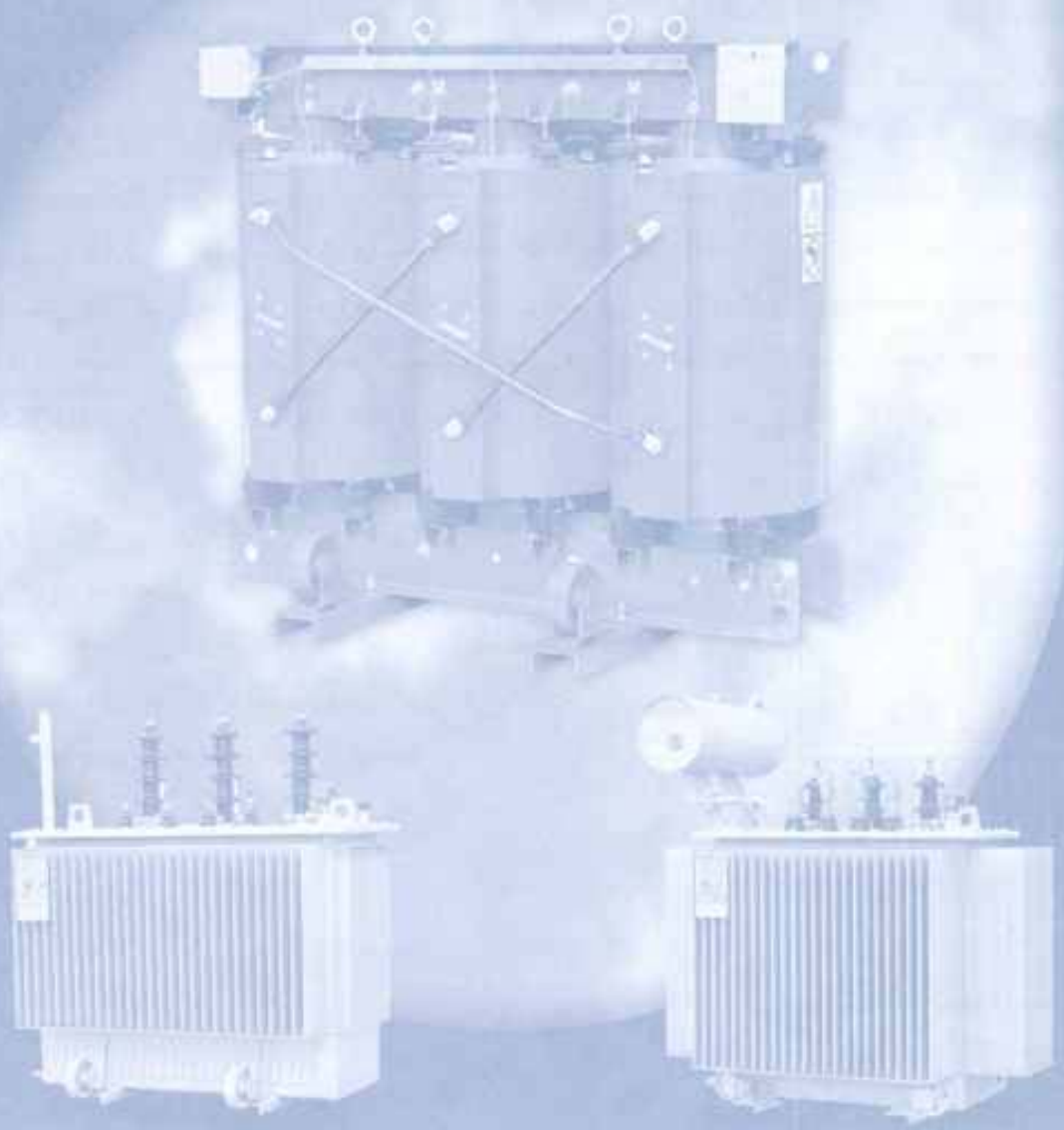
بخش دوّم

نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری و نگهداری



بخش دوم ■ نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری و نگهداری

۱. حمل، تخلیه و استقرار ترانسفورماتور

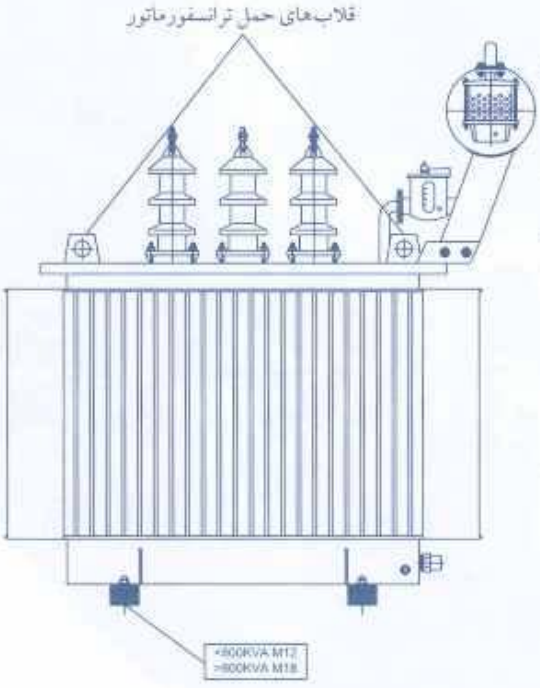
ترانسفورماتورهای توزیع عموماً بصورت کامل درکارخانه مونتاژ و تست گردیده‌اند و بهنگام تحویل در محل آماده بهره‌برداری میباشند. لیکن در موارد خاصی برخی از قسمت‌های آن مانند رادیاتورها (در صورت رادیاتوری بودن) و برخی از تجهیزات حفاظتی مثل رلهٔ بوخهلتس و . . . بطور جداگانه حمل گردیده و در محل مونتاژ می‌گردند. نصب این قطعات در محل بایستی توسط افراد متخصص صورت گیرد. دستگاه‌های حفاظتی که روی ترانسفورماتور نصب شده‌اند نبایستی از روی ترانسفورماتور باز شوند.

در هنگام بارگیری، ترانسفورماتورها با چوبهای الوار به کف تریلر یا وسیلهٔ 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 میبایست 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 نشانه‌های بارز آسیب دیدگی در اثر حمل از جمله کاهش سطح روغن باید مدیریت واحد، شرکت حمل کننده، بیمه‌گر حمل و نقل، نمایندگی مجاز و شرکت بازرگانی ایران ترانسفو به سرعت مطلع گردند تا بر اساس شرایط ضمانت در صدد رفع آن برآیند. خسارت‌های جزئی که ممکن است مهم بنظر نیایند نیز باید گزارش گردند، ادعاهای بعد از مهلت مقرر در هنگام مذاکره با شرکت های بیمه ایجاد اشکال خواهد نمود.

برای تخلیه ترانسفورماتور، مناسبترین 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 دقت نمود که امتداد اصلی آن همواره در وضعیت قائم قرار گیرد و تحت هیچ شرایطی بیش از 15 درجه منحرف نشود. همچنین باید توجه داشت که حلقه قلاب‌های تعبیه شده در بالای ترانسفورماتور عموماً به منظور بلند کردن کامل ترانسفورماتور به وضعیت قائم طراحی گردیده و برای کشیدن ترانسفورماتور به کمک سیم و قرقره از حلقه‌های مخصوصی که در قسمت شاسی و پایه آن تعبیه 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 محل و قبل از نصب، ترانسفورماتور بایستی طبق لیست کنترل بازرسی و از نظر کامل بودن وسایل و تجهیزات بازدید شود.

