ صاعقه LI برای فقط $Um > 1.1kV$ می‌باشد) و سطح عایق‌بندی سیم پیچهای نیز بر این اساس طراحی می‌شود.

Un ولتاژ نامی: عبارتست از ولتاژی که در شرایط بی‌باری بین دو فاز سیم پیچ اعمال می‌گردد.

ولتاژ بی‌باری: عبارتست از ولتاژ بین فازهای خروجی هنگامیکه ترانسفورماتور تحت انرژی بوده ولی بدون بار می‌باشد. به عنوان مثال در یک ترانسفورماتور ۰.۴ kV/20 kV چنانچه ۰.۴ kV به سیم پیچ اولیه اعمال شود، در سیم پیچ ثانویه در شرایط بی‌باری ۴۰۰ kV القا می‌شود.

ولتاژ زیربار: عبارتست از ولتاژ بین فازهای خروجی هنگامیکه از ترانسفورماتور بار گرفته می‌شود، بدینهی است ولتاژ خروجی بستگی به امپانس ترانسفورماتور و دامنه و فاز جریان خروجی از ترانسفورماتور دارد.

(3-۵) جریانهای الکتریکی (Currents):

In: جریان الکتریکی نامی

در ترانسفورماتورهای سه فاز عبارتست از جریانی که از ترمینالهای خط عبور می‌کند و حاصل تقسیم قدرت نامی (Sn) به $\sqrt{3}$ می‌باشد (هنگامیکه از ترانسفورماتور بار کامل گرفته می‌شود) و با واحد آمپر (A) بیان می‌گردد.



$$S_N = 100 \text{ kVA}$$

$$I_{N(HV)} = \frac{S_N}{U_N(HV) * \sqrt{3}} = \frac{100 * 10^3}{20000 * \sqrt{3}} = 2.89A$$

$$U_N = 20000/400 \text{ V}$$

$$I_{N(LV)} = \frac{S_N}{U_N(LV) * \sqrt{3}} = \frac{100 * 10^3}{400 * \sqrt{3}} = 144.3A$$

$$I_N = 2.89/144.3$$

باری جریان بی جریان از جریانی که از ترمینالهای خط عبور می‌کند وقتی که ولتاژ نامی به او لیه اعمال می‌گردد و ترانسفورماتور بدون بار می‌باشد، این جریان بر حسب درصدی از جریان نامی I_N بیان می‌گردد.

$$S_N = 100 \text{ kVA}$$

$$U_N = 20000/400 \text{ V}$$

$$I_0 = 2.6\%$$

(۳-۶) قدرت نامی: S_N

عبارتند از قدرتی که ترانسفورماتور در بار کامل و با اعمال ولتاژ نامی و عبور جریان I_N می‌تواند ارائه نماید. بدیهی است قدرت ظاهری ترانسفورماتور که به کیلوولت آمپر kVA بیان می‌گردد، ارتباطی به $\cos\phi$ شبکه ندارد. در شبکه استاندارد توزیع برق ایران این مقادیر مطابق استاندارد جهانی معین بوده که بر اساس آن در کارخانجات ایران ترانسفو بعنوان ترانسفورماتورهای نرمال تولید می‌گردند و عبارتند از:

کیلوولت آمپر با ولتاژهای 11000، 20000، 33000 ولت در سمت فشارقوی.

(۳-۷) فرکانس نامی: F_N

عبارتند از فرکانسی که بر اساس آن طراحی ترانسفورماتور صورت پذیرفته که در شبکه برق ایران 50Hz (هرتز) می‌باشد.

(۳-۸) نسبت تبدیل نامی: Turn ratio

عبارتند از نسبت بین ولتاژ فازی نامی بین دو سیم پیچ

مثال: در ترانسفورماتورهای شبکه توزیع 20/0.4 kV با گروه اتصال 5 Dyn این نسبت تبدیل برابر است با

$$\text{Turn ratio} = \frac{20000}{\frac{400}{\sqrt{3}}} = 86.60$$

حداکثر تلرانس مجاز طبق IEC 60076 برابر $\pm 0.5\%$ می‌باشد.

(۳-۹) تلفات: Losses

محاسبه مقدار P_{Pk} بر حسب (W) وات و بر اساس استاندارد DIN42511 DIN42503 انجام پذیرفته و برای

بخش سوم ■ توضیحات فنی

ترانسفورماتورهای نرمال گارانتی می‌گردد، درخصوص سفارش ترانسفورماتورهای کم تلفات استاندارد DIN42500 مدنظر قرار می‌گیرد.
 (تلفات بی‌باری Po):

عبارتست از توان فعال مصرف شده وقتی که ولتاژ نامی با فرکانس نامی به سرترمینال سیم پیچ اولیه در حالت بدون بار اعمال می‌گردد، که عمدتاً شامل تلفات هسته و آهن می‌باشد (بقیه تلفات ناچیز و قابل صرفظ است).
 تلفات آهن ناشی از تلفات هیسترزیس و تلفات جریان گردابی می‌باشد.

این مقدار برای همه ترانسفورماتورهای تولیدی، جداگانه اندازه گیری و با مقادیر محاسباتی کنترل می‌گردد، مثال:
 $S_N=100 \text{ kVA}$ $U_N=20000/400 \text{ V}$ $P_0=340 \text{ W}$

حداکثر ترانس مجاز طبق IEC60076 برابر 15%+ می‌باشد، مشروط بر اینکه مجموع تلفات از 10%+ فراتر نرود.

