گروه صنعتی آریا ترانسفو
ARYA TRANSFO INDUSTRIAL GROUP

آریا ترانسفو شرق
ARYA TRANSFO SHARGH

SCAN FOR VIDEO

راهنمای نصب و بهره‌برداری ترانسفورماتور توزیع روغنی

گروه صنعتی آریا ترانسفو در یک نگاه

گروه صنعتی آریا ترانسفو تولیدکننده انواع ترانسفورماتورهای توزیع، فوق‌توزیع، قدرت، کوره قوس‌الکتریکی، راکتور، شیفت‌فاز و همچنین سیم و تجهیزات مورد مصرف در ترانسفورماتور می‌باشد. سرمایه‌گذاری در کلیه شرکت‌های این گروه صنعتی، هم در حوزه زیر ساخت‌ها، اعم از ماشین‌آلات و تاسیسات و هم در حوزه دانش فنی و تکنولوژی طراحی و ساخت از کشورهای اروپای‌غربی به شکلی کاملا اصولی و هم‌تراز با شرکت‌های پیشرو این صنعت در دنیا انجام شده است، به طوری که با بهره‌مندی از پرسنل با تجربه و آموزش دیده، قابلیتی را ایجاد نموده که محصولات تولیدی شرکت‌های این گروه قابل رقابت با تولیدات سازندگان تراز اول جهان می‌باشد.

استراتژی این گروه صنعتی این است که در کنار ارائه محصولات و خدمات با کیفیت به مشتریان خود، سرمایه‌گذاری مستمر در زمینه دانش‌فنی، تکنولوژی تولید و توسعه نیروی انسانی را سرلوحه کار خود قرار داده، به گونه‌ای که ضمن ارتقاء مستمر سطح کیفیت محصولات و خدمات ارائه شده، نیازهای آتی مشتریان را نیز شناسائی نموده و پاسخگو باشد.

شرکت‌های زیر مجموعه گروه صنعتی آریا ترانسفو مشتمل بر ۸ شرکت، شامل ۵ شرکت تولیدی و ۳ شرکت مهندسی و بازرگانی با تولیدات و فعالیت‌هایی به شرح زیر می‌باشند:

شرکت آریا ترانسفو شرق: تولیدکننده انواع ترانسفورماتورهای توزیع‌روغنی و خشک‌رزینی تا ولتاژ ۳۶ کیلوولت و تا توان ۴۰۰۰ کیلوولت‌آمپر

شرکت آریا ترانسفو قدرت: تولیدکننده انواع ترانسفورماتورهای فوق‌توزیع و قدرت تا ولتاژ ۴۲۰ کیلوولت و تا توان ۵۵۰ مگاولت‌آمپر سه‌فاز و همچنین راکتورهای موازی تا توان ۱۰۰ مگاوار و ترانسفورماتورهای شیفت‌فاز

شرکت ترانسفورماتور کوره آریا: تولیدکننده انواع ترانسفورماتورهای کوره قوس‌الکتریکی تا توان ۳۶۰ مگاولت‌آمپر و جریان تا ۱۴۰ کیلوآمپر، ترانسفورماتورهای پاتیلی، یکسوساز، سیکلوکانورتر و راکتورهای سری

شرکت ساخت قطعات و تجهیزات آریا ترانسفو: تولیدکننده لوازم و تجهیزات مورد مصرف در ترانسفورماتورهای توزیع، نظیر: کلید تنظیم‌ولتاژ، محفظه رطوبت‌گیر، روغن‌نما و شیرهای نمونه‌برداری

شرکت تولید سیم آریا: تولیدکننده انواع سیم‌های تخت کاغذی و بافته شده تا ۸۱ رشته مورد مصرف در ترانسفورماتور

شرکت خدمات پس از فروش آریا ترانسفو: با شبکه گسترده نمایندگی‌های خود، ارائه‌کننده خدمات پس از فروش محصولات گروه و همچنین ارائه دهنده خدمات نصب و راه‌اندازی، مانیتورینگ، نگهداری و بازسازی ترانسفورماتورهای شبکه و صنایع و نیز تامین‌کننده گسترده لوازم‌یدکی مورد مصرف در ترانسفورماتور

شرکت فناوری اطلاعات آریا ترانسفو: با زیرساخت‌های مدرن و قابل اطمینان، ارائه‌کننده خدمات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، هوشمندسازی فرآیندها و توسعه تجارت الکترونیک به شرکت‌های گروه و نیز سایر شرکت‌های تولیدی

شرکت بازرگانی آریا ترانسفو: با دارا بودن چرخه تامین در داخل و خارج از کشور، عهده‌دار تهیه مواد اولیه، تجهیزات و ماشین‌آلات شرکت‌های گروه و همچنین با برقراری شبکه نمایندگی‌های بازاریابی و فروش، عرضه‌کننده محصولات شرکت‌های گروه در داخل و خارج از کشور

همچنین شرکت‌های این گروه به منظور بهره‌مندی از سیستم‌های نوین مدیریتی و بهبود و پایش مستمر فرآیندها، نسبت به استقرار سیستم‌های مدیریت کیفیت، زیست‌محیطی و ایمنی و بهداشت بر اساس استانداردهای ISO9001:2015، ISO14001:2015 و ISO45001:2018 اقدام نموده‌اند.

۱ – مقدمه

این کتابچه شامل اطلاعاتی کاربردی در زمینه‌های بارگیری، حمل، انبارش، نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری و نگهداری ترانسفورماتورهای توزیع روغنی است و می‌تواند مورد استفاده تمامی افراد ذیصلاح مرتبط با نصب و بهره‌برداری ترانسفورماتورهای توزیع قرار گیرد.

لازم به ذکر است که عملکرد بهینه‌ی ترانسفورماتورهای توزیع روغنی پس از طراحی و ساخت مناسب، وابسته به نصب و بهره‌برداری صحیح می‌باشد. همانند سایر تجهیزات الکتریکی، ترانسفورماتورها نیز باید مورد بازرسی و تعمیرات دوره‌ای منظم قرار گیرند و این کار می‌بایست توسط افراد کار آزموده و دارای صلاحیت انجام پذیرد.

۲ – مشخصات ترانسفورماتورهای تولیدی

۲–۱ ترانسفورماتورهای کم تلفات A-Bَ

با توجه به اهمیت تلفات ترانسفورماتور در شبکه‌ی توزیع، تولیدات استاندارد آریا ترانسفو شرق برای مصرف در داخل کشور از نوع ترانسفورماتورهای کم تلفات مطابق با طرح A-Bَ استاندارد CENELEC HD 428 می‌باشد. همچنین ترانسفورماتورهایی با طرح‌های ترکیبی دیگر و حتی با تلفات کمتر نیز قابل طراحی و ساخت هستند.

مشخصات فنی دقیق‌تر از قبیل تلفات‌بار و بی‌باری و اطلاعات ابعادی در قسمت ۲-۹ آورده شده است.

۲–۲ هسته

هسته از نظر الکتریکی هادی شار مغناطیسی و از نظر مکانیکی نگهدارنده سیم‌پیچ‌ها می‌باشد.

هسته‌ی ترانسفورماتورهای تولیدی این شرکت از ورق‌های مخصوص با ضخامت‌های بین ۰/۲۳ تا ۰/۳۰ میلیمتر، ازجنس فولاد سیلیکونی نورد سرد با بلورهای جهت داده شده (Cold Rolled Grain Oriented)، که دارای پوشش عایقی در طرفین است ساخته می‌شود.

عایق طرفین ورق‌های هسته، یک ماده غیر ارگانیک با ضخامت کمتر از ۴ میکرون و سازگار با روغن ترانسفورماتور است که در برابر خوردگی و حرارت مقاوم می‌باشد.

ورق‌های هسته به شکل رول از سازندگان معتبر تامین و در سایزهای مختلف توسط دستگاه‌های پیشرفته به دقت برش داده می‌شود، به‌طوری که در لبه‌های برش‌خورده آشفتگی میدان‌های مغناطیسی و تلفات به حداقل برسد.

به منظور افزایش کیفیت، علاوه بر استفاده از ورق‌های مغناطیسی با کیفیت بالا و تلفات پایین و انتخاب مناسب چگالی شارهسته، از روش هسته‌چینی به صورت هم‌پوشانی چندپله معروف به Step-Lap با زاویه برش ۴۵ درجه استفاده می‌شود. این روش سبب کاهش بیشتر جریان و تلفات بی‌باری و همچنین کاهش سطح صدا یا نویز در ترانسفورماتور می گردد.