تمام قطعاتی که‌نصب می‌شوند باید تمیز و عاری از زنگ‌زدگی باشند، در غیر اینصورت باید آنها را تمیز نموده و پس از زنگ زدایی و شستشو با ماده چربی بر دوباره رنگ آمیزی نمود.

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 اتمسفربرسد، از طرف دیگر احتمال اینکه روغن زنی آنها در اطاقک خلا، انجام نگیرد وجود دارد، لذا مخزن آنها بایستی بخوبی تحمل خلا، یک اتمسفر را داشته باشد. برای روغن‌زنی و شارژ گاز به صورت ذیل می توان عمل نمود:

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

۲) هواگیری از بوشینگها، رادیاتورها و شیر تزریق گاز

۳) اتصال ادوات تزریق گاز به محل تعبیه 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 $20^{\circ}c+$ در روغن‌نمای مغناطیسی (متناسب با دمای محیط و روغن‌نمای مغناطیسی)

در صورت وجود اختلاف دمای بسیار از میزان $20^{\circ}c+$ می بایست 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 مدارک فنی در $20^{\circ}c$

T_1 و T_2 برحسب درجه کلوین

y: ضریب انبساط حجمی روغن $8.3 \times 10^{-4}\ Lit/C^{\circ}$

ΔT: میزان تغییرات دمای محیط نسبت به $20^{\circ}c$

P_{1Gas}: فشار محاسبه شده در دمای $20^{\circ}c$ طبق مدارک فنی

P_{2Gas}: فشار جدید گاز در محیط جدید

۶) توقف تزریق گاز پس از رسیدن فشار به مقدار مورد اشاره در مدارک فنی ویا فشارمحاسبه 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 2%) کمتر باشد. در صورت نشت گاز توصیه می شود جهت شارژ گاز با شرکت خدمات پس از فروش مکاتبه نمایید. لازم به یادآوریست در طراحی جدید اینگونه ترانسفورماتورها یک عدد شیر جهت ایجادخلا، (بدون نیاز به تخلیه روغن در هنگام شارژ گاز) و تزریق گاز تعبیه شده است.

۲-۲) روغن زنی ترانسفورماتورهای هرمتیک وله‌ای

۱- پرکردن کامل مخزن ترانسفورماتور از روغن تحت خلا، 8 mbar

۲- هواگیری از بوشینگ‌ها

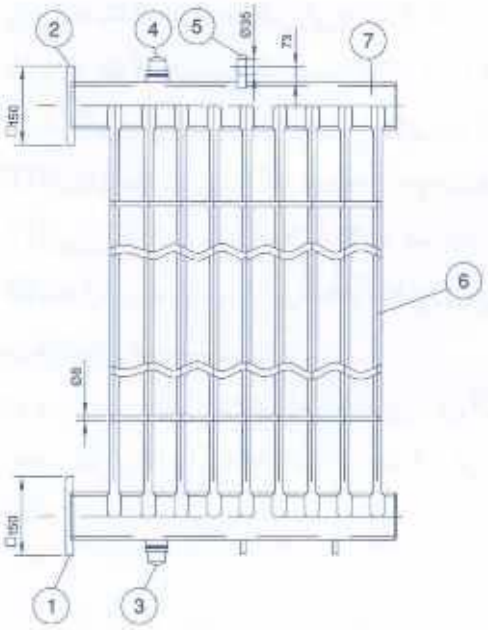
۳- تخلیه روغن از شیر تخلیه ترانسفورماتور طبق مقدار اشاره شده در مدارک فنی (در صورت نیاز به تخلیه روغن بر اساس

مدارک فنی طراحی)

۲-۳) نصب رادیاتورها

رادیاتورهائیکه جهت حمل از ترانسفورماتور جدا شده‌اند توسط درپوشهایی جهت جلوگیری از ورود گرد و غبار و رطوبت مسدود شده اند. گاهی اوقات به همین منظور رادیاتورها دو به‌دو در محل فلنچها به یکدیگر با پیچ و مهره بسته می‌شوند. به هنگام مونتاژ ترانسفورماتور، شیرهای پروانه‌ای تعبیه شده در دیواره های مخزن در وضعیت قطع قرار گرفته و توسط درپوش، پوشانده می‌شوند.

(شکل ۱، مورد ۱)



شکل (۱)

رادیاتور ترانسفورماتور

۱ـ فلانچ پائین

۲ـ فلانچ بالا

۳ـ شیرتخلیه روغن

۴ـ پیچ هواگیری

۵ـ قلاب حمل

۶ـ پره های خنک کننده

۷ـ کلکتور

۱-۳-۲) مقدمات نصب رادیاتور

قبل از نصب رادیاتورها آنها را از نظر هرگونه خسارت احتمالی بازرسی نمائید. درپوشها را از محل اتصال رادیاتورها باز نموده و از صحت اتصالات اطمینان حاصل نمایید، اگر هرگونه رطوبت یا گرد و خاک در داخل رادیاتور وجود داشته‌باشد 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 نمائید. شیرهای پروانه‌ای باید بسته بمانند. (شکل ۲)

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

۲-۳-۲) مراحل نصب رادیاتور

شیر پروانه‌ای را مطابق عملیات زیر بدرستی ببندید:

* پیچهای آب بند را توسط یک آچار رینگی و یا تخت شماره 36mm شل نمائید. (۲)
* شیر پروانه‌ای را در جهت عقربه ساعت توسط آچار رینگی و یا تخت 19mm بسته نگاه دارید. (۱)
* پیچ آب بند را ببندید.
* سطوح آب بندی رادیاتور و فلانچ‌های مربوطه را توسط رنگ بر و کاردک از رنگ پاک کرده و سطح آن را توسط سمباده

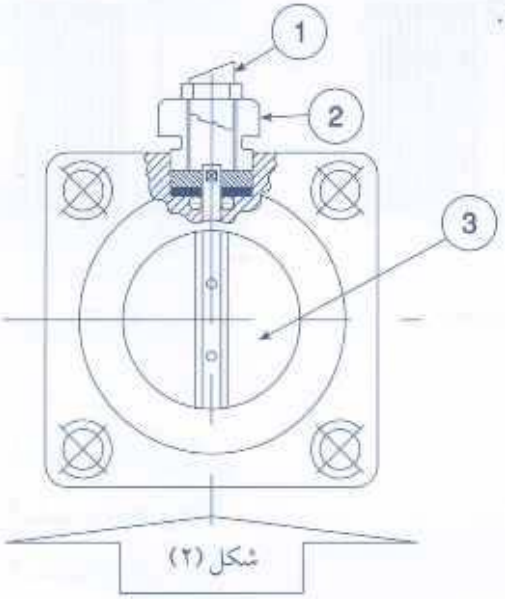
کاملاً صیقل دهید.

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

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

* رادیاتور را توسط جرثقیل از قلاب یا انشعابات لوله ها بلند کنید. فلانچهای بالائی و پائینی‌را یکنواخت و همزمان وصل نموده، پیچها را جهت داشتن آب بندی خوب بطور ضربدری محکم نمائید.

این روش را جهت نصب تمام رادیاتورها بکار گیرید.