(تلفات بار Pk): (Short circuit losses)

عبارتست از تلفات فعالی که در فرکانس و جریان نامی در ترانسفورماتور مصرف می‌گردد، تلفات بار ناشی از تلفات حرارتی عبور جریان از سیم پیچها (RI^2) و تلفات اضافی جریان گردابی در سیم پیچ و درپوش می‌باشد، مقادیر این تلفات مطابق استاندارد در دمای 75°C محاسبه و در مدارک فنی و گواهی آزمایش ارائه می‌گردد.

بدیهی است برای تبدیل تلفات در 75°C می‌بایستی مقاومت DC سیم پیچ در این حرارت با فرمول $\frac{235+75}{235+\theta_K}$ اصلاح گرددند.

البته متناسب با آن تلفات اضافی با نسبت $\frac{235+\theta_K}{235+75}$ کاهش می‌یابد.

در اینجا θ_K درجه حرارت محیط در زمان اندازه گیری تلفات می‌باشد.

تلفات بار P_K با مجلور نسبت جریان بار به جریان نامی نیز تغییر می‌کند.

مثال:

$$S_N=200 \text{ kVA} \quad U_N=20000/400 \text{ V} \quad P_0=570 \text{ W} \quad P_K=(75^\circ\text{C})=3600 \text{ W}$$

حداکثر ترانس مجاز طبق IEC 60076 برابر 15%+ می‌باشد، مشروط بر اینکه مجموع تلفات (Po+Pk) از 10%+ فراتر نرود.

نکته: برای ترانسفورماتورهای خشک محاسبه تلفات در دمای 120°C انجام و ثبت می‌گردد.

(۳-۱۰) امپدانس ولتاژ:

امپدانس ولتاژ نامی: U_{KN}

عبارتست از امپدانسی که ترانسفورماتور هنگام اتصال کوتاه خروجی و با اعمال درصدی از ولتاژ نامی از طرف اولیه که جریان نامی عبور کند، از خودنشان می‌دهد. امپدانس ولتاژ نامی ترانسفورماتور بر حسب درصدی از ولتاژ نامی بیان می‌گردد.

امپدانس ولتاژ نامی با توجه به قدرت ترانسفورماتور در شبکه 20 kV ایران استاندارد گردیده‌اند که در تولیدات کارخانجات ایران ترانسفور عایت می‌گرددند. این مقادیر عبارتند از:

برای قدرتهای 25 الی 200 کیلوولت آمپر $U_{KN}=4\%$

برای قدرتهای 250 الی 2000 کیلوولت آمپر $U_{KN}=6\%$

برای ترانسفورماتورهای نرمال 33/0.4 kV در کلیه توانهای 25 kVA تا 2000 kVA مقدار $U_{KN}=6\%$ می‌باشد.

امپدانس ولتاژ UK

امپدانس ولتاژ هم مشابه امپدانس ولتاژ نامی می‌باشد اما می‌تواند به مقادیر دیگر جریان و یا پله‌های دیگر ولتاژ بیان گردد.

امپدانس ولتاژ بر حسب درصدی از ولتاژ نامی به شکل زیر بیان می‌گردد:

$$U_K = U_{KN} * \frac{I_{LOAD}}{I_N} [\%]$$

(3-۱۱) جریان اتصال کوتاه (ISC)

جریان اتصال کوتاه عبارتست از مقدار موثر جریان در ترمینالهای خط بعد از اینکه عناصر DC سیستم روبه کاهش باشند.

وقتی که ترانسفورماتور تحت شرایط نامی باشد جریان اتصال کوتاه می‌تواند با توجه به جریان نامی و امپدانس ولتاژ (In, UKN) به شرح زیر محاسبه می‌گردد.

$$I_{SC} = \frac{I_N}{U_K} [\%]$$

(3-۱۲) راندمان :

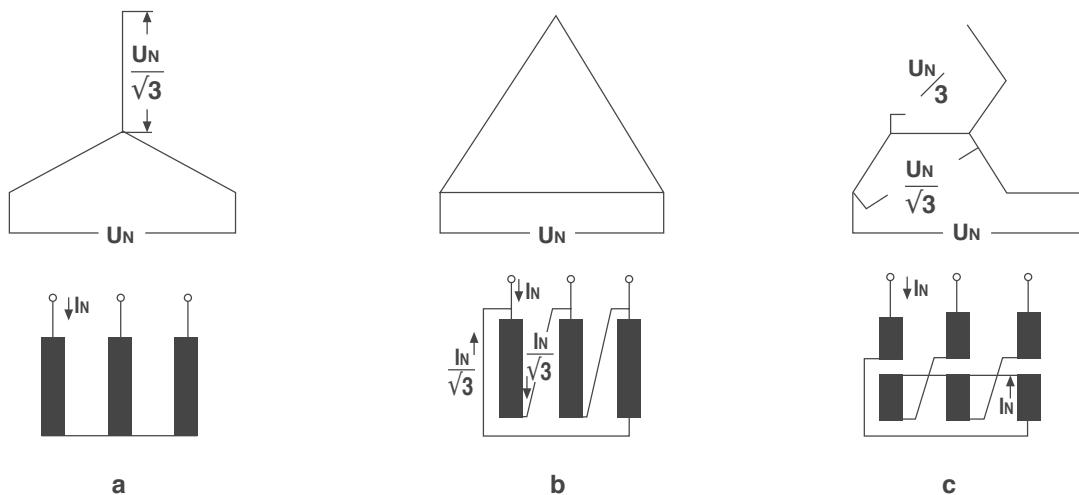
راندمان عبارتست از نسبت بین توان فعال خروجی به توان فعال ورودی

در اکثر ترانسفورماتورهای نرمال شبکه راندمان در بار نامی با ضریب قدرت 0.8 حدود $98\% \approx 99\%$ می‌باشد.