شکل ۲-۱ هسته نمونه ترانسفورماتور توزیع

۲-۳ سیم پیچ ها

از نظر فنی و اقتصادی دو فلز مس و آلومینیوم می‌توانند در سیم‌پیچ‌ها به عنوان هادی جریان الکتریکی مورد استفاده قرار گیرند.

هادی‌های به کار رفته در تولیدات این شرکت فویل، سیم‌گرد و سیم‌تخت است. فویل به صورت مستقیم عایق نشده و سیم‌های گرد و تخت با لاک و یا کاغذ عایق شده‌اند.

۲-۳-۱ سیم‌پیچ‌های فشارضعیف

سیم‌پیچی است که برای ولتاژ پایین و جریان بالا طراحی شده است، در این سیم‌پیچ از سیم تخت و یا فویل استفاده شده و به صورت لایه‌ای پیچیده می‌شود.

۲-۳-۲ سیم‌پیچ‌های فشارقوی

سیم پیچی است که برای ولتاژ بالا و جریان پایین طراحی شده است، در این سیم‌پیچ از سیم‌گرد یا تخت با عایق لاک یا کاغذ استفاده شده و به صورت لایه‌ای و در برخی موارد بشقابی پیچیده می‌شود.

۲–۴ عایق های جامد

یک ماده عایقی خوب باید ویژگی‌های زیر را داشته باشد:

۱- استقامت دی الکتریک بالا

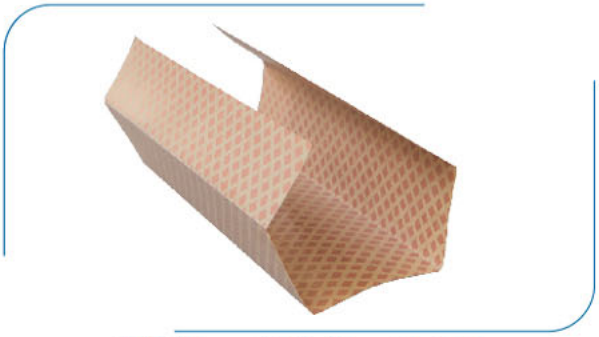
۲ - خواص مکانیکی مطلوب

۳ - عمر طولانی در دمای عملکرد

۴ - کاربری آسان

مواد عایقی باید در تمام طول عمر ترانسفورماتور در مقابل حرارت‌های تولیدی استقامت داشته و با روغن ترانسفورماتور سازگار باشند.

عایق‌بندی ترانسفورماتور توسط مرغوب‌ترین مواد عایقی (کاغذ، سیلندر و پرس بورد) از جنس سلولز صورت می‌پذیرد. مواد سلولزی از چوب‌هایی که دارای فیبر و چگالی بالایی هستند ساخته می‌شوند. فیبر بالا باعث عمر طولانی و چگالی بالا منجر به استقامت دی‌الکتریک بالا در این مواد می‌شود. محصولات سلولزی با روغن‌های معدنی سازگار هستند و به آسانی از روغن اشباع می‌شوند. اشباع تحت خلأ و دمای بالا انجام شده و حفره‌های باریک موجود در سلولز با روغن پر می‌شوند و در نتیجه استقامت عایق‌ها به طور فزاینده افزایش می‌یابد. در مواردی که حفره‌ها با روغن پر نشده باشند، این حفره‌های هوایی کوچک می‌توانند باعث ایجاد تخلیه جزئی شوند. تخلیه جزئی در سطح وسیع می‌تواند منجر به شکست عایقی در ترانسفورماتور شود.



شکل۲-۲ DDP (Diamond Dotted Paper)

۲–۵ روغن ترانسفورماتور

روغن ترانسفورماتور یک نوع روغن معدنی پالایش شده است که از تقطیر جزء به جزء نفت خام به دست می‌آید.

نقش اصلی روغن در ترانسفورماتور عبارت است از :

۱- عایق الکتریکی

۲ - سیال خنک کننده

۳ - شاخص وضعیت (برای عیب‌یابی)

روغن ترانسفورماتور از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده‌ی طول عمر ترانسفورماتور می‌باشد.

در تولیدات آریا ترانسفو شرق از روغن معدنی مطابق آخرین ویرایش استاندارد IEC60296 استفاده شده است.

درصورت سفارش مشتری سایر روغن‌های درخواستی نیز قابل تامین خواهد بود.

۲-۶ انبساط روغن و تنفس

۲-۶-۱ ترانسفورماتورهای با منبع انبساط- ARCONS™

در این نوع ترانسفورماتورها یک منبع انبساط تعبیه شده است که در هنگام افزایش و کاهش حجم روغن، سطح روغن در منبع انبساط افزایش و کاهش می‌یابد و بدین ترتیب مانع از ایجاد فشار به مخزن می‌شود.

شکل ۲-۳ ترانسفورماتور ARCONS™

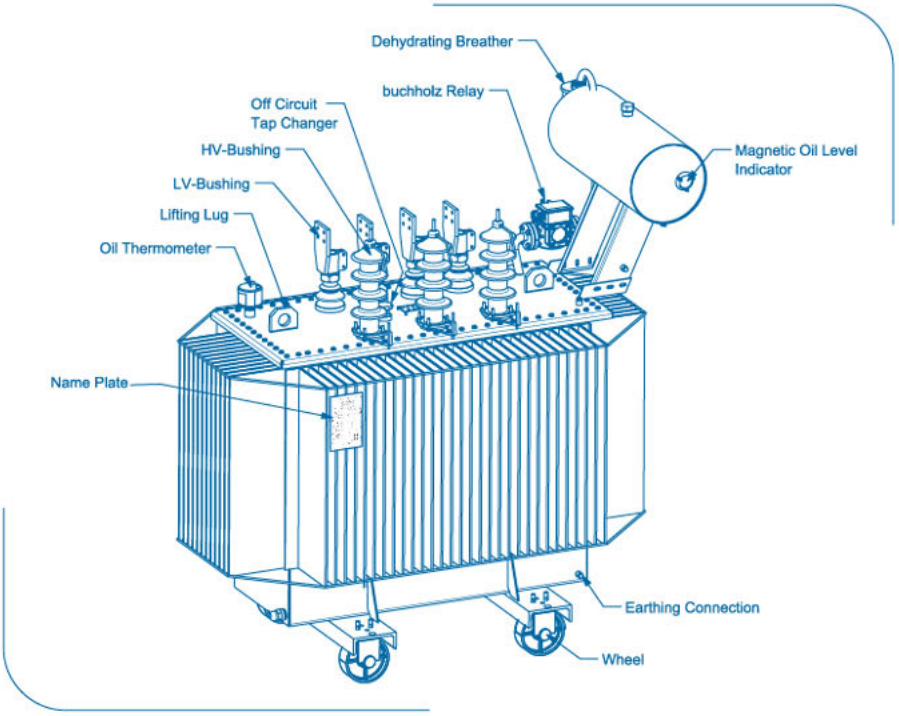
۲-۶-۲ ترانسفورماتورهای هرمتیک- ARSEAL™

مخزن این نوع ترانسفورماتورها کاملا بسته بوده و روغن هیچ‌گونه ارتباطی با هوای آزاد ندارد. این موضوع باعث می‌شود که رطوبت با عایق‌های سلولزی و روغن در تماس نبوده و عمر عایق‌ها افزایش یابد که این امر علاوه بر افزایش عمر ترانسفورماتور باعث کاهش هزینه‌های سرویس و نگهداری می‌گردد.

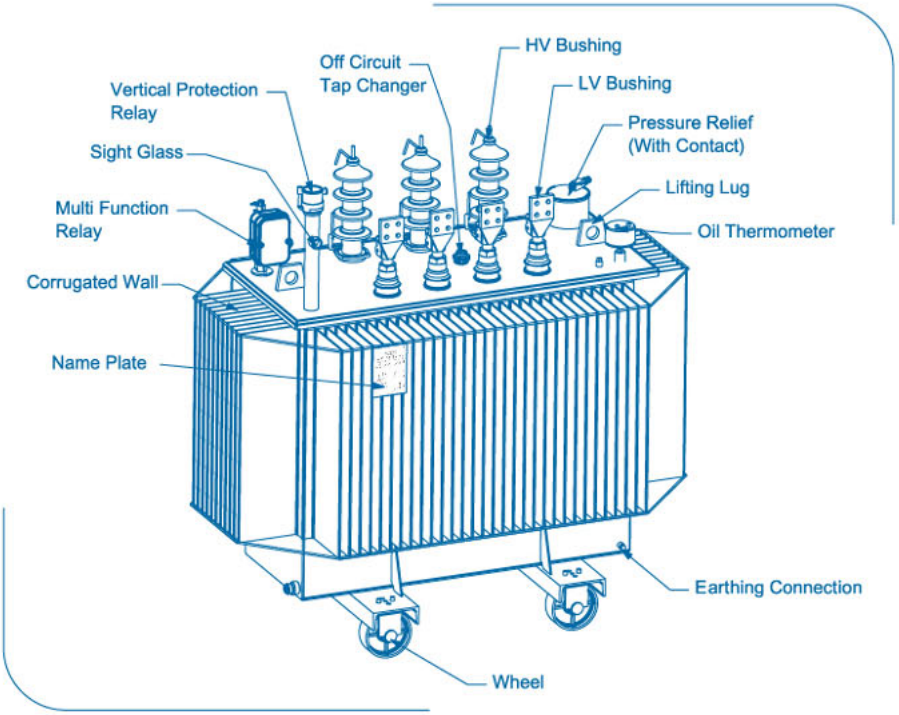
همچنین توصیه می‌شود در محیط‌هایی با آلودگی و رطوبت بالا، از ترانسفورماتورهای ARSEAL™ استفاده شود.