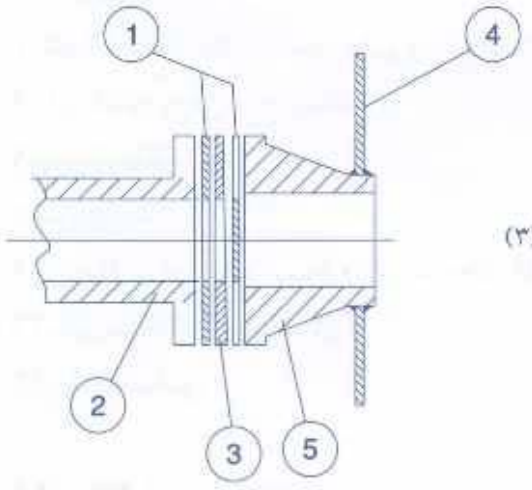


شکل (۲)

۱ـ نشانگر وضعیت شیر پروانه‌ای
۲ـ پیچ آب بند و تثبیت وضعیت
۳ـ شیر پروانه‌ای

توجه:

در هنگام نصب رادیاتورها شیرهای پروانه‌ای باید بسته بمانند.



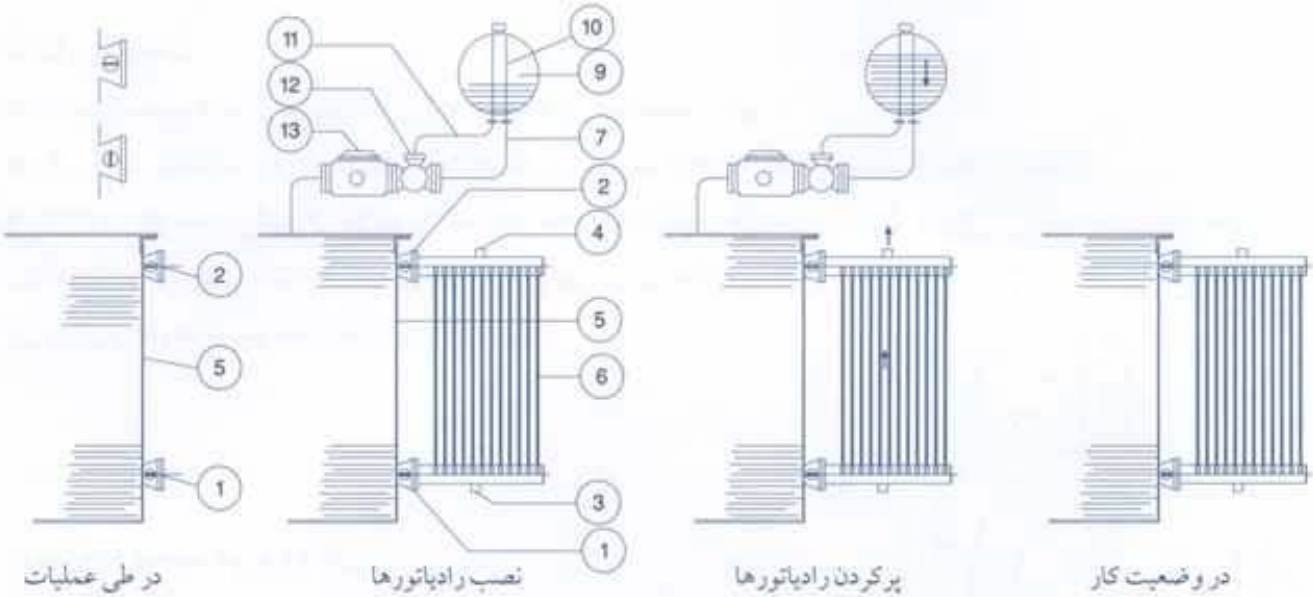
شکل (۳)

سطح مقطع اتصال یک فلانچ

۱ـ واشر آب بندی
۲ـ لوله رادیاتور
۳ـ پولک یکسان کننده
۴ـ دیوار مخزن
۵ـ فلانچ شیر

۳-۳-۲) ترانسفورماتور با مخزن نیمه پر ـ پرکردن روغن بدون اعمال خلاء

ترانسفورماتور را بدون اعمال خلاء توسط روغن پر کنید. پیچ تخلیه هوا (۴) روی رادیاتور (شکل ـ 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 نمایید، بعد از پر شدن تمامی رادیاتورها بایستی رادیاتورها هواگیری شوند.

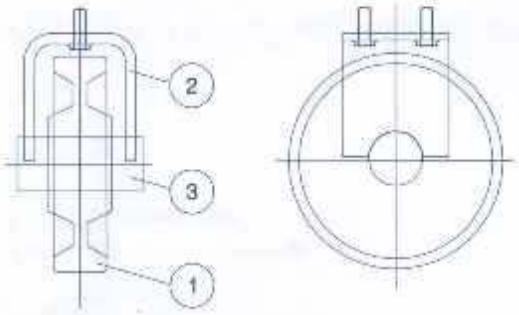


شکل (۴)

۱ـ شیر پروانه‌ای پائین
۲ـ شیر پروانه‌ای بالا
۳ـ تخلیهٔ روغن
۴ـ پیچ هواگیری
۵ـ مخزن ترانسفورماتور
۶ـ رادیاتور
۷ـ اتصالات لوله‌های ترانسفورماتور و منبع انبساط
۸ـ شیر تخلیهٔ روغن منبع انبساط
۹ـ منبع انبساط
۱۰ـ روغن‌نما
۱۱ـ اتصالات لولهٔ منبع انبساط و شیر سه حالته (شیر کشوئی)
۱۲ـ شیر سه حالته (شیر کشوئی)
۱۳ـ رلهٔ بوخهلتس

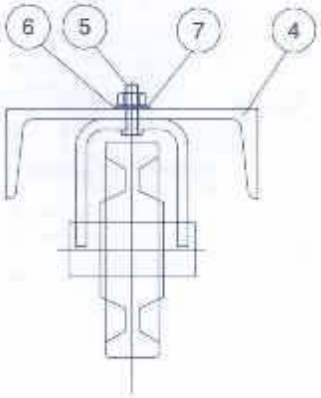
۲-۳) مراحل نصب چرخ ها

* ترانسفورماتور را توسط جرثقیل از طریق قلاب‌های حمل بلند نمایید.
* سوراخ‌های تعبیه شده روی شاسی کف ترانسفورماتور را کنترل کنید.
* چرخ ها را بطور صحیح در زیر ترانسفورماتور قرار داده و اتصالات پیچ و مهره ای 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.



۱ـ غلتک چرخ
۲ـ بدنهٔ چرخ
۳ـ صفحهٔ اتکایی

شکل (۵)



۴ـ شاسی کف مخزن
۵ـ پیچ شش گوش (*)
۶ـ واشر
۷ـ واشر فنری

شکل (۶) محکم نمودن پیچ چرخها

(*) تا قدرت 800 KVA پیچ M16*30 در بدنه چرخ نصب شده است.

بازرسی پس از نصب:

* تمامی پیچ و مهره‌ها 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.

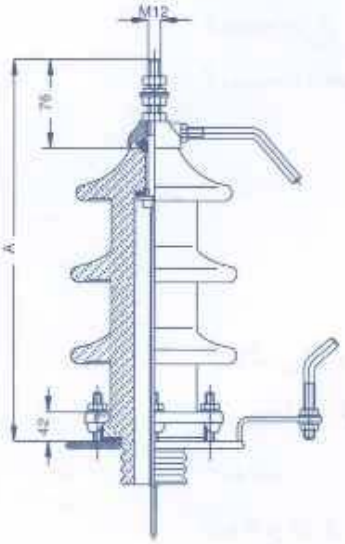
بعد از استقرار ترانسفورماتور می‌باید اتصال کابل‌های حفاظتی مربوط به ترمومتر، رلهٔ بوخهلتس، فشارشکن، نشان دهنده سطح روغن و سایر تجهیزات حفاظتی بر روی ترانسفورماتور به کلیدهای قطع و وصل فشار قوی و دیژنکتور مربوطه تکمیل گردد.