یک ترانسفورماتور هنگامی ماکریزم راندمان را دارد که رابطه $P_o = n^2 * P_K$ برقرار باشد و این مهم موقعی تحقق می‌یابد که ضریب بار بصورت $n = \sqrt{\frac{P_o}{P_K}}$ گردد.

(3-۱۳) گروه اتصال ترانسفورماتورهای سه فاز:

گروه اتصال دریک ترانسفورماتور سه فاز با توجه به نحوه اتصالات سیم پیچ‌های فشارقوی و فشار ضعیف تعریف می‌گردد که به سه شکل مثلث (Δ)، ستاره (Y) و زیگزاگ (Z) می‌باشد، شکل این نوع اتصالات داخلی سیم پیچها و مطابق آن دیاگرام برداری آنها مطابق شکل (۳) می‌باشد، علامتهایی که بیانگر نوع گروه اتصال می‌باشد به شکل زیر نشان داده می‌شوند.



شکل (۳) : گروه اتصال ترانسفورماتورهای سه فاز



بخش سوم ■ توضیحات فنی

(a) اتصال ستاره Y,y

(b) اتصال مثلث D,d

(c) اتصال زیگزاگ Z,z

حروف بزرگ اشاره به اتصال داخلی سیم پیچ فشارقوی و حروف کوچک اشاره به اتصال داخلی سیم پیچ فشار ضعیف دارد، ولازم به ذکر است که حروف بزرگ همیشه در گروه اتصال در ابتداء نوشته می شوند.

وقتی نقطه صفر ترانسفورماتور از طریق اتصال ستاره یا زیگزاگ در دسترس گذاشته شود از علامت YN یا ZN و yn و zn استفاده می شود.

اعداد (صفر یا ۵ یا غیره) نشان دهنده اختلاف پس فاز و لتاژ فشار ضعیف نسبت به فشارقوی درجهت عکس چرخش عقربه ساعت به میزان عدد گروه اتصال ضربدر ۳۰ درجه می باشد.

مثال ۵ یعنی :

- نوع اتصال فشارقوی : مثلث

- نوع اتصال فشار ضعیف : ستاره

- نقطه نوترال از سمت فشار ضعیف در دسترس می باشد

- موج ولتاژ فشار ضعیف به میزان درجه $150 \times 5 = 750$ از موج ولتاژ فشارقوی عقبتر می باشد.

گروههای اتصال:

مهمترین گروههای اتصال به صورت زیر می باشد:

Dy5(Dy11), Yz5(Yz11), Yy0(Yy6), Dd0(Dd6)

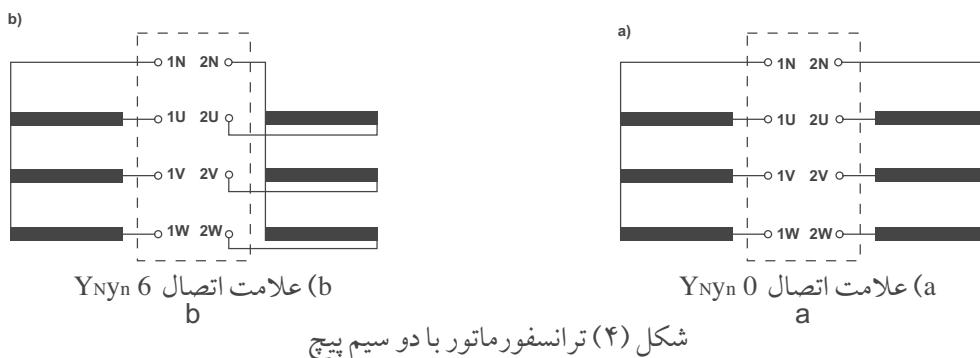
اگر نقطه خنثی بیرون آورده شود حرف N یا n به علامت گروه اتصال سیم پیچ اضافه می شود، مثلاً YNd5 و Yzn5 در دیاگرامهای اتصال فرض شده است که تمام سیم پیچی های یکسان باشد. با عوض کردن جهت سیم پیچی ها در داخل ترانسفورماتور و جابجایی اتصال فازها در خارج ترانسفورماتور تمام ضرایب اختلاف فاز ارقام (1, 3, 5, 7, 9, 11) و همچنین ارقام زوج (0, 2, 4, 6, 8, 10) را می توان از یکدیگر بدست آورد.

در ترانسفورماتورهای با گروههای اتصال (Yyn6) نقطه صفر ممکن است فقط به منظور زمین کردن یا برای بارگیری البته به میزان کمتر از 10% جریان نامی بیرون آورده شود، بنابراین اتصال Yyn بطور عمومی مناسب برای سیستمهای مصرف شبکه توزیع با سیم چهارم نیستند و یکی دیگر از گروههای اتصال می باشد انتخاب گردد، گروههای اتصال Yzn و Dyn میتوانند از طریق سیم صفر به میزان 100% جریان نامی بارگیری شود.

(۱۴-۳) علائم ترمینالها برای ترانسفورماتورها:

با توجه به استاندارد بین المللی ترمینالهای خط و نقطه خنثی در ترانسفورماتورها و راکتورها طبق IEC60616 برای

ترانسفورماتورهای سه فاز به شرح مثالهای زیر می باشد:



شکل (۴) ترانسفورماتور با دو سیم پیچ

نصب و بهره برداری:

(۳-۱۵) بارگذاری ترانسفورماتورهای روغنی (زیر ۱۰۰MVA ۱۰۰ بر طبق ۷ IEC60076-PART)