شکل ۲-۴ ترانسفورماتور ARSEAL™

۲-۷ تجهیزات ترانسفورماتور



شکل ۲-۵ شمای قرارگیری تجهیزات ترانسفورماتور ARCONS™



شکل ۲-۶ شمای قرارگیری تجهیزات ترانسفورماتور ARSEAL™

۲-۷-۱ کلید تنظیم ولتاژ (Off-Circuit Tap Changer)

کلید تنظیم ولتاژ به وسیله‌ی تغییر تعداد دور سیم‌پیچ فشار قوی موجب افزایش یا کاهش ولتاژ خروجی ترانسفورماتور شده و در نتیجه کاهش یا افزایش ولتاژ در شبکه را جبران می‌نماید به نحوی که ولتاژ مورد نیاز مصرف‌کننده ثابت بماند.

کلیدهای مورد استفاده در ترانسفورماتورهای توزیع از نوع Off-Circuit بوده و برای تغییر تپ باید ترانسفورماتور بی‌برق شود.

با توجه به نوع طراحی، آریا ترانسفو شرق عموما از کلید تنظیم ولتاژ نوع مستقیم و در برخی موارد از نوع کابلی استفاده می‌نماید.

در طرح های سفارشی، تعداد وضعیت و درصد تنظیم ولتاژ توسط مشتری تعیین شده و در طراحی لحاظ می گردد. این مقادیر در ترانسفورماتورهای نرمال به شرح زیر می باشد:

جدول ۱ تعداد تپ و درصد تنظیم ولتاژ ترانسفورماتورهای نرمال

ولتاژ فشار قوی (kV)	توان نامی (kVA)	تعداد وضعیت	تنظیم ولتاژ
۱۱	۲۵ تا ۲۵۰۰	۵	± ۲ ×۲/۵٪
۲۰	کوچکتر و برابر ۲۰۰	۳	± ۱ ×۴٪
۲۰	بزرگتر از ۲۰۰	۵	± ۲ ×۲/۵٪
۳۳	۲۵ تا ۲۵۰۰	۵	± ۲ ×۲/۵٪

شکل ۲- ۷ کلید تنظیم ولتاژ Off-Circuit مستقیم

شکل ۲- ۸ کلید تنظیم ولتاژ Off-Circuit کابلی

۲-۷-۲ بوشینگ‌ها (Bushings)

بوشـینگ‌ها از یک هادی مرکزی که توسـط عایق مناسـب در برگرفته شده‌اند، تشکیل می‌شود. بوشینگ برای عایق‌کردن سرهای خروجی سیم‌پیچ‌های فشارقوی و فشارضعیف نسبت به بدنه فلزی (زمین شده) به کار می‌رود. جنس بدنه بوشـینگ، چینی (Porcelain) و یا اپوکسـی رزین (در بوشـینگ‌های Plug-in یا Mono-block) اسـت کـه در نـوع چینـی سـطوح خارجـی آن بـا لعـاب قهـوه‌ای رنگـی پوشـیده مـی‌شـود. هم‌چنیـن هـادی فلـزی بـه کار رفته در داخل بوشینگ از جنس برنج یا مس انتخاب می‌شود.

تنظیم فاصله‌ی بین شاخک‌ها با یکدیگر و با بدنه‌ی جرقه‌گیر با توجه بـه ارتفـاع نصب اعـلام شده توسط مشتری، در شرکت سازنده انجام می‌پذیرد. همچنین برای اطلاع از فواصل جرقه‌گیرها می‌توان به جدول شماره۲ مراجعه نمود.

بوشینگ‌ها معمولا روی درپوش فوقانی و در برخی موارد روی دیواره‌ی جانبی ترانسفورماتور نصب می‌شوند.

شکل ۲-۹ بوشینگ فشارقوی

شکل ۲-۱۰ بوشینگ فشارضعیف

عوامل تاثیرگذار در انتخاب بوشینگ عبارتند از:

۱ . ولتاژ نامی سمت فشارقوی و فشارضعیف ترانسفورماتور

۲ . جریان خط عبوری از بوشینگ

۳ . Indoor یا Outdoor بودن محل نصب ترانسفورماتور

۴ . میزان رطوبت و آلودگی محیط نصب ترانسفورماتور که تعیین کننده‌ی طول خزش بوشینگ می‌باشد.

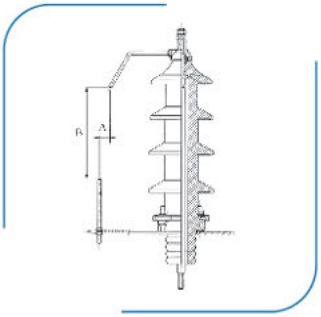
۵ . ارتفاع نصب ترانسفورماتور از سطح دریا

در صورتـی کـه بوشـینگ‌هـای ترانسـفورماتور بـه شـاخک‌هـای جرقه‌گیـر مجهـز باشـند، بـا توجـه بـه سـطح عایقی مورد نیاز و بر اساس جدول ذیل می‌توان فاصله‌ی شاخک‌های جرقه‌گیر را تعیین نمود.

چنانچـه در سـمت فشـارقوی از بـرق‌گیـر بیـن فـازهـا و زمیـن اسـتفاده شـود، وجـود جرقه‌گیرهـای شـاخکی غیر ضرور بوده و توصیه می‌شود جرقه‌گیرها باز شوند.

جدول ۲ فاصله‌ی شاخک‌های جرقه‌گیر

Um[kV]	A[mm]	B[mm]
12	≤25z	85
24	≤25z	155
36	≤25z	220



شکل ۲- ۱۱ شاخک‌های جرقه‌گیر

در صورت افزایش ارتفاع نصب از ۱۰۰۰متر، به ازای هر صد متر می‌باید یک درصد به فواصل جدول ۲ افزوده شود.

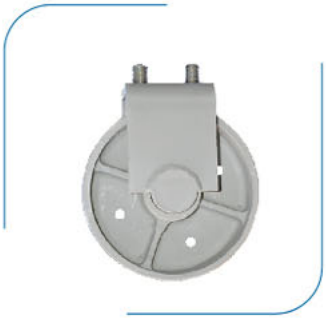
۲-۷-۳ ترمومتر روغن (Oil Thermometer)

ترمومتر روغن دارای عقربه‌ای است که میزان دمای روغن زیر درپوش ترانسفورماتور را نشـان می‌دهد. این تجهیز دارای دو کنتاکت است که با توجه بـه دمـای درخواستـی برای آلارم و تریپ (قطع) ترانسفورمـاتـور مـی‌تـواند تنظیم شود. در ترانسفورماتورهای استاندارد تولید آریا ترانسفو شرق این تجهیز برای تـوان‌های ۶۳۰ کیلوولت‌آمپر و بـالاتر وجود دارد و برای توان‌های پایین‌تر نیز در صورت درخواست می‌تواند نصب گردد.

شکل۲ - ۱۲ ترمومتر روغن

۲-۷-۴ چرخ (wheel)

بـر مبنـای سـفارش مشـتری در هـر توانـی از ترانسـفورماتور چـرخ قابـل نصـب می‌باشـد ولـی در ترانسـفورماتورهای استاندارد از توان ۴۰۰ کیلوولت‌آمپر و بالاتر به طور پیش‌فرض نصب می‌گردد.