۵ـ۲) هواگیری از بوشینگ‌ها

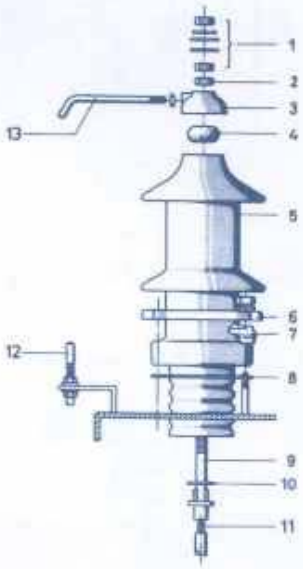
روش تخلیهٔ هوا در مقره‌های فشار قوی بر اساس DIN 42531 و عمدتاً برای ولتاژهای ۱۱ و 20 و 33 کیلوولت (هواگیری از بوشینگها در مواردی از بوشینگهای فشار ضعیف با استفاده از پیچ هواگیری نیز انجام می‌گردد) و مطابق شکل(۷) به این شرح است: مهره (۲) را تا اندازه‌ای باز کرده میله اتصال (۹) را کمی به داخل مقره (۵) فشار داده تا هوای موجود بین میله اتصال (۹) و مقره (۵) از کنار واشر (۴) خارج شود. با این عمل مختصری روغن بیرون می ریزد که باید آن را بدقت تمیز نمود سپس مهره (۲) را دوباره در جای خود محکم میکنیم با رعایت این امرکه شاخک جرقه‌گیر بالایی (۱۳) باید کمی خارج از امتداد شاخک پائینی (۱۲) باشد تا از عواقب ناشی از تشکیل ستون یخ در مسیر جرقه زنی اجتناب شود.

توجه شود که پس از هواگیری، 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 (۷)

تذکر مهم:

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.

۳ـ انجام تست‌های الکتریکی قبل از راه‌اندازی

اقدامات ایمنی:

الف) بدنه ترانسفورماتور را از قبل از انجام هرگونه تست ازطریق پیچ زمین (Earth) تعبیه شده زمین کنید.

ب) اگر به یک عیب داخلی در ترانسفورماتور مشکوک میباشید ابتدا از عدم وجود گازهای آتش‌زا مطمئن شوید. به واسطه عبور جریان ورودی ممکن است در محل اشکال جرقه‌ای حاصل شده و ایجاد انفجار یا آتش سوزی نماید بنابراین بایستی هوای داخل ترانسفورماتور قبل از اندازه گیری‌ها خالی و توسط نیتروژن یا روغن پر شود.

ج) بعد از هر بار اندازه گیری، جهت حصول اطمینان از تخلیه الکتریکی، سیم پیچ‌ها 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 مقره‌ها به دقت تمیز شده باشند.

۱-۳) آزمایش مقاومت عایقی(میگر):

هدف از انجام آزمایش: اندازه‌گیری مقاومت عایقی بین بوبین‌های 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 مقره‌ها، 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 تعبیه شده زمین شده باشد.
* ترمینال‌های سمت فشار قوی را اتصال کوتاه کنید.
* ترمینال‌های 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 میگر بین سیم پیچ‌های فشار قوی و فشار ضعیف اعمال کرده، مقادیر مقاومت عایقی در زمان‌های 15 ثانیه و 60 ثانیه را به مگا اهم می‌خوانیم (شکل ۸) در طول زمان آزمایش به استثنا، ثانیه‌های اول مقدار مقاومت بایستی به تدریج افزایش یابد.

ب) اندازه‌گیری مقاومت عایقی بین سیم پیچ‌های 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 روشی که در بند الف گفته شد قرائت می کنیم (شکل ۹).

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

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

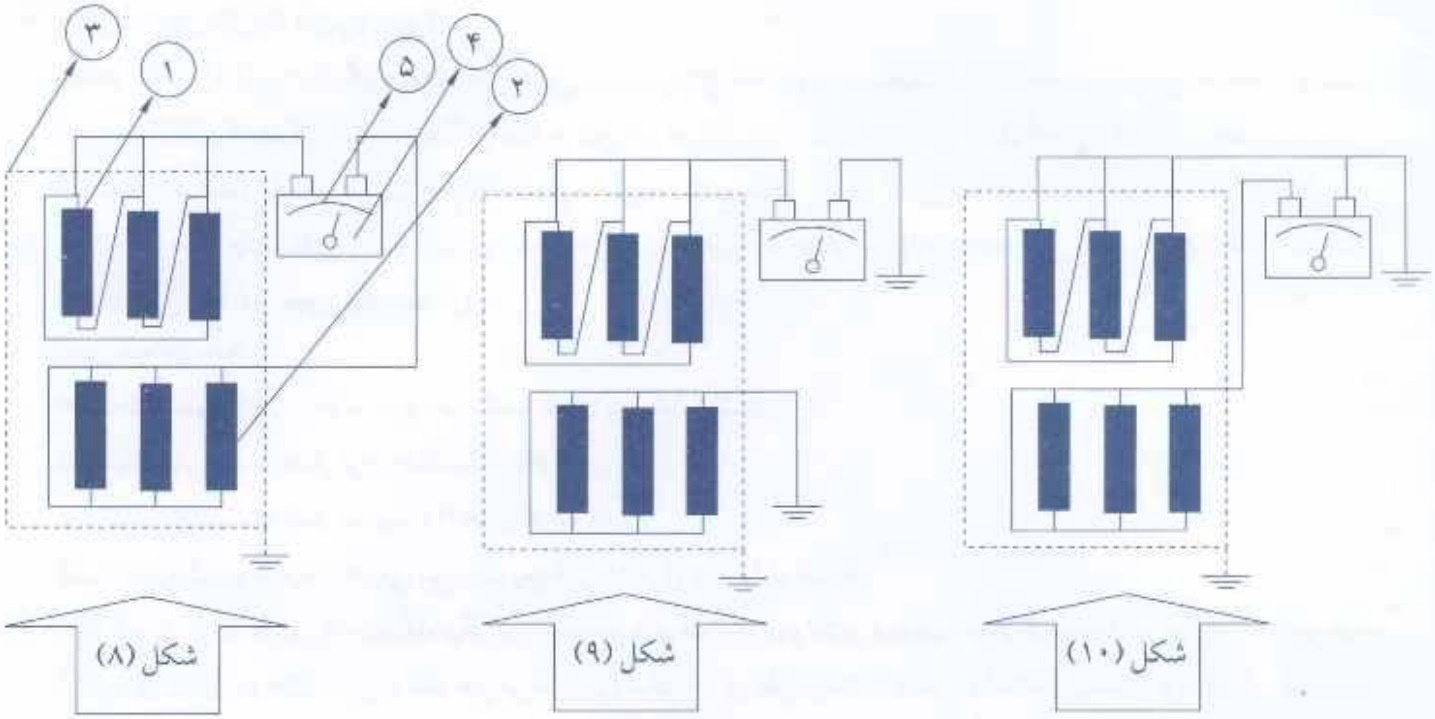
هـ) مقدار حاصل از تقسیم مقاومت عایقی ثانیه 60 به ثانیه 15 باید بیشتر از 1.35 باشد.