وقتی یک ترانسفورماتور تحت بار اسمی ($S=SN$) و در شرایط مشخص شده توسط ۱-IEC60076 کار می‌کند و دمای محیط خنک کننده آن 20°C است می‌توان عمر مفید نرمالی را برای آن پیش‌بینی کرد، اگر بار S تغییر کرده و یا دمای محیط خنک کننده از آن چیزی که پیش‌بینی شده تخطی کند، آنگاه بارگذاری در روی ترانسفورماتور در حدی مجاز است که کاهش عمر مفید آن در حدود تعیین شده باشد، دستور العمل ۷ IEC60076-PART بارگذاری مجاز برای ترانسفورماتورهای روغنی با قدرت اسمی زیر ۱۰۰MVA که بصورت دوره‌ای با دوبار S_1 ، S_2 بارگذاری شود را مشخص می‌کند، در این روش جریان تا ۱.۵ برابر جریان اسمی محدود شده و دمای داغ ترین نقطه سیم پیچ از 140°C بالاتر نمی‌رود. با توجه به روش محاسبه افزایش دمای حالت پایدار (Steady Overload)، ثابت زمانی و کاهش عمر مفید، فرضیات بخصوصی را باید در نظر گرفت. در مجموع نتیجه اضافه بار (Overload)، در شرایط اضطراری سرعت کاهش عمر مفید را در بردارد.

(۱) تجربه نشان می‌دهد که دمای متوسط واقعی 5°C بیشتر از دمای متوسط محاسباتی است.**بار قابل تحمل در مرکز ستاره (یک فازی):**

در مورد بار قابل تحمل در مرکز ستاره از استاندارد VDE 0532 پیروی می‌شود، در ترانسفورماتورهای سه فاز بدون سیم پیچ متعادل کننده می‌توان تا حدودی مرکز ستاره سیم پیچ خروجی را تحت بار دائم قرارداد، که این حدود در جدول زیر ذکر شده است.

Dyn-Yzn-Dzn	Yyn	گروه اتصال نسبت جریان قابل تحمل مرکز ستاره
۱۰۰ درصد	۱۰ درصد	شدت جریان مرکز ستاره به نسبت شدت جریان اسمی

به مرکز ستاره ترانسفورماتورها با گروه اتصال YD می‌توان شدت جریانی به مقدار $0.1 * \frac{U_{N1} - U_{N2}}{U_{N1}}$ شدت جریان اسمی وارد نمود.

بخش سوم ■ توضیحات فنی

نوع خنک کنندگی:

نوع خنک کنندگی ترانسفورماتورهای نرمال ONAN می باشد که مخفف عبارت Oil Natural Air Natural است که به ترتیب سیالهای مرتبط با سیم پیچها (روغن) و مخزن (هوای) و شرایط گردش سیال (به صورت طبیعی) را بیان می کند. در مورد سیستم خنک کنندگی ترانسفورماتورهایی که دارای فن می باشند عبارت ONAF بکار می رود که مخفف Oil Natural Air Force می باشد.

سطح صدا (dB):

صدایی که در اثر بر قدار شدن و بارگیری از ترانسفورماتور ایجاد می شود، عموماً ناشی از لرزش ورقهای هسته و سیم پیچها می باشد در اثر میدان مغناطیسی متناوب و طبق استاندارد 10 IEC60076-PART dB(A) بحسب قابل اندازه گیری می باشد.

آزمایشات کارخانه ای ترانسفورماتور:

آزمایشات عمومی (Routine test):

این آزمایشات مطابق با IEC60076 بر روی کلیه ترانسفورماتورها انجام می گیرد و شامل موارد زیر می باشد:
اندازه گیری نسبت تبدیل در بی باری
اندازه گیری مقاومت اهمی (DC) سیم پیچها
کنترل گروه اتصال

اندازه گیری شدت جریان و تلفات بی باری
تلفات بار و درصد ولتاژ اتصال کوتاه (UK)

آزمایش سنجش استقامت عایقی سیم پیچ ها نسبت به هم و نسبت به بدنه
آزمایش سنجش استقامت عایقی فازها و حلقه های سیم پیچ ها نسبت به هم
آزمایشات نمونه ای (Type test):

این آزمایشات به صورت نمونه ای انجام می شوند، بدین ترتیب که معمولاً اولین واحد از هر نوع ترانسفورماتور طرح جدید تحت آزمایشات تایپ قرار می گیرد علاوه بر آن هرگاه تغییری عمده در طراحی قسمتهای داخلی ترانسفورماتور و یا قسمتهای خنک کننده آن صورت گیرد ممکن است بعضی از آزمایشات تکرار گردد.

بعنوان مثال چنانچه سیم پیچی و یا رادیاتورهای یکنوع ترانسفورماتور بعلت تغییر طراحی عوض شود، انجام آزمایش حرارتی ضروری می باشد.

آزمایشات تایپ که در آزمایشگاه ترانسفورماتورهای توزیع مطابق با IEC60076 انجام می شوند شامل موارد زیر می باشد:
- آزمایش حرارتی

- آزمایش ولتاژ ضربه ای
- اندازه گیری سطح صدا

آزمایشات ویژه (Special test)