شکل ۲- ۱۳ چرخ ترانسفورماتور

۲-۷-۵ رطوبت گیر (Dehydrating Breather)

در تمامی ترانسفورماتورهای کنسرواتوری تولیدی (ARCONS) رطوبت‌گیر نصب می‌شود. در ترانسفورماتورهای استاندارد تا توان ۶۳۰ کیلوولت‌آمپر از مخزن نیم‌کیلوگرمی و در توان‌های بالاتر از مخزن یک کیلوگرمی استفاده می‌شود. درون مخزن را با استفاده از یک ماده جاذب رطوبت مانند دانه‌های سیلیکاژل پر می‌کنند که در صورت تغییر رنگ با گذر زمان و جذب رطوبت باید نسبت به تعویض محتوی درون ظرف اقدام نمود. به دلیل رعایت مسایل زیست‌محیطی و ایمنی از سیلیکاژل‌های نارنجی رنگ استفاده می‌گردد. این دانه‌ها پس از جذب رطوبت به سبز تغییر رنگ می‌یابند. در غیر این صورت از سیلیکاژل‌های آبی رنگ استفاده می‌گردد که با جذب رطوبت به رنگ کرم یا سفید تبدیل می‌شود.

۲-۷-۶ رله‌ی بوخهلتس (Buchholz Relay)

این تجهیز به طور استاندارد برای ترانسفورماتورهای ۱۰۰۰ کیلوولت‌آمپر و بالاتر نصب شده و در صورت درخواست مشتری برای توان‌های پایین‌تر نیز قابل نصب می‌باشد. لازم به ذکر است با توجه به نوع کاربرد، این تجهیز فقط برای ترانسفورماتورهای دارای منبع انبساط روغن قابل استفاده است.

گازهای حاصل از عیوب مختلف به وجود آمده در ترانسفورماتور از طریق لوله کشی‌های موجود به بالاترین نقطه‌ی روغن که منبع انبساط است صعود می‌کنند. رله‌ی بوخهلتس در مسیر عبور گاز به منبع انبساط قرار داده می‌شود و اگر میزان گاز از حد مشخصی بیشتر شود، سیگنال‌های آلارم و تریپ (قطع) فعال شده و بهره بردار می‌تواند اقدام به تشخیص و رفع عیب نماید.

همچنین حرکت سریع روغن از مخزن ترانسفورماتور به سمت منبع انبساط باعث فعال شدن سیگنال تریپ (قطع) می‌گردد.

شکل ۲- ۱۴ رله‌ی بوخهلتس

۲-۷-۷ رله‌ی محافظ هرمتیک (Vertical Protection Relay)

در ترانسفورماتورهای هرمتیک (ARSEAL) از رله‌ی محافظ هرمتیک استفاده می‌شود. در این رله در صورت تجمیع گاز ناشی از عیوب مختلف سیگنال‌های آلارم و تریپ (قطع) فعال می‌گردد.

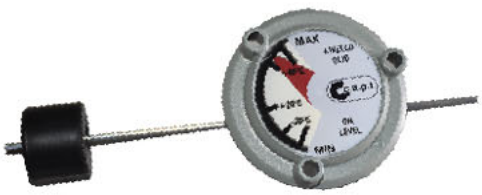
شکل ۲- ۱۵ رله‌ی محافظ هرمتیک

۲-۷-۸ روغن نما (Oil Level Indicator)

در ترانسفورماتورهای توزیع برای اطلاع از میزان سطح روغن ترانسفورماتور، از نشان‌گر سطح روغن یا روغن‌نما استفاده می‌شودکه به شرح ذیل می‌باشد:

- روغن‌نمای عقربه‌ای (Magnetic Oil Level Indicator)

این نوع روغن‌نما روی دیواره‌ی منبع انبساط روغن در ترانسفورماتورهای ARCONS نصب شده و میزان سطح روغن موجود را با استفاده از شناور مشخص می‌نماید. لازم به ذکر است سطح روغن باید طوری تنظیم شود که در محیط با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد علامت روی ۲۰+ قرار گیرد.



شکل ۲- ۱۶ روغن نمای عقربه‌ای

● روغن نمای چشمی (Sight Glass)

با توجه به اینکه ترانسفورماتورهای هرمتیک (ARSEAL) دارای منبع انبساط روغن نیستند، برای کنترل سطح روغن و همچنین شارژ روغن از لوله‌ی هرمتیک استفاده می‌شود. روغن‌نمای چشمی بر روی لوله‌ی هرمتیک طوری نصب می‌گردد که سطح روغن داخل آن قابل مشاهده باشد.

۲-۷-۹ فشارشکن مخزن (Pressure Relief Device)

فشارشکن مخزن برای جلوگیری از انفجار و یا تغییر شکل مخزن در مواقعی که فشار درون ترانسفورماتور از حد مجاز تجاوز کند به کار می‌رود. فشارشکن به گونه‌ای ساخته شده است که با ایجاد مسیری برای تخلیه‌ی روغن، اجازه نمی‌دهد فشار مخزن از حد تعیین شده بالاتر رود.

فشارشکن‌ها به دوصورت کنتاکت‌دار و ساده وجود داشته و بسته به کاربرد، قابل نصب بر روی ترانسفورماتور می‌باشند.

فشار تنظیم شده این تجهیز بسته به نوع ترانسفورماتور درمحدوده 0.3~0.7bar قرار دارد.

شکل ۲- ۱۷ فشارشکن کنتاکت‌دار

۲-۷-۱۰ رله‌ی چندکاره (Multi-Function Relay)

در صورت درخواست مشتری در ترانسفورماتورهای هرمتیک از رله‌ی چندکاره استفاده می‌شود. این تجهیز یکی از کامل‌ترین تجهیزات ترانسفورماتورهای توزیع بوده و وظایف جمع‌آوری گازهای ایجاد شده در ترانسفورماتور، کنترل سطح روغن، کنترل فشار تانک ترانسفورماتور و اندازه‌گیری دمای روغن ترانسفورماتور را بر عهده دارد.

شکل ۲- ۱۸ رله‌ی چندکاره

۲-۸ پلاک مشخصات (Name Plate)

پلاک مشخصات ترانسفورماتورهـــای توزیـــع تولید آریا ترانسفو شرق اطلاعات مورد نیاز مشتـــری که در IEC60076-1 آورده شده است را نشان می‌دهد. در ادامه کلیه‌ی اطلاعات مندرج در پلاک مشخصات ترانسفورماتور به همراه توضیحات مختصری برای هر آیتم آورده شده است. در شکل ۲-۱۹ پلاک مشخصات ترانسفورماتور توزیع شرکت آریا ترانسفو شرق مشاهده می‌شود.

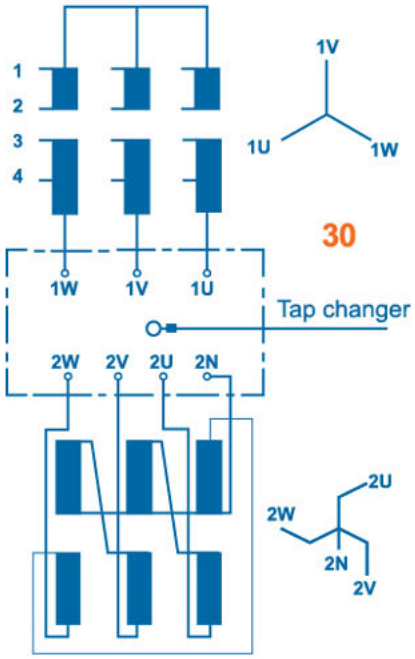
۱- توان نامی ترانسفورماتور برحسب کیلوولت‌آمپر
۲- ولتاژ نامی سمت فشارقوی و فشارضعیف ترانسفورماتور برحسب ولت
۳- جریان نامی خط فشارقوی و فشارضعیف ترانسفورماتور برحسب آمپر
۴- امپدانس اتصال کوتاه ترانسفورماتور برحسب درصد
۵- جریان اتصال کوتاه سمت فشارقوی و فشارضعیف ترانسفورماتور برحسب کیلوآمپر
۶- زمان تحمل اتصال کوتاه ترانسفورماتور برحسب ثانیه
۷- گروه برداری ترانسفورماتور
۸- ارتفاع محل نصب از سطح دریا برحسب متر
۹- حداکثر جهش حرارتی روغن و سیم‌پیچ نسبت به دمای محیط برحسب سانتی‌گراد
۱۰- فرکانس کاری ترانسفورماتور برحسب هرتز
۱۱- کلاس حرارتی عایقی ترانسفورماتور(ترانسفورماتورهای روغنی ساخت این شرکت از نوع کلاس A می‌باشند)
۱۲- نوع خنک کنندگی ترانسفورماتور (ONAN ,ONAF , ...)
۱۳- نوع مایع دی‌الکتریک به کار رفته در ترانسفورماتور
۱۴- وزن مایع دی‌الکتریک ترانسفورماتور برحسب کیلوگرم
۱۵- وزن کل ترانسفورماتور برحسب کیلوگرم
۱۶- حداکثر ولتاژ سیستم سمت فشارقوی ترانسفورماتور بر حسب کیلو ولت
۱۷- حداکثر ولتاژ سیستم سمت فشارضعیف ترانسفورماتور بر حسب کیلوولت
۱۸- ولتاژ ضربه‌ی سمت فشارقوی ترانسفورماتور برحسب کیلو ولت
۱۹- ولتاژ ضربه‌ی سمت فشارضعیف ترانسفورماتور برحسب کیلو ولت
۲۰- ولتاژ تست یک دقیقه استقامت عایقی در سمت فشارقوی برحسب کیلوولت
۲۱- ولتاژ تست یک دقیقه استقامت عایقی در سمت فشارضعیف برحسب کیلوولت
۲۲- استاندارد طراحی ترانسفورماتور که در ترانسفورماتورهای استاندارد این شرکت IEC60076 می‌باشد.
۲۳- نوع کارکرد ترانسفورماتور
۲۴- سال ساخت ترانسفورماتور
۲۵- شماره سریال ترانسفورماتور
۲۶- نوع گارانتی تلفات ترانسفورماتور (A-B´,A´-B ,...)
۲۷- ولتاژ سمت فشارقوی ترانسفورماتور در تپ بالا بر حسب ولت
۲۸- ولتاژ سمت فشارقوی ترانسفورماتور در تپ نامی بر حسب ولت
۲۹- ولتاژ سمت فشارقوی ترانسفورماتور در تپ پایین بر حسب ولت
۳۰- شماتیک گروه برداری و اتصالات ترانسفورماتور