تذکر۱: مقدار ماکزیمم ولتاژ آزمایش برای سمت فشارقوی برای ردیف ولتاژهای ≥10 KV برابر 5000V DC و برای سمت فشار ضعیف برای ردیف ولتاژهای ≤1.1 KV برابر 1000V DC است (برای ردیفهای ولتاژی بین 10 KV و 1.1 KV از ولتاژ 2500V DC جهت تست استفاده شود). لذا جهت رعایت شرایط ایمنی بهتر است مقادیر ولتاژ اعمالی کمتر از مقادیر مذکور باشد.

تذکر۲: هنگامیکه ولتاژ اعمال میشود سیم پیچ‌ها به واسطه خاصیت خازنی شارژ میشوند، از دست زدن به مقره‌ها به واسطه احتمال بروز شوک الکتریکی اجتناب کرده و بعد از اتمام هر مرحله خروجی‌های تحت ولتاژ را زمین کنید.

مدارات اندازه‌گیری

۱ـ سیم پیچ فشار قوی
۲ـ سیم پیچ فشار ضعیف
۳ـ مخزن ترانسفورماتور
۴ـ وسیله اندازه گیری
۵ـ 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 می توان از روش اعمال ولتاژ و قرائت دو ولت متری استفاده نمود.

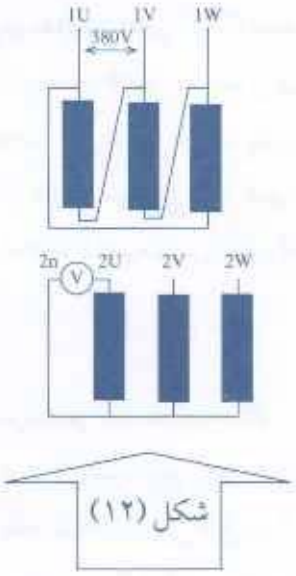
هدف از انجام آزمایش: در این تست صحت عملکرد ترانسفورماتور و داشتن ولتاژهای خروجی مورد نظر در تپ‌های مختلف و صحت عملکرد کلید تنظیم ولتاژ مورد تائید قرار میگیرد. **توجه نمایید که ولتاژ اعمالی حتماً از سمت فشار قوی اعمال گردد.**

روش انجام آزمایش:

* بدنه ترانسفورماتور را از طریق پیچ ارت تعبیه 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 القا، 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 اندازه گیری نسبت تبدیل، بایستی جریان های بی باری توسط آمپرمتر مناسبی در همه تپ‌ها قرائت و نسبت به هم مقایسه گردند.

طبق استاندارد IEC 60076 این خطا بایستی در محدوده ±0.5% در تپ نامی و ±1% در سایر تپ ها باشد اندازه‌گیری نسبت تبدیل بایستی برای کلیه پله‌های تنظیم ولتاژ انجام شود.

مثلاً برای گروه برداری Dyn5 به ترتیب زیر ولتاژها قرائت و محاسبه می‌شود:



شکل (۱۲)

$$\frac{1U\text{-}1V}{2u\text{-}2n}$$

$$\frac{1V\text{-}1W}{2v\text{-}2n}$$

$$\frac{1W\text{-}1U}{2w\text{-}2n}$$

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

هدف از انجام آزمایش: هدف از اندازه‌گیری جریان بی باری در ولتاژ پایین مثلاً 380 ولت یافتن عیوبی از سیم‌پیچ می‌باشد که توسط روشهای دیگر مانند اندازه‌گیری مقاومت و یا نسبت تبدیل قابل تشخیص نمی‌باشد(اتصال حلقه).

جهت دستیابی به مقادیر اندازه‌گیری شده دقیقتر، پس ماند مغناطیسی ناشی از اندازه‌گیری‌های DC نباید در هسته آهنی ترانسفورماتور وجود داشته باشد بدین دلیل جریان‌های بی باری باید قبل از اندازه‌گیری مقاومت DC سیم پیچ اندازه‌گیری گردند.

روش انجام آزمایش:

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

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

انواع 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 بوبین‌ها 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 اندازه‌گیری نمی باشد. ولی با توجه به کم بودن سطح مقطع سیم‌پیچ فشار قوی و بالا بودن تعداد دور آن نسبت به فشار ضعیف مقاومت اهمی آن قابل اندازه‌گیری و مشاهده با اهم‌متر می‌باشد. قابل توجه است که مقاومت طبق فرمول ذیل تابع دما می‌باشد:

$$Rw = Rk \frac{235+\theta w}{235+\theta k} \quad (\text{مس})$$

مقاومت اهمی در دمای مبنا $Rw = \theta w$

مقاومت اهمی در دمای سیم پیچ $Rk = \theta k$

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 می‌باشد که حداقل به مدت سه ساعت از برق جدا شده باشد.

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

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

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

ج) تشخیص صحت و یا عدم صحت کارکرد کنتاکت‌های کلید تنظیم ولتاژ

د) کنترل صحت 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 اندازه‌گیری مقاومت DC از روش ساده ولتمتر- آمپرمتر 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 اتومبیل مقاومت تنظیم کننده باید به اندازه‌ای تنظیم شود که جریان مناسبی از مدار عبور نماید. (10A برای اندازه گیری سمت فشار ضعیف و 0.1A برای سمت فشار قوی).

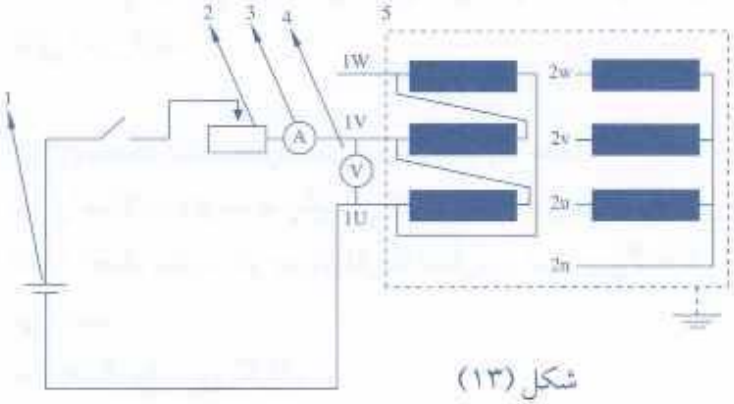
۱) منبع DC

۲) مقاومت تنظیم کننده (Ω 2-1)

۳) آمپرمتر

۴) ولت‌متر

۵) بوبین تحت آزمایش



شکل (۱۳)

مدار آزمایش را مطابق شکل (۱۳) ببندید.

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 ولت‌متر عدد ثابتی را نشان دهد.