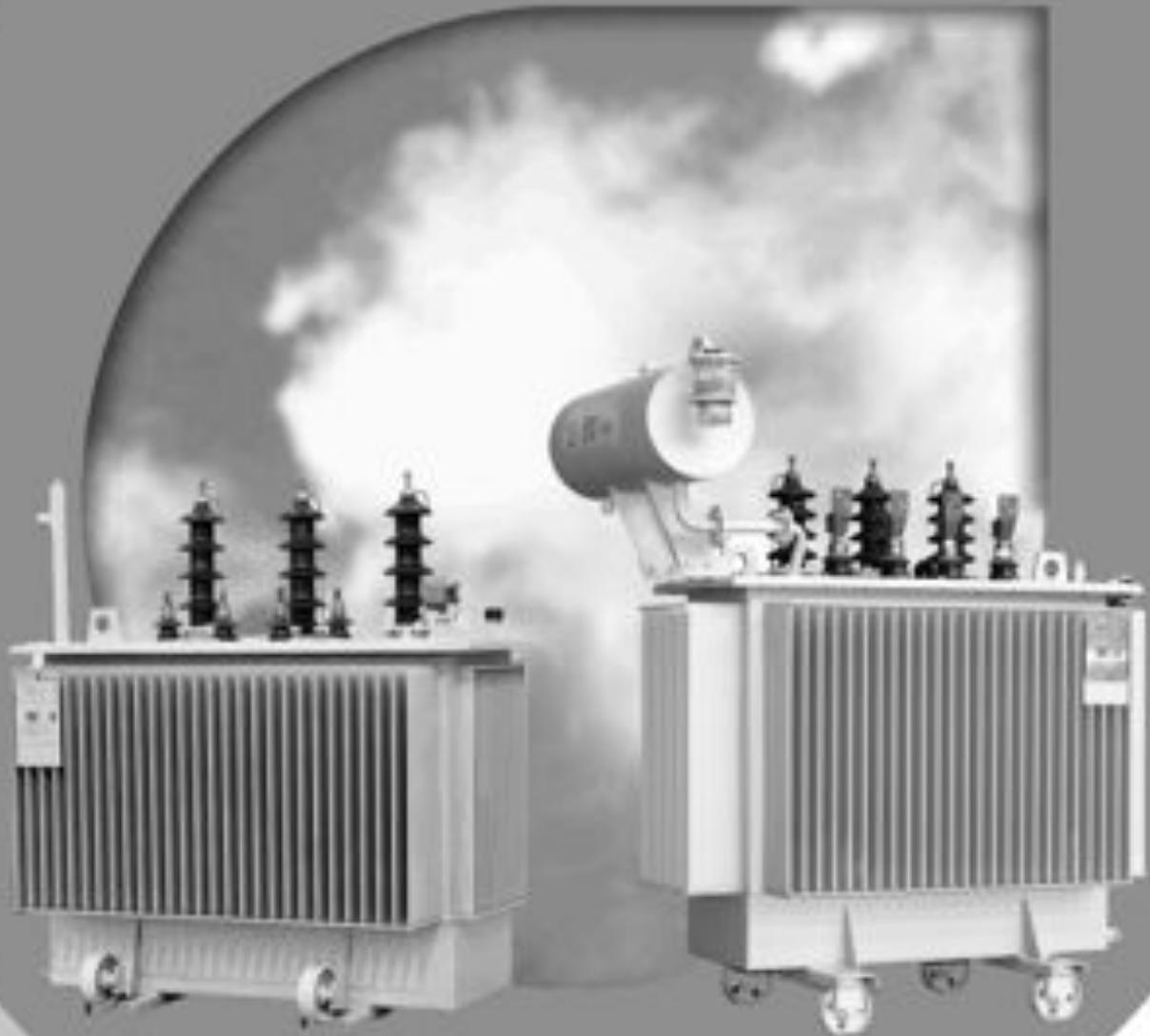
این آزمایشات بر اساس استاندارد IEC60076 بنا به درخواست مشتری و با اخذ هزینه طبق قرارداد، بر روی ترانسفورماتورها قابل انجام است، مانند آزمایش اندازه گیری امپدانس توالی صفر و آزمایش اتصال کوتاه واقعی.



یادداشت

بخش چهارم

اطلاعات عمومی



مشخصات فنی ترانسفورماتورهای توزیع روتین ۲۰ kV

Power (1) (kVA)	Voltage (1) HV (kV)	Taps in HV side (1) (%)	Vector group (1)	Rated Imped- ance (%)	Losses (W)	Noise level (dB)	Efficiency at full load (min) P.F.=0.8 (kg)	Total Weight (max) (kg)	Overall Dimensions (max)			Wheels	
									A (mm)	B (mm)	C (mm)	Diameter interval Ø (mm)	E (mm)
25	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	110	700	48	95.72	375	857	708	1236
50	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	145	1100	50	96.76	525	900	715	1307
75	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	203	1425	52	97.02	575	1001	707	1456
100	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	260	1750	54	97.30	660	1012	713	1440
125	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	310	2000	55	97.55	810	1066	735	1479
160	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	375	2350	56	97.73	905	1108	730	1492
200	20	0.4	±1*4	Yzn5	4	445	2760	58	97.87	1005	1146	806	1543
250	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	530	3250	60	97.95	1185	1368	845	1516
315	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	625	3850	61.5	98.10	1355	1560	970	1599
400	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	750	4600	63	98.18	1595	1643	920	1840
500	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	875	5450	64	98.31	1870	1702	970	1900
630	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	940	6750	65	98.37	2225	1785	1060	1958
800	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	1150	8500	66.4	98.38	2705	1980	1125	2025
1000	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	1400	10500	68	98.41	3255	1948	1182	2289
1250	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	1730	13200	69.25	98.38	3910	2082	1300	2320
1600	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	2200	17000	71	98.39	4725	2438	1558	2490
2000	20	0.4	±2*2.5	Dyn5	6	2645	21200	75.4	98.4	5685	2470	1480	2520

- توضیحات:** ■ مطابق با استاندارد بین المللی IEC ■ ترانسفورماتور روغنی توزیع سه فاز از نوع کاهنده
 ■ فرکانس نامی: ۵۰Hz ■ نوع مخزن: بامنع انبساط ۳
 ■ ONAN ■ سیستم خنک کنندگی: ۱۴۵°C
 ■ حداکثر دمای محیط: ۱۷۰°C یا ۲۳۰°C
 ■ ارتفاع نصب: تا ۱۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریاهای آزاد
 ■ فام رنگ: ۱۳۸۰۰ ۷۰۷۰۰ ۲۳۰۰۰
 (۱) طبق درخواست مشتری قابل تغییر می باشد. (۲) تلفات بار کامل در دمای ۷۵°C (۳) دیگر انواع ترانسفورماتور طبق سفارش تولید می گردد.