آریاترانسفو
ARYA TRANSFO

3- PHASE DISTRIBUTION TRANSFORMER

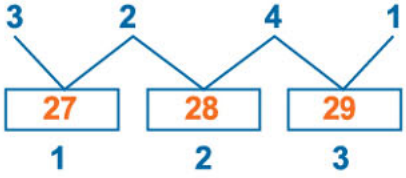
Rated Power (kVA)	1
Rated Vol. HV/LV(V)	2
Rated Current HV/LV(A)	3
Short-Circuit Impedance (٪)	4
Short-Circuit Currents (kA)	5
Max. Short Circuit Dur.(S)	6
Vector Group	7
Installation Altitude (m)	8
Top oil / Winding temperature rise. (°C)	9
Frequency (Hz)	10
Insulation Class	11
Type of Cooling	12
Type of Insulating Liquid	13
Insulating Liquid Mass(kg)	14
Total Mass(kg)	15

Insulation level (kV)	HV	LV
Um	16	17
LI	18	19
AC	20	21



Standard	22
Duty	23
Year of Manufacture	24
Serial No.	25
Losses Combination	26

TAPPING SEQUENCE



Note: De-energize transformer before changing the tap.

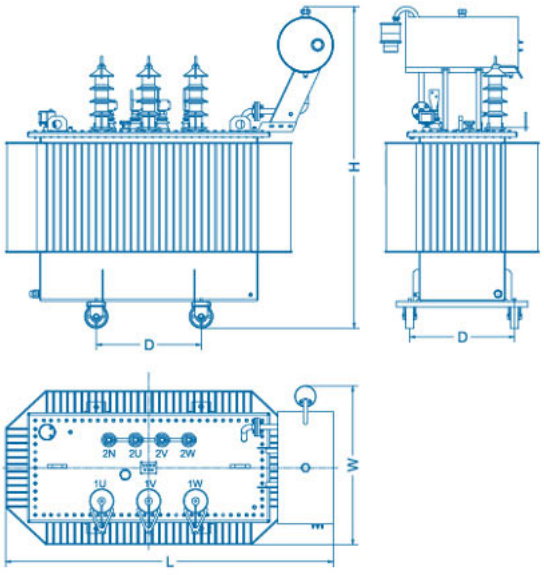
Made in
Semnan / Iran

شکل ۲-۱۹ پلاک مشخصات ترانسفورماتور

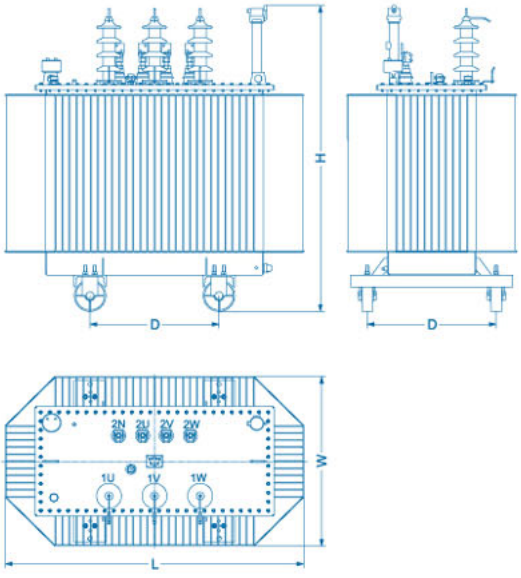
۲-۹ مشخصات فنی و ابعادی ترانسفورماتورهای 20/0.4 kV

محصولات نرمال آریا ترانسفو شرق برای بازارهای داخلی ترانسفورماتورهای توزیع کم تلفات A-B´ بر اساس استاندارد اروپایی CENELEC HD 428.1 می باشند. با این حال سایر ترکیبات تلفات نیز بر اساس درخواست مشتری می تواند طراحی و تولید شود.

مشخصات ترانسفورماتورهای کم تلفات برای بازارهای داخلی :	
استانداردها:	IEC60076, CENELEC HD 428.1
ولتاژ HV/LV:	20/0.4 kV
فرکانس نامی:	50 Hz
دمای محیط:	45 °C
ارتفاع بالاتر از سطح دریا:	1000 m
بیشترین ولتاژ مجاز:	24 kV
ولتاژ تست صاعقه:	125 kV
ولتاژ تست فرکانس نامی:	50 kV
نحوه خنک شوندگی:	ONAN
پوشش نهایی:	RAL 7032



Typical outline of ARCONS™ model



Typical outline of ARSEAL™ model

شکل ۲- ۲۰ طرح نمونه کلی یک مدل ARSEAL - طرح نمونه کلی یک مدل ARCONS

توان نامی	تپ ها (Off- Circuit)	امپدانس ولتاژ ٪	گروه برداری	تلفات بی باری(W)	تلفات بار (W)	وزن کلی		طول (L)		عرض (W)		ارتفاع (H)		فاصله بین چرخ ها(D)
						ARSEAL	ARCONS	ARSEAL	ARCONS	ARSEAL	ARCONS	ARSEAL	ARCONS	
						کیلوگرم		میلی متر		میلی متر		میلی متر		میلی متر
25	± 1×4%	4	Yzn5	110	700	350	360	770	785	730	750	1320	1250	520
50	± 1×4%	4	Yzn5	145	1100	530	455	885	825	720	720	1355	1300	520
75	± 1×4%	4	Yzn5	200	1425	605	665	955	960	690	765	1390	1610	520
100	± 1×4%	4	Yzn5	260	1750	745	665	1010	990	700	725	1395	1390	520
125	± 1×4%	4	Yzn5	310	2000	770	890	970	1105	730	795	1500	1650	520
160	± 1×4%	4	Yzn5	375	2350	930	1205	1050	1220	740	845	1560	1680	520
200	± 1×4%	4	Yzn5	445	2760	1230	1010	1230	1065	765	760	1530	1440	520
250	± 2×2.5%	6	Dyn5	530	3250	1250	1315	1320	1370	775	855	1505	1630	520
315	± 2×2.5%	6	Dyn5	625	3850	1430	1380	1640	1725	880	895	1575	1690	670
400	± 2×2.5%	6	Dyn5	750	4600	1605	1600	1635	1730	880	920	1765	1885	670
500	± 2×2.5%	6	Dyn5	875	5450	1890	2015	1685	1885	930	1030	1815	1935	670
630	± 2×2.5%	6	Dyn5	940	6750	2155	2250	1765	1920	980	1030	1860	1975	670
800	± 2×2.5%	6	Dyn5	1150	8500	2710	2860	1940	2085	1180	1145	1870	2060	670
1000	± 2×2.5%	6	Dyn5	1400	10500	2945	3050	2005	2040	1100	1130	2095	2220	820
1250	± 2×2.5%	6	Dyn5	1730	13200	3540	3835	2130	2160	1285	1290	2140	2330	820
1600	± 2×2.5%	6	Dyn5	2200	17000	4155	4775	2240	2350	1320	1260	2100	2600	820
2000	± 2×2.5%	6	Dyn5	2650	21200	4845	5430	2245	2320	1325	1325	2295	2565	1070

نکته ۱ : ترانسفورماتورهای با ظرفیت ۶۳۰ تا ۲۰۰۰ کیلوولت‌آمپر مجهز به ترمومتر روغن می‌شوند.