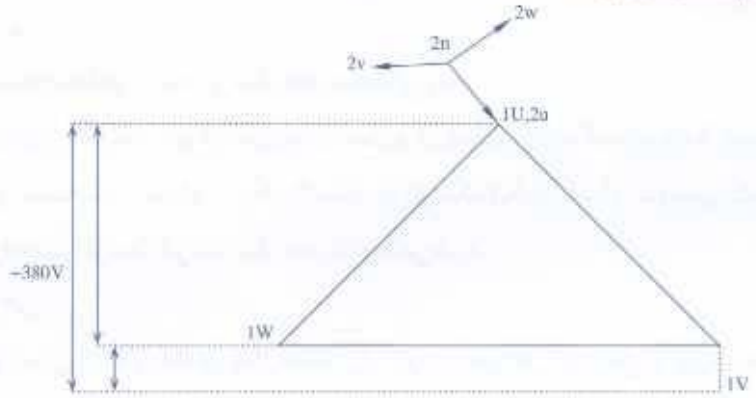
افت ولتاژ بر روی سیم پیچ تحت آزمایش را اندازه گرفته و با استفاده از رابطه R=V/I مقاومت اهمی سیم‌پیچ را محاسبه کنید.

نکته۱: در موقع قطع کردن منبع ولتاژ جهت جلوگیری از آسیب احتمالی به تجهیزات اندازه‌گیری، مولتی‌متر را از مدار باز کرده و دو سر آمپرمتر را اتصال کوتاه کنید.

نکته ۲: سیم پیچ‌ها به واسطه خاصیت خازنی شارژ می‌شوند، بعد از قطع منبع ولتاژ، خروجی‌های 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 متناوب سه فاز (380V) را به طرف فشار قوی اعمال کنید. ولتاژهای 1W-2w, 1W-2v, 1V-2v و 1V-2w را اندازه‌گیری کنید و با مقایسه مقدار اندازه‌گیری شده و گروه اتصال مورد انتظار صحت اتصال را کنترل نمایید. مثلاً برای گروه برداری Dyn5 در شکل ذیل بایستی ولتاژ قرائت شده $V_{(1w-2v)} < V_{(1w-2w)}$ و $V_{(1v-2w)} = V_{(1v-2v)}$ باشد. بدین ترتیب گروه اتصال ترانسفورماتور ترسیم و تائید میگردد.



۳-۶) جریان هجومی

همواره در لحظه برقدار 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 برقدار کردن ترانسفورماتور تابعی از پس‌ماند مغناطیسی در هسته (ناشی از قطع قبلی)، مقدار ولتاژ شبکه در لحظه وصل و مقدار امپدانس سلفی و اهمی سیم‌پیچ می‌باشد. بیشترین جریان هجومی ناشی از وصل، هنگامی ایجاد می‌شود که ترانسفورماتور در حالت بی باری دقیقاً لحظه‌ای به شبکه متصل شود که مقدار ولتاژ متناوب در لحظه وصل از صفر شروع به افزایش می نماید. جدول (۱-۵) مقدار تقریبی جریان هجومی مرتبط با جریان نامی فشار قوی که ممکن است هنگام راه‌اندازی 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 برقدار کردن

۴-۱) کنترل سطح روغن

در صورتی که روغن‌نمای چشمی و یا نشان‌دهنده 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 ظرف‌های مطمئن تحویل گردیده باشد، می‌توان 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 بدنه و سایر نقاطی که باید اتصال زمین شوند

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

۴-۳) حصول اطمینان از صحت عملکرد رله‌ها و مدارهای حفاظتی پست

عملکرد هر رله و وسیله حفاظتی با توجه به نوع آن متفاوت است و باید طبق کاتالوگ مربوطه از صحت عملکرد آن اطمینان حاصل کرد برای این منظور انجام تست‌های سیگنالینگ برای تک تک رله‌ها و تجهیزات حفاظتی و کنترل طبق Connection Diagram ارائه شده توسط شرکت سازنده پیشنهاد می‌شود.

۴-۴) آزمایش وضعیت روغن

در صورتیکه ترانسفورماتور بیش از شش ماه در انبار نگهداری شود توصیه می‌شود قبل از بهره‌برداری از ترانسفورماتور، روغن آن تست شود. در صورتی که ولتاژ شکست عایقی روغن کمتر از 50kV/2.5 mm باشد باید روغن ترانسفورماتور رطوبت زدایی و تصفیه گردد.

۴-۵) آببندی

در ترانسفورماتورهای هرمتیک با توجه به اهمیت ویژه ایزوله بودن داخل مخزن از محیط بیرونی بایستی از آببند بودن آن اطمینان حاصل کرد، بدین منظور بایستی تمامی اتصالات پیچ و مهره‌های مخزن و مقره‌ها در وضعیت گرم کنترل و در صورت لزوم آچارکشی گردد. در صورتیکه نقص آببندی برای مدت طولانی ادامه داشته باشد، و حتی پس از محکم کردن پیچ ها باز هم نشتی برطرف نگردد باید واشرهای مربوطه را تعویض نمود. در صورت وجود نقص آببندی در سایر قسمت ها مثلاً دیواره‌های مخزن و یا رادیاتورها با شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو مکاتبه 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 کنتاکتها وچسبندگی آنها در موقعیتهای مختلف قرار گرفته ودر نهایت در وضعیت مورد نظر ثابت شوند. لذا باید حداقل سالی یکبار آنرا در وضعیت‌های مختلف حرکت داد تا کنتاکتها 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:

* یکسان بودن نسبت تبدیل با تلرانس ±0.5%
* نسبت تبدیل را باید به کمک دو ولت‌متر در کلیه حالات کلید تنظیم ولتاژ اندازه‌گیری نمود. مقادیر اندازه‌گیری شده باید برای سه فاز یکسان باشد. پس از این آزمایش کلید تنظیم ولتاژ 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 ویا قابل تطبیق به یکدیگر باشد. (بر اساس استاندارد IEC و یا VDE).
* یکسان بودن درصد ولتاژ اتصال کوتاه با تلرانس ±10%
* نسبت قدرت اسمی نباید بیش از سه به یک باشد.
* یکسان بودن ولتاژ اسمی.
* ضمناً قبل از بهره‌برداری از ترانسفورماتور به صورت موازی (برقراری ارتباط بین ترمینالها) باید کاملاً مطمئن گردید که بین ترمینالهای همنام ولتاژی وجود نداشته باشد.

۵ـ برقدار کردن ترانسفورماتور

پس از آنکه نصب ترانسفورماتور به پایان رسید و کلیه تست‌ها و بازرسی‌های لازم انجام گرفت، ترانسفورماتور آماده راه‌اندازی و قرار گرفتن در شرایط کاری خواهد بود.
اعمال ولتاژ به ترمینال اولیه آن می‌تواند با بستن دیژنکتور 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 بی باری را اندازه‌گیری و یادداشت کنید، ترانسفورماتور را به مدت ۲۴ ساعت تحت ولتاژ قرار داده و وضعیت رلهٔ بوخهلتس 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 به‌صورت مکتوب گزارش دهید.