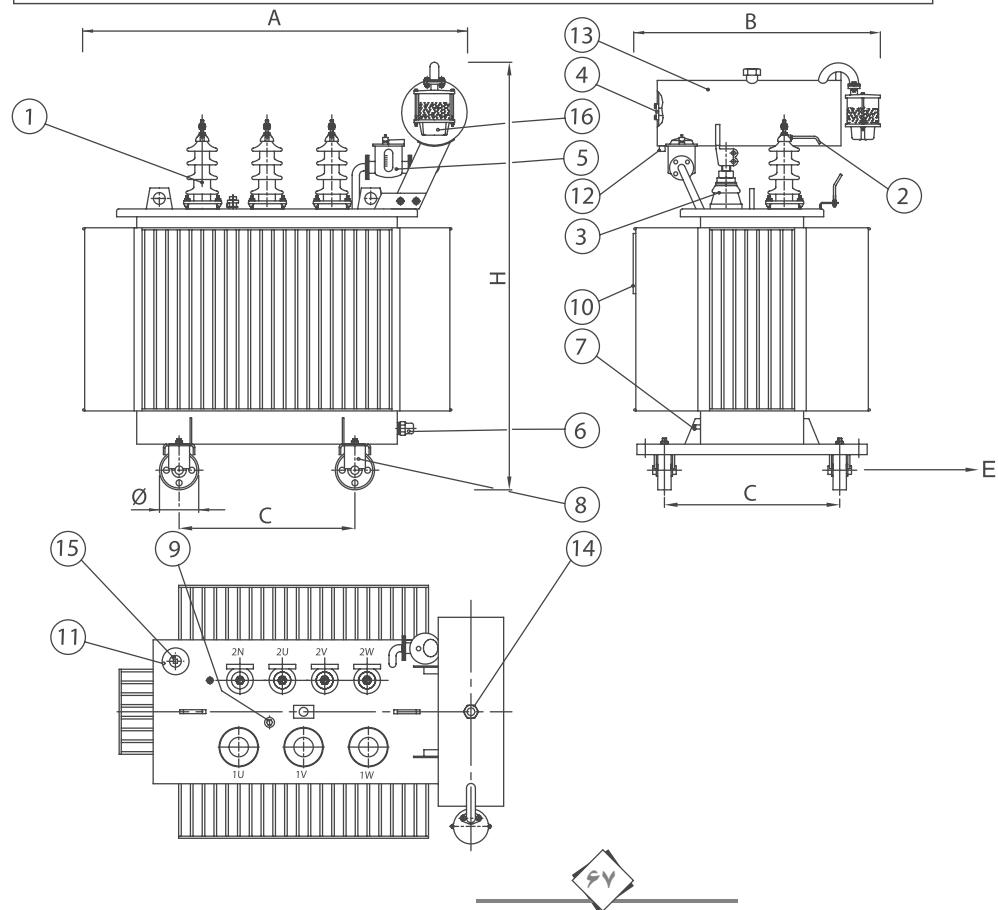
بخش چهارم ■ اطلاعات عمومی

Standard Accessories of Distribution Transformer						
No.	Accessory	Power (kVA)				
		25-160	200-315	400-500	630-800	1000-2000
1	HV bushing	●	●	●	●	●
2	Arcing horns	●	●	●	●	●
3	LV bushing	●	●	●	●	●
4	Oil level indicator	●	●	●	●	●
5	Buchholz relay	--	--	--	--	●
6	Oil drain & sampling valve	●	●	●	●	●
7	Earthing bolt	●	●	●	●	●
8	Wheel	--	--	●	●	●
9	Off circuit tap changer	●	●	●	●	●
10	Name plate	●	●	●	●	●
11	Oil temperature indicator	--	--	--	●	●
12	Conservator tank drain valve	●	●	●	●	●
13	Conservator	●	●	●	●	●
14	Conservator filling plug	●	●	●	●	●
15	Thermometer pocket	--	●	●	●	●
16	Dehydrating breather	●	●	●	●	●
● Applied accessory						

۱- جهت کسب اطلاعات

فنی بیشتر با بخش فروش
تماس بگیرید.