نکته ۲ : ترانسفورماتورهای با ظرفیت ۴۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوولت‌آمپر مجهز به چرخ می شوند و در ظرفیت پایین‌تر در صورت درخواست مشتری چرخ اضافه خواهد شد.

نکته ۳: در مدل‌های ARCONS تا توان ۲۵۰ کیلوولت‌آمپر کنسرواتور در امتداد طولی و بالای ترمینال های فشارضعیف قرار می‌گیرد.

نکته ۴ : ترانسفورماتورهای ARCONS با ظرفیت ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوولت‌آمپر مجهز به رله‌ی بوخهلتس می‌شوند.

نکته ۵ : ترانسفورماتورهای ARSEAL با ظرفیت ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوولت‌آمپر مجهز به رله‌ی محافظ هرمتیک می‌شوند.

۳ – نصب، بهره‌برداری و نگهداری

۳–۱ ملاحظات ایمنی

ملاحظات ایمنی این دستورالعمل باید هنگام بارگیری، حمل، نصب، راه‌اندازی، تعمیرات و نگهداری ترانسفورماتورها رعایت گردد و کلیه‌ی این اعمال می‌بایست توسط افراد ذیصلاح انجام پذیرد.

- هیچ‌گاه روی ترانسفورماتور و سایر تجهیزات الکتریکی نصب شده به تنهایی کار نکنید. لازم است حداقل دو نفر حضور داشته باشند.
- هیچ گاه ترانسفورماتور را بدون استفاده از تجهیزات لازم و ملاحظات ایمنی، حرکت نداده و بلند نکنید.
- هیچ‌گاه اتصالاتی را که مطابق پلاک مشخصات نیستند، اعمال نکنید.
- هرگز فشار مکانیکی غیرعادی به ترمینال‌های ترانسفورماتور وارد نکنید.
- هیچ‌گاه بدون برقراری اتصال مناسب زمین ترانسفورماتور، آن را برق‌دار نکرده یا عملیات تعمیر و نگهداری انجام ندهید.
- هرگز موقعیت کلید تنظیم‌ولتاژ را وقتی که ترانسفورماتور برق‌دار است تغییر ندهید. بازکردن درپوش‌ها و دریچه‌ها هم در حالت برق‌دار بودن ترانسفورماتور غیر مجاز است.
- بازرسی‌های نهایی ذیل را قبل از برق‌دار کردن ترانسفورماتور انجام داده و از صحت انجام آن‌ها اطمینان حاصل نمایید:
  - تمامی اتصالات خارجی به درستی انجام شده باشند.
  - تمامی اتصالات محکم و مطمئن باشند.
  - تمامی مدارهای تجهیزات حفاظتی به درستی عمل نمایند.
  - موقعیت کلید تنظیم ولتاژ به درستی قرار داده شده باشد.
  - اتصالات نوترال و زمین به درستی انجام شده باشد.
  - فواصل عایقی هوایی بین قسمت‌های برق‌دار و همچنین با قسمت‌های زمین شده رعایت شده باشد.
  - به منظور اطمینان از اتصال سیم‌پیچ‌ها به زمین، انجام تست مگر پیشنهاد می گردد.
  - هیچ کدام از ابزارها داخل و یا روی هسته، سیم‌پیچ‌ها و بدنه‌ی ترانسفورماتور جا نمانده باشند.

۳–۲ نصب ترانسفورماتور

۳-۲-۱ حمل

ترانسفورماتورهای توزیع روغنی تولید آریا ترانسفو شرق به صورت پر شده با روغن تحویل داده می‌شوند. این روش کیفیت عایق ترانسفورماتور را با جلوگیری از ورود ذرات محیط به داخل ترانسفورماتور حفظ می کند.

همچنین تمامی متعلقات و تجهیزات در صورت وجود، به صورت نصب شده تحویل داده می‌شوند و فقط قطعات بزرگ مانند جعبه کابل‌ها یا رادیاتورها ممکن است به دلیل ملاحظات حمل، جدا از بدنه‌ی ترانسفورماتور ارسال شوند.

هنگام حمل باید موارد ذیل در نظر گرفته شود:

- درصورت نیاز به کج شدن ترانسفورماتور با زوایایی بیشتر از ۱۵ درجه، این موضوع باید در زمان قرارداد به سازنده اعلام شود.
- از آسیب دیدن بوشینگ‌ها، دیواره‌های کنگره‌ای، رادیاتورها و سایر تجهیزات جلوگیری شود.
- برای ترانسفورماتورهای بزرگ بهتر است حمل و نقل در راستای طولی ترانسفورماتور انجام گیرد.
- برای حمل ترانسفورماتورها از قطعات چوبی (الوار بریده شده) استفاده می‌گردد. بدین منظور ترانسفورماتورها باید با این قطعات در کف وسیله نقلیه ثابت شده و توسط سیم‌های بکسل مناسب مهار شود.
- سرعت وسیله نقلیه حمل ترانسفورماتور باید متناسب با وضعیت راه‌ها باشد.

۳-۲-۲ جابجایی

برای بلند کردن ترانسفورماتورها تنها باید تجهیزات مناسب و مورد تایید استفاده شود.

همچنین در صورت وجود جعبه کابل روی درپوش ترانسفورماتور، باید دقت لازم برای جابجایی ترانسفورماتور انجام شود.

بلند کردن ترانسفورماتور همراه با جعبه کابل ممنوع می‌باشد.

ترانسفورماتور باید همیشه در حالت قائم بلند شود مگر در شرایط خاص که اطلاعات تکمیلی برای شرایط حمل متفاوت ارائه می‌شود. زمانی که ترانسفورماتور را نمی‌توان با جرثقیل بلند نمود، بسته به سطحی که جابجایی بر روی آن انجام می‌شود و سازگاری آن با نحوه‌ی طراحی کف ترانسفورماتور، می‌توان آن را روی سطح کشید و یا از چرخ برای جابجایی استفاده نمود. ترانسفورماتور باید به دقت حمل شود به گونه‌ای که از واژگونی احتمالی آن جلوگیری شود. حمل با لیفتراک توصیه نمی‌شود. استفاده از لیفتراک فقط در صورت وجود پالت چوبی مجاز است.

قلاب‌های حمل بر روی ترانسفورماتور به گونه‌ای طراحی شده‌اند که نباید با زاویه‌ای بیش از ۳۰ درجه نسبت به عمود بلند شود (در نتیجه زاویه‌ی بین کابل‌ها یا تسمه‌ها (مطابق شکل ۳-۱) نباید بیش از ۶۰ درجه شود)؛ در شرایط خاص باید از میله‌های زیرسری استفاده نمود تا شرایطی ایجاد شود که نیروها به صورت قائم بر روی قلاب‌ها اعمال شود. ترتیب قرارگیری کابل‌ها باید به صورتی انتخاب شود که برخوردی با بوشینگ‌ها و تجهیزات نصب شده بر روی درپوش نداشته باشند.

شکل ۳-۱ بلند کردن ترانسفورماتور

در هنگام بلند کردن ترانسفورماتور باید از تمام قلاب‌های تعبیه شده استفاده نمود. برای بلند کردن و یا کشیدن ترانسفورماتور نباید از رادیاتورها، پره‌های خنک کاری، منبع انبساط، بوشینگ‌ها و دیگر تجهیزات نصب شده بر روی ترانسفورماتور استفاده کرد.
برای کشیدن ترانسفورماتور باید از سوراخ‌های تعبیه شده بر روی شاسی (مطابق شکل ۳-۲) استفاده نمود.
قلاب‌های تعبیه شده بر روی درپوش برای این منظور طراحی نشده‌اند.

شکل۳- ۲ سوراخ های تعبیه شده بر روی شاسی

۳-۲-۳ تحویل در محل

ترانسفورماتورهای تولیدی آریا ترانسفو شرق، تحت تمامی تست‌های مشخص‌شده در استاندارد و همچنین تست‌های مورد نیاز مشتری در محل کارخانه قرار می گیرند و نیز تمامی بازرسی‌های مورد نیاز قبل از حمل بر روی آن‌ها انجام می‌شود. با این حال توصیه می گردد هنگام رسیدن ترانسفورماتور در محل، بازرسی‌های ذیل انجام پذیرد.