۶ـ کلیاتی در زمینهٔ 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 عریان 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 حتی‌الامکان در مجاورت دیوار قرار داشته باشد در این حالت وضعیت قرار گرفتن پلاک مشخصات و درجه روغن‌نما و رلهٔ بوخهلتس نیز باید برای مشاهده ایمن از فاصله یک متری مناسب باشد.
* حریم ترانسفورماتور با استفاده از توره مشبک فلزی یا تور سیمی از سایر نواحی مجزا گردد و روی توره 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 انبساط ترانسفورماتور تا سقف معادل 100 سانتیمتر باشد.
* به منظور خنک کردن ترانسفورماتور، فاصله آن از دیواره‌های اطاقک 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 مقره با ترانسفورماتورهایی که مخصوص نصب در فضای سرپوشیده هستند، اختلاف دارند. لذا جهت نصب ترانسفورماتورهای اخیر (Indoor) باید آنرا در اطاقکی سرپوشیده طبق استاندارد VDE 0105 قرار داد تا در مقابل گرد و خاک، برف و باران و غیره ایمن باشند.
* ترانسفورماتورهای توزیع‌مورد استفاده برای نصب روی زمین دارای چرخ‌هایی با قابلیت تغییر جهت و یا فاصله استاندارد می باشند. لذا برای استقرار آنها، می‌باید ریل مناسبی تعبیه گردد و حداقل دو چرخ مقابل و در صورت امکان هر چهار چرخ ترانسفورماتور به کمک نگهدارنده‌های پیچ و مهره‌ای در جای خود روی ریل ثابت گردند تا ترانسفورماتور در اثر نیروهای دینامیکی احتمالی، مانند زلزله جابجا نشود.
* دریچه‌هایی نیز جهت ورود و خروج هوا باید در نظر گرفته شوند. در صورت لزوم می‌توان برای گردش و تهویه بهتر هوا از مکنده های هوا استفاده کرد. حداکثر دمای محیط نباید از 40°C (برای ترانسفورماتورهای نرمال توزیع) تجاوز کند، در غیر اینصورت باید میزان بارگیری را نسبت به بار نامی کمتر کرد.

۷ـ ملاحظات بهره‌برداری، سرویس و نگهداری ترانسفورماتورها

۷ـ۱) درصد اضافه تحریک

امکان افزایش ولتاژ تغذیه ترانسفورماتور در طول دوره کارکرد بدلایل مختلف وجود دارد از آنجا که افزایش هر گونه اضافه ولتاژ بعد از افزایش تحریک ترانسفورماتور منجر به اشباع هسته می‌گردد و در نتیجه سبب بالا رفتن تلفات بی‌باری، داغ شدن هسته و در نهایت گرمتر شدن بیش از حد ترانسفورماتور شده و در نتیجه سبب پیری زودرس عایقها می‌گردد و علاوه بر این ترانسفورماتور با سطح صدای بالاتری عمل خواهد کرد.
مطابق استاندارد IEC 60076 افزایش 5% اضافه تحریک در طراحی لحاظ می‌گردد.

۷ـ۲) 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 حداکثر 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) آلودگی محیط نبایستی از مقدار پیش‌بینی شده بیشتر باشد.
و) ترانسفورماتورها از نظر قرار گرفتن در معرض زلزله ایمن باشند.

۷-۳) بهره برداری تحت شرایط غیر استاندارد

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

الف) بارگیری غیر از توان تعریف شده

ب) تغییر شرایط محیطی بر اساس طراحی (دمای 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 ، می بایستی 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 می گردد هادی به حرارت خطرناکی برسد و این امکان کاهش موقتی در تحمل عایقی را ایجاد می کند این نوع بارگیری در صورت بروز بایستی سریعاً کنترل شوند . زمان مجاز برای این نوع بارگیری بایستی کمتر از ثابت زمانی حرارتی ترانسفورماتور باشد و بستگی به درجه حرارت روغن قبل از افزایش بارگیری داشته 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 راه‌اندازی و یا قطع کننده) که فقط پس از رسیدن به نقطه پایداری حرارتی فعال می گردند ترانسفورماتور تحت تاثیر افزایش حرارت قرار می گیرد . این شرایط به ندرت اتفاق می‌افتد ، ولی در هر صورت سبب پیری عایق می گردد . در عین حال چون شرایط نادری در طول عمر یک ترانسفورماتور می‌باشد علت اصلی تضعیف و شکست عایقی محسوب نمی گردد .

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 فلوی پراکندگی
* افزایش تلفات اضافی در فلزاتی که در معرفی فلوی پراکندگی قرار دارند .
* به اشباع رفتن هسته بدلیل ترکیب فلوی اصلی و فلوی پراکندگی
* 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 ترانس (Indoor یا Outdoor)

۷-۵-۲) عملیات نصب و راه‌اندازی:

عملیات نصب و راه‌اندازی می‌بایستی توسط متخصصین خبره انجام شود و از ارجاع امر به افراد یا گروههای غیرمتخصص اکیداً اجتناب نمود. درصد بسیاری از عملکردهای نامطلوب ترانسفورماتور بدلیل عملیات نصب و راه‌اندازی غلط می باشد.

۷-۵-۳) سرویسهای دوره ای و نگهداری:

سرویسهای دوره‌ای 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 می‌باشد.

۷-۵-۴) تعویض قطعات مستعمل:

بدلیل گذشت زمان و شرایط فیزیکی حاکم می‌بایستی 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 می‌باشند:

- 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 آلودگی محیط، درجه حرارت حداکثر و حداقل و . . .)
- انتخاب تجهیزات حفاظتی مناسب (برقگیر و . . .)
- پخش بار (Load Flow) در شبکه‌های توزیع

۷-۶)سرویسهای دوره‌ای و نمونه‌برداری از روغن

۷-۶-۱) سرویسهای هفتگی

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

ب) بازرسی رطوبت گیر

ج) بازرسی سطح روغن

۷-۶-۲) سرویسهای ماهانه

الف) بازرسی اتصالات پیچ و مهره‌ای و نقاط جوش از جهت نشت روغن

ب) بازرسی نشتی روغن ازمقره‌ها

۷-۶-۳) سرویسهای ۶ ماهه

الف) بازرسی رنگ نهایی و تمیز نمودن سطوح

ب) تمیز نمودن چینی مقره‌ها

ج) بازرسی رلهٔ بوخهلتس در صورت موجود بودن

۷-۶-۴) سرویسهای سالیانه

الف) بازرسی سیستم‌های حفاظتی زمین

ب) کنترل عملکرد کلید تنظیم ولتاژ در تمامی پله‌ها جهت تمیز نمودن کنتاکت‌ها، در حالت بی برقی ترانسفورماتور

ج) بازرسی چفت و بست‌های الکتریکی

۷-۶-۵) سرویسهای ۲ ساله

الف) بازرسی برقگیرهای حفاظتی شاخکی

۷-۶-۶) سرویسهای ۵ ساله

الف) نمونه‌گیری و تست روغن

۷-۷) نمونه‌برداری روغن

۷-۷-۱) ظروف نمونه برداری

ظروف نمونه‌برداری روغن می بایستی از انواع زیر باشد:

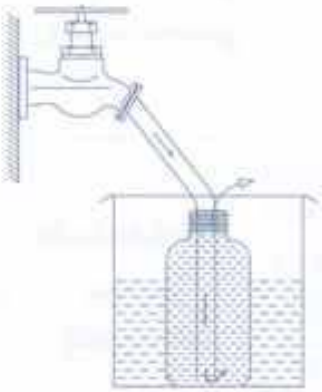
* استوانه‌ای از استیل
* ظرف شیشه‌ای قهوه‌ای رنگ

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.