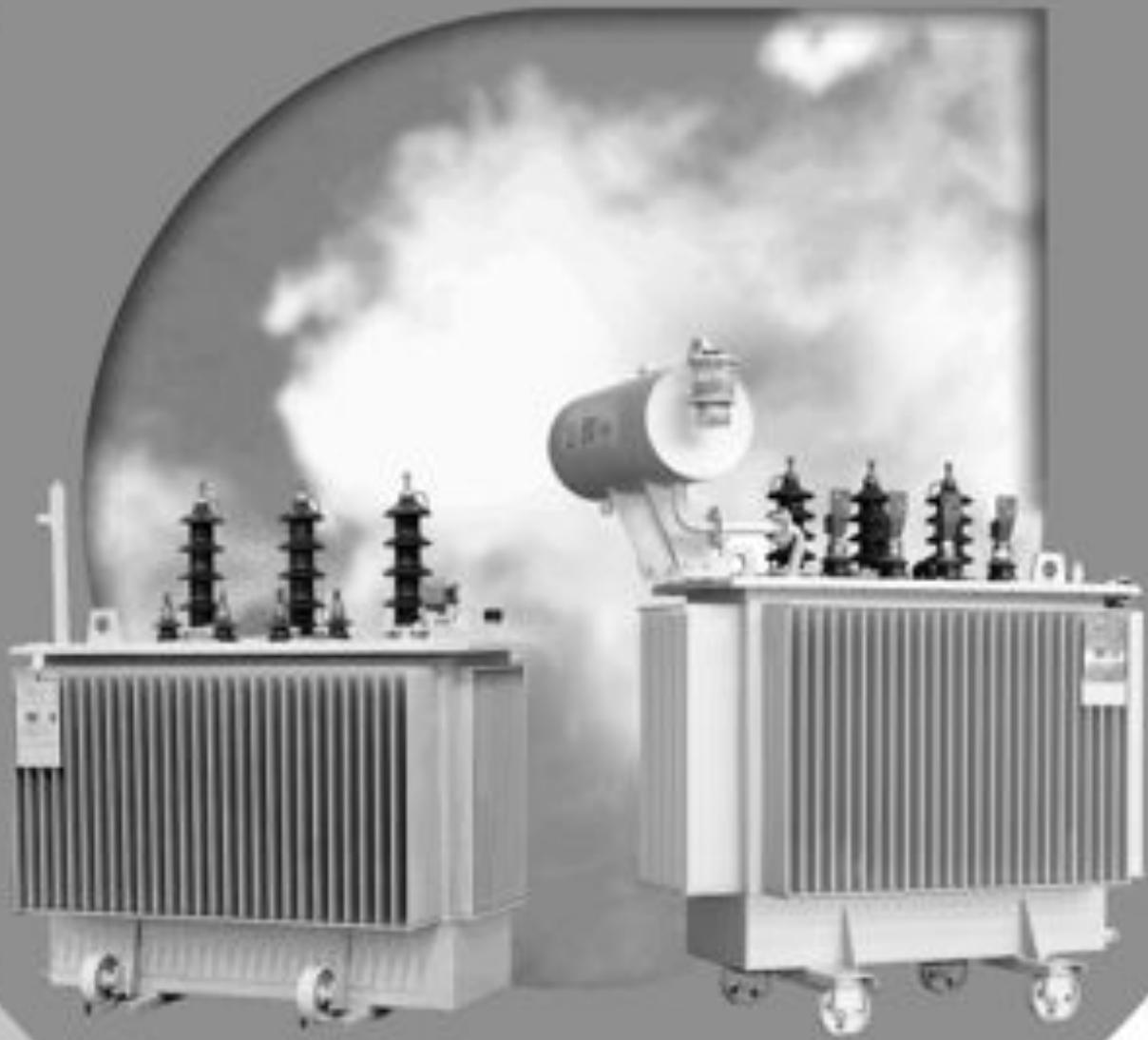
۲- اطلاعات فوق بالحاظ
تلرانس‌های مجاز و بصورت
تقریبی می‌باشد، حتماً
قبل از نهایی کردن سفارش
تاییدیه مشخصات فنی
اخذ شود.





یادداشت

ضمان



■ ضمایم ■

(فرم شماره ۱)

لیست کنترل تحويل ترانسفورماتور از سازنده (نمایندگی) به مشتری

نام نمایندگی:

نام مشتری:

 روغنی هرمتیک روغنی با منبع انبساط خشک رزینی

نوع ترانسفورماتور:

مشخصات ترانسفورماتور:

شماره سفارش

تاریخ تحويل

ردیف ولتاژ

توان

شماره سریال

آدرس کیرنده و تلفن:

ملاحمات	وضعیت		موضوع
	خیر	بلی	
آیا پلمپ سالم است؟			
آیا مقره های فشار قوی سالم می باشند؟			
آیا مقره های فشار ضعیف سالم می باشند؟			
آیا جرقه گیرها نصب می باشند؟			
آیا تابلو مشخصات دارد؟			
آیا چرخها موجود است؟			
کفشکهای فشار ضعیف موجود می باشند؟			
آیا سطح و وضعیت نمایشگر روغن مطلوب است؟			
آیا تپ چنجر سالم است؟			
مقدار و کیفیت مواد سیلیکاژل مطلوب است؟			
آیا ترمومتر سالم است؟ (در صورت وجود)			
رله بوخهلتیس سالم است؟ (در صورت وجود)			
رله فشارشکن سالم است؟ (در صورت وجود)			
آیا نشستی از مخزن و متعلقات مربوطه مشاهده می شود؟			
آیا آثار ضربه مکانیکی دیده می شود؟			
آیا مدارک ترانسفورماتور موجود است؟			

توضیحات:

مهر و امضاء مشتری :

مهر و امضاء تحويل دهنده :



(فرم شماره ۲)

لیست کنترل نصب و راه اندازی ترانسفورماتور توزیع

کنترلهای ظاهری ترانسفورماتور

- سالم بودن چینی مقره ها
- انجام هواگیری مقره ها و رله بوخه لشنس
- کنترل سطح روغن
- کنترل وجود نشته احتمالی روغن
- آچار کشی اتصالات
- بررسی شاخکهای جرقه گیر در صورت موجود بودن

کنترل رطوبت گیر

- کنترل سطح روغن استکانک رطوبت گیر
- وضعیت سیلیکاژل
- حائل بین منبع انبساط و رطوبت گیر برداشته شده است.
- کلید تنظیم ولتاژ در حالت قرار دارد. (کلید تنظیم ولتاژ نباید به هیچ عنوان در وضعیت مابین تپ ها قرار گرفته باشد و انتخاب وضعیت کلید تنظیم ولتاژ حتماً باید با توجه به ولتاژ خط انجام گیرد.)