- آیا موقعیت ترانسفورماتورها روی وسیله نقلیه ایمن و محکم است یا خیر
- مقایسه‌ی لیست بسته‌بندی با کالای دریافتی
- مشاهده‌ی سطح روغن و بررسی نشتی‌های احتمالی
- آسیب‌های خارجی مانند شکستگی بوشینگ‌ها و تغییر شکل بدنه
- اطمینان از سفت بودن اتصالات پیچ و مهره قبل از تخلیه بار(بخصوص منبع انبساط)

در صورت هرگونه عیب و عدم انطباق احتمالی با شرکت خدمات پس از فروش آریا ترانسفو تماس حاصل فرمایید.
همچنین در صورت مشاهده عیب بر روی تریلی، از تخلیه ترانسفورماتور ممانعت بعمل آمده و موضوع به شرکت خدمات پس از فروش آریا ترانسفو اطلاع‌رسانی گردد.

۳-۲-۴ انبارش

در صورت نیاز به انبارش ترانسفورماتورها قبل از برق‌دار کردن، توصیه‌های ذیل باید رعایت شود.

- ترانسفورماتورها در محل خشک، فاقد آلودگی، پاکیزه و بدون احتمال آسیب مکانیکی و روی فونداسیون محکم نگهداری شوند.
- به منظور اطمینان از تنفس ترانسفورماتور با هوای خشک، منبع انبساط و رطوبت‌گیر ترانسفورماتور باید بازدید شود و در صورت انبارش طولانی مدت، پیشنهاد می‌گردد تست‌های لازم روی نمونه روغن ترانسفورماتور از لحاظ میزان رطوبت و ولتاژ شکست انجام گیرد.
- قبل از برق‌دار کردن، تست مقاومت عایقی (مگر) بین سیم‌پیچ‌های مختلف و همچنین سیم‌پیچ‌ها و زمین انجام شود.
- قطعه مسدود کننده رطوبت‌گیر غیر از زمان حمل و نقل می‌بایست برداشته شود.

۳-۲-۵ نصب در محل

ترانسفورماتورهای توزیع روغنی تولید آریا ترانسفو شرق عموما در کارخانه به طور کامل مونتاژ و تست شده‌اند و در هنگام تحویل آماده‌ی بهره برداری هستند. اما در برخی موارد بعضی از قسمت‌ها که جدا حمل می شوند (مانند رادیاتورها و برخی تجهیزات حفاظتی) باید در محل مجددا روی ترانسفورماتور نصب شوند که این کار باید توسط افراد متخصص انجام شود.

۳-۲-۵-۱ تعیین محل نصب

برای تعیین محل نصب ترانسفورماتورها باید به مواردی مانند دسترسی، ایمنی، تهویه و راحتی بازرسی توجه نمود. همچنین در خصوص ترانسفورماتورهایی که در پست‌های زمینی نصب می‌شوند باید دقت شود که فونداسیون محل قرارگیری ترانسفورماتور مناسب باشد.

۳-۲-۵-۲ اتاقک ترانسفورماتور

برای ترانسفورماتورهایی که در اتاقک نصب می‌شوند باید تهویه‌ی مناسب در نظر گرفته شود. به عنوان راهنما در صورت استفاده از تهویه‌ی اجباری، می‌توان به ازای هر کیلووات تلفات ۴ متر مکعب در دقیقه تهویه در نظر گرفت.

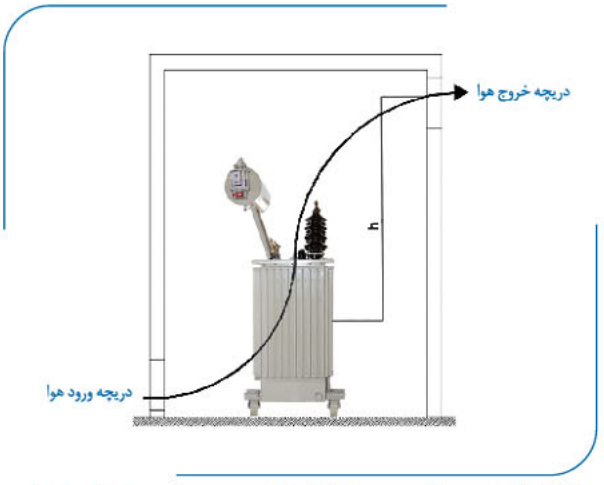
همچنین در صورت عدم استفاده از تهویه‌ی اجباری، ورودی هوا باید از کف اتاقک و خروجی هوا از بالای دیوار و یا سقف انجام گردد. لازم به ذکر است خروجی هوا باید دارای حداقل سطح مقطع ۱۰٪ بیشتر از داکت ورودی هوا باشد که در این صورت برای محاسبه سطح مورد نیاز داکت هوای ورودی و خروجی برای شرایط نرمال محیطی (متوسط سالیانه ۲۰ درجه سانتی‌گراد) می‌توان از رابطه‌ی تقریبی زیر استفاده کرد.

$$S = 0.2 \times \frac{P}{\sqrt{H}} \quad \rightarrow \quad S' = 1.1 \times S$$

که در رابطه‌ی فوق،

P	مجموع تلفات بار و بی‌باری ترانسفورماتور در دمای ۷۵ درجه و بر حسب kW
S	سطح مقطع ورودی هوای مورد نیاز بر حسب m^2
S´	سطح مقطع خروجی هوای مورد نیاز بر حسب m^2
H	اختلاف ارتفاع مرکز به مرکز دو شکاف تهویه‌ی ورودی و خروجی هوا بر حسب m

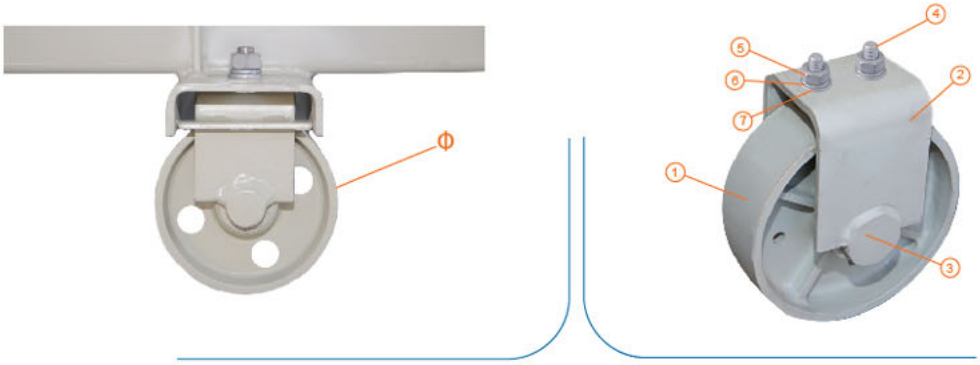
همچنین برای خنک‌کاری مناسب ترانسفورماتورها لازم است فاصله‌ی هر ترانسفورماتور از دیواره کمتر از ۳۰ سانتی‌متر و از ترانسفورماتورهای دیگر کمتر از ۶۰ سانتی‌متر و از سقف کمتر از ۱۰۰ سانتی‌متر نباشد. برای ترانسفورماتورهای زمینی باید چاله‌ای برای جمع‌آوری و تخلیه‌ی روغن تعبیه گردد. با توجه به اینکه ترانسفورماتورهای توزیع روغنی مخصوص نصب زمینی، دارای چرخ با قابلیت تغییر جهت و با فاصله استاندارد هستند، برای نصب صحیح آنها باید ریل مناسبی تعبیه گردد و چرخ‌های ترانسفورماتور با پیچ و مهره مناسب روی ریل‌ها ثابت شوند به‌طوری‌که نیروهای مکانیکی حاصل از اتصال کوتاه احتمالی و یا زلزله باعث حرکت ترانسفورماتورها نشوند.



شکل ۳ - ۳ وضعیت ظاهری و محل قرار گرفتن دریچه‌های هوا و ترانسفورماتور

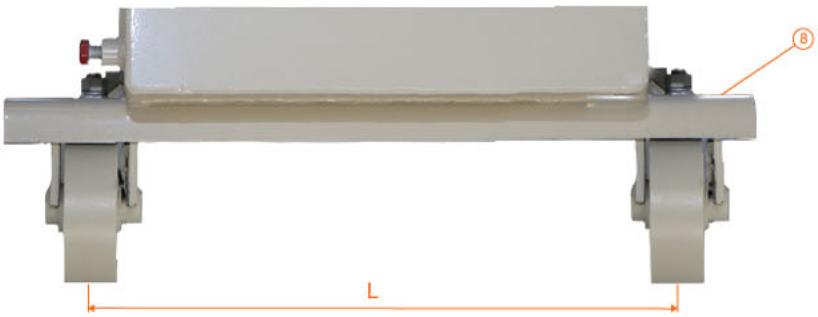
۳-۲-۵-۳ نصب چرخ ها

- ابتدا ترانسفورماتور را به وسیله‌ی جرثقیل و از طریق قلاب‌های جابجایی بلند کنید.
- پس از بررسی محل سوراخ ها بر روی شاسی ترانسفورماتور، چرخ ها را به صورت صحیح (مطابق شکل ۳-۴) در زیر ترانسفورماتور قرار داده و اتصالات پیچ و مهره را مطابق شکل محکم کنید. لازم به ذکر است محور چرخ‌ها باید با محور مرکزی ترانسفورماتور در حالت موازی باشد.
- در انتها ترانسفورماتور را پایین آورده و بر روی ریل قرار دهید.