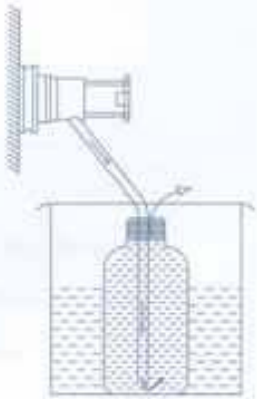
۷-۷-۳) شرایط و نحوه نمونه برداری روغن:

* برای نمونه‌برداری 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 نمونه‌برداری را کاملاً تمیز کنید به طوری که عاری از هر گونه آلودگی باشد.
* قبل از پر کردن ظروف نمونه برداری، حداقل دو بار آنرا بوسیله روغن ترانسفورماتور شستشو دهید.
* به شیر نمونه‌گیری یک اتصال دهنده با واشر آببندی، سر شیلنگ و شیلنگ مقاوم در مقابل روغن به طول 300-500 mm متصل نمایید. (شکل ۱ و ۳)
* شیلنگ را بگونه‌ای وارد بطری کنید که انتهای آن فاصله کمی تا کف بطری 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 بلافاصله درب شیشه را ببندید.
* 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 نشاندهنده‌های مختلف	خطا	علل ممکن	راههای رفع عیب
رلهٔ بوخهلتس	آلارم رلهٔ بوخهلتس	کمبود روغن. جمع شدن هوا. تولید گاز بدلیل عیب داخلی. لرزش ناگهانی. قطع ناشی از خطا.	ترانسفورماتور می‌تواند بکار خود ادامه دهد. آزمایشات زیر جهت آنالیز خطا باید هرچه سریعتر صورت گیرند. ۱ـ سطح روغن، لوله‌ها و وضعیت شیرها را کنترل کنید. ۲ـ اتصالات الکتریکی را کنترل کنید. ۳ـ عملکرد قطع رلهٔ بوخهلتس را کنترل کنید. ۴ـ مقداری از گاز را در محفظه شیشه‌ای بمدت ۵ ساعت قرار داده و آنرا آنالیز کنید. ۵ـ مقداری از گاز را به آنالیزگر گاز وارد کنید. ۶ـ از بالای مخزن (۱لیتر) روغن نمونه‌گیری کرده و یک آنالیز گاز انجام دهید. ۷ـ از پائین مخزن (۱لیتر) روغن نمونه‌گیری کرده و از جهت استقامت دی‌الکتریک کنترل نمائید. ۸ـ تمامی اتصالات مقره‌ها را باز کرده و اندازه‌گیری‌های زیر را انجام دهید. ۸ـ۱ـ مقاومت عایقی بین سیم‌پیچی‌ها و دیواره مخزن و همچنین بین خود سیم‌پیچی‌ها را اندازه‌گیری کنید. مقدار راهنمائی تقریبی: 1 (MΩ/KV) KV: ولتاژ نامی ترانسفورماتور ۸ـ۲ـ اندازه‌گیری نسبت تبدیل توسط تجهیزات اندازه‌گیری و یا بکارگیری ولتاژ کم در سمت HV ۸ـ۳ـ مقاومت سیم‌پیچی را بطریقه DC اندازه‌گیری کنید. ۸ـ۴ـ جریان بی‌باری را از سمت LV ترانسفورماتور اندازه‌گیری کنید. ۹ـ نتایج را با گواهینامه‌های تست دستورالعمل‌های کاری مقایسه کنید.
	قطع رلهٔ بوخهلتس	کمبود روغن. جریان شدید روغن بواسطه عیب داخلی. تولید ناگهانی گاز بواسطه عیب داخلی. لرزش ناگهانی. قطع در اثر خطا.	شرایط خارج شدن از مدار را حفظ کنید. اندازه‌گیریها و آزمایشات شرح داده شده در بندهای ۱ الی ۹ را انجام دهید. ترانسفورماتور را هواگیری کرده و در صورتیکه عیب تشخیص داده نشد و یا علت عیب رفع گردید مجدداً راه‌اندازی گردد.
نشان‌دهندهٔ سطح روغن مغناطیسی	سطح روغن خیلی پائین است.	مقدار روغن کافی نمی‌باشد. (دما پائین است یا روغن کم می‌باشد). نشان‌دهنده معیوب می‌باشد.	روغن را اضافه کنید. نشان دهنده را کنترل نمائید.
کلید تنظیم ولتاژ بدون بار (off circuit)	راه‌اندازی امکان ندارد. ترانسفورماتور ولتاژ ندارد. رلهٔ بوخهلتس گاز دارد.	سیستم تنظیم‌کننده دارای مشکل است. برقراری کنتاکت مشکل دارد. روی کنتاکتها آلودگی کربنی شکل گرفته است.	سیستم را تنظیم کنید. کلید تنظیم ولتاژ را چندین بار در طی سال در کل رنج کاریش حرکت دهید. ترانسفورماتور را همانطوریکه در بخش رلهٔ بوخهلتس ذکر شد کنترل نمائید. (نکات ۱ الی ۲)

تجهیزات حفاظتی و نشاندهنده‌های مختلف	خطا	علل ممکن	راههای رفع عیب
رطوبت گیر	کریستالهای رطوبت‌گیر از آبی به صورتی تغییر رنگ می‌دهند و سفید می‌شوند.	رطوبت جوی بالاست. شیشه محفظه نشتی دارد. (تغییر رنگ از پایین) رطوبت به منبع انبساط و لوله‌ها و شیشه محفظه نشتی 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 نمائید. 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 نمائید. روغن را در صورت لزوم خشک نمائید. با سازنده تماس حاصل نمائید.
برقگیر حفاظتی در مقره‌ها	غالباً عمل می کنند.	فاصله بین شاخکها صحیح نیست.	فاصله بین شاخکها را تنظیم کرده و آنها را محکم کنید.
کابلشوهای روی مقره‌ها	تغییر رنگ روی قسمت‌های مختلف	اتصال ضعیف	کفشها را تمیز کنید. پیچها را محکم کنید.
اتصال زمین	اتصال زمین قطع شده است.	جریان بیش از حد به دلیل صاعقه و جرقه. حلقه های جریان غیر مجاز از زمینهای مختلف.	کنتاکتها را تمیز کرده، پیچها را ببندید و فواصل الکتریکی را کنترل کنید. حلقه‌های جریان را باز کنید. تنها یک زمین با سطح مقطع مناسب کافی است.

۸ـ خدمات پس از فروش

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

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

۲ـ انجام کلیه تعمیرات (جزئی و کلی) بر روی ترانسفورماتورهای ساخت شرکت توزیع ایران ترانسفو زنگان، ایران ترانسفو ری، ترانسفورماتورسازی کوشکن.

۳ـ فروش کلیه لوازم یدکی از قبیل بوشینگ و متعلقات آن، روغن نما، ترمومتر، رطوبت گیر، کلید تنظیم ولتاژ، روغن ترانسفورماتور، واشرهای آب بندی، کفشک، چرخ ترانسفورماتور و . . . . . توسط شرکت خدمات پس از فروش ایران ترانسفو به مشتریان و نمایندگی‌های 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 پشتیبانی و فروش قطعات 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. پس از دریافت درخواست و کنترل موجودی انبار پیش فاکتور صادر و ارسال می گردد.

۴ـ به منظور ارائه خدمات درخواستی مشتریان محترم بر روی ترانسفورماتورهایی که ساخت شرکت توزیع ایران ترانسفو زنگان، ایران ترانسفو ری، ترانسفورماتور سازی کوشکن نمی باشند، باید مدارک یا 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.

۱ـ 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 تست‌های لازم بر روی روغن و تحلیل نتایج آن، نصب و بهره‌برداری، سرویس‌های دوره ای، تغییرات کاربری ترانسفورماتور (تغییر گروه برداری، تغییر ردیف ولتاژ و . . .)، آموزش و مشاوره.

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

تلفن: ۵۲ـ۲۲۲۱۳۴۹ـ۰۲۴۱
فاکس: ۲۲۲۱۳۵۳ـ۰۲۴۱
E-mail: itass@iran-transfo.com