وضعیت نصب ترانسفورماتور

- نصب در فضای سرپوشیده
- نصب در فضای آزاد
- تراز بودن و نحوه استقرار ترانسفورماتور روی سکو یا فنداسیون
- اتصال کابل های فشار قوی
- اتصال کابل های فشار ضعیف
- انتخاب فیوز های سمت فشار قوی متناسب با قدرت و جریان ترانسفورماتور
- انتخاب فیوز های سمت فشار ضعیف متناسب با قدرت و جریان ترانسفورماتور
- نصب کلید سمت فشار قوی
- نصب کلید سمت فشار ضعیف
- تمیز کاری ترانسفورماتور
- اتصال کابل مرکز ستاره
- اتصال زمین ترانسفورماتور
- انجام کابل کشی
- کنترل پلیمپ های درپوش و شیر تخلیه روغن

تستهای راه اندازی

اندازه گیری نسبت تبدیل فازهای متناظر

اندازه گیری مقاومت DC سیم پیچها

TAP	PHASE U	PHASE V	PHASE W
1			
2			
3			
4			
5			

TAP	H.V. WINDINGS (Ω)		
	PHASE U-V	PHASE V-W	PHASE W-U
1			
2			
3			
4			
5			

VOLTAGE	Iou (A)	Iov (A)	Iow (A)

L.V. WINDINGS (Ω)		
u-v	v-w	w-u

اندازه گیری مقاومت عایقی (MEGGER)

سیستم	ولتاژ اعمالی	مقدار مقاومت	زمان
H.V. TO L.V. CORE, FRAME, TANK			۱ دقیقه
L.V. TO H.V. CORE, FRAME, TANK			۱ دقیقه

تست سیگنالینگ تجهیزات حفاظتی

زمان	تجهیزات حفاظتی نصب شده	آلام	تربیپ
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			

متوجه ولتاژ شکست روغن:
تست ولتاژ شکست روغن در صورت انبار داری بیش از شش ماه



یادداشت



یادداشت



یادداشت

دیگر عضولات عبارتند از:

■ ترانسفورماتورهای شبکه فوق توزیع با ولتاژ حداکثر 132kV و توان 50MVA

■ ترانسفورماتورهای قدرت با ولتاژ حداکثر 420kV و توان 500MVA

■ ترانسفورماتورهای ویژه از قبیل:

ترانسفورماتورهای گوره

ترانسفورماتورهای زمین

ترانسفورماتورهای کمپکت

ترانسفورماتورهای یکسوساز

ترانسفورماتورهای فشارقوی آزمایشگاهی

ترانسفورماتورهای صنعتی

اتو ترانسفورماتور

ترانسفورماتورهای پست موبایل

راکتورهای شنت تا ولتاژ 420kV

■ ترانسفورماتورهای خشک رزینی با ولتاژ حداکثر 36kV و توان 5MVA

■ موارد استفاده در:

سکوهای نفتی - پالایشگاههای نفت، گاز و پتروشیمی - برجهای مسکونی و تجاری - بانکها - بیمارستانها - مرکز تجاری

ایستگاههای راه آهن برقی و مترو - فرودگاهها - کشتی ها و بنادر - معادن و کارخانجات صنعتی و ...





شرکت بازرگانی ایران ترانسفو:

تهران، خیابان سید جمال الدین اسدآبادی،
خیابان سوم، شماره ۲۳
تلفن: ۰۲۱-۸۸۷۲۳۳۷-۹
فاکس: ۰۲۱-۸۸۷۱۶۱۱۷
www.itc-co.com
info@itc-co.com



شرکت بازرگانی ایران ترانسفو

شرکت ایران ترانسفو:

زنجان، کیلومتر چهار جاده زنجان - تهران
صندوق پستی ۴۵۱۳۵-۱۱۱۸
تلفن: ۰۲۴ (۳۳۷۹۰۷۶۱-۵)
فاکس: ۰۲۴ (۳۳۷۹۰۵۷۸)
www.iran-transfo.com



شرکت ایران ترانسفوری:

تهران، شهرک صنعتی پرند، میدان فن آوری
شمالی، انتهای خیابان گلریز، پلاک ۲۵
کد پستی: ۱۸۸۳۸-۳۷۶۱۴
صندوق پستی: ۱۸۷۳۵-۴۳۱۳
تلفن: ۰۲۱ (۵۵۲۲۸۱۱۲-۵۶۴۱۷۴۰-۳)
www.itr.ir
فاکس: ۰۲۱ (۵۵۲۲۸۱۳۳)



شرکت ترانسفورماتور توزیع زنجان:

زنجان، کیلومتر چهار جاده زنجان - تهران
جنوب شرکت ایران ترانسفو
صندوق پستی ۴۵۱۳۵-۱۱۱۸
تلفن: ۰۲۴ (۳۳۷۹۱۱۱۷-۳۳۷۹۱۱۸۴)
فاکس: ۰۲۴ (۳۳۷۹۰۵۴۱)
www.iran-transfo.com



شرکت ترانسفورماتورسازی کوشکن:

زنجان، شهرک صنعتی شماره یک،
خیابان سهروردی
تلفن: ۰۲۴ (۳۲۲۲۱۱۰-۵)
فاکس: ۰۲۴ (۳۲۲۲۱۴۰-۱)
www.kooshkan.ir
info@kooshkan.ir



ترانسفورماتورسازی کوشکن

شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو:

زنجان، شهرک صنعتی علی آباد، نیش
خیابان مرداد، کد پستی: ۴۵۳۳۱-۴۴۵۵۱
تلفن: ۰۲۴ (۳۲۲۲۱۳۴۷-۵۲)
فاکس: ۰۲۴ (۳۲۲۲۱۳۵۳)
www.itass.com
itass@iran-transfo.com