شکل ۳- ۴ چرخ ها

۱. غلتک چرخ
۲. بدنه یا غلاف چرخ
۳. محور اتکای چرخ
۴. پیچ سر شش‌گوش (برای ترانسفورماتور تا توان 800 kVA سایز پیچ برابر M16x40 و برای ترانسفورماتور با توان 1000 kVA به بالا، سایز پیچ برابر M16x45 می‌باشد.)
۵. مهره شش‌گوش معمولی M16
۶. واشر فنری
۷. واشر تخت
۸. شاسی کف مخزن



شکل ۳-۵ چرخ‌ها از نمایی دیگر

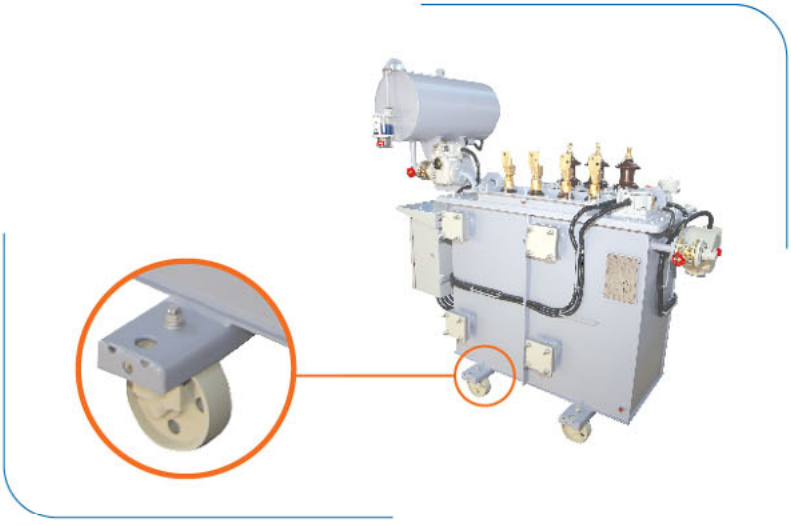
چرخ‌های مورد استفاده در ترانسفورماتورهای توزیع در دو قطر 150 mm و 200 mm می‌باشند که طبق جدول ذیل مورد استفاده قرار می‌گیرند.

جدول ۳ چرخ‌های مورد استفاده در ترانسفورماتورهای توزیع

Standard type of transformer	L (mm)	Φ (mm)
25 - 250 (kVA)	520	150
315 - 800 (kVA)	670	150
1000 -1600 (kVA)	820	200
2000 - 5000 (kVA)	1070	200

بازرسی لازم پس از نصب چرخ:

- تمامی پیچ‌ها و مهره‌ها از نظر اتصال بررسی شوند و از محکم بودن آن‌ها اطمینان حاصل شود.
- از چرخیدن و حرکت چرخ قبل و بعد از نصب اطمینان حاصل شود و از حرکت دادن چرخ‌ها درحالی که غلطِش کامل ندارد خودداری شود.
- تجهیزات حفاظتی از نظر صحت عملکرد بررسی شود.
- وضعیت رنگ در محل نصب چرخ و سایر نقاط بررسی شود تا از هرگونه آسیب دیدگی بر اثر خوردگی در آینده جلوگیری شود.
- پس از نصب و استقرار ترانسفورماتور تمامی کابل‌کشی‌های حفاظتی مربوط به ترمومتر، رله‌ی بوخهلتس، فشارشکن، نشانگر سطح روغن و غیره بر روی ترانسفورماتور به کلیدهای قطع و وصل فشارقوی و دژنکتور مربوطه تکمیل شود.
- جهت جابجایی ترانسفورماتورهایی که بر روی چرخ حمل می‌شوند محل‌هایی بر روی شاسی (pulling-lugs) تعبیه شده است که در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل۳-۶ محل تعبیه شده بر روی شاسی جهت جابجایی ترانسفورماتور

۳-۲-۵-۴ نصب رادیاتورها (در صورت وجود)

به هنگام حمل ترانسفورماتور، رادیاتورها از بدنه جدا شده و به صورت کاملا بسته‌بندی شده و با درپوش پلمپ شده ارسال می‌شوند. شیرهایی که بر روی تانک اصلی جوش و یا پیچ می‌شوند، در حالت بسته‌ی خود قرار می‌گیرند و با درپوش پلمپ می‌شوند.

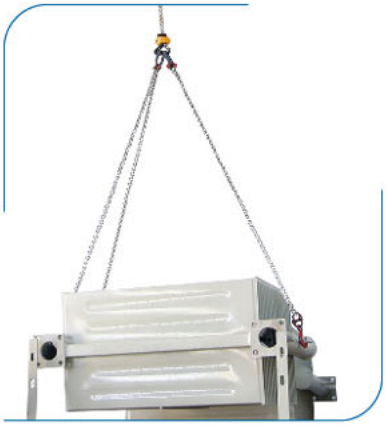
به هنگام دریافت رادیاتورها و پس از خارج کردن آن‌ها از جعبه، آن‌ها را بازرسی کنید تا به هنگام حمل صدمه‌ی مکانیکی ندیده باشند.

پلمپ‌ها را باز نموده و از تمیزی و عدم وجود رطوبت در داخل آن اطمینان حاصل کنید. زمانی که رطوبت و یا ناخالصی در رادیاتور دیده شد، باید آن را با روغن با دمای ۶۰ درجه‌ی سانتی‌گراد شست و شو داده و پس از شست و شو در کاور قرار داد تا مانع نفوذ رطوبت به رادیاتور گردد.

شکل۳- ۷ رادیاتور

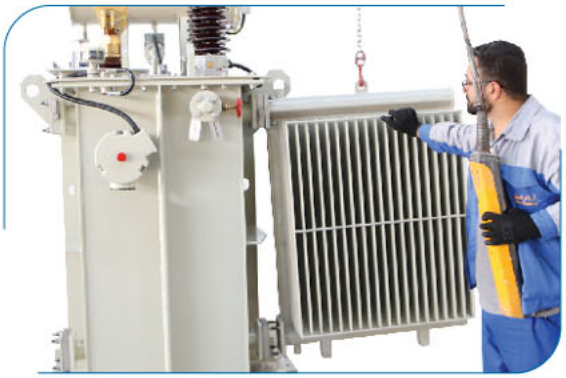
برای نصب رادیاتور گام‌های زیر الزامی است:

- پلمپ‌ها و کاورها را از روی رادیاتور بردارید.
- نحوه بلند کردن رادیاتورها از پالت بسته‌بندی می‌بایست به صورت افقی و مطابق تصویر(۳-۸) باشد. همچنین می‌بایست تسمه حمل را از یک سمت به قلاب فوقانی و از سمت دیگر به پایه‌های نگهدارنده فن متصل نمود. رادیاتورها بصورت افقی روی تخته‌ای که فاقد نقاط تیز و برجسته باشد قرار گیرد. در هنگام بلند نمودن رادیاتورها، از برخورد آن با دیگر رادیاتورها و تجهیزات اجتناب گردد.
- از بلند نمودن رادیاتورها از میلگردهای نگهدارنده پره‌ها اکیدا اجتناب گردد. عدم رعایت این موضوع منجر به نشتی روغن از پره‌ها می‌گردد.



شکل۳-۸ نحوه بلند کردن رادیاتور

- داخل رادیاتور را به صورت چشمی بازبینی کنید.
- سطح فلنج رادیاتور را تمیز کنید.
- پلمپ‌ها و کاورها را از روی شیر بردارید.
- فلنج شیرهای رادیاتور را تمیز کرده و یا در صورت امکان رنگ آمیزی کنید.
- شیارهای مربوط به رینگ آب‌بندی عایقی را تمیز کنید. مقداری چسب مخصوص در شیار ریخته و واشر مخصوص را قرار دهید.
- رادیاتورها را با جرثقیل و با استفاده از تسمه بار از قسمت قلاب بالا مهار نموده و سپس مطابق تصویر (۳-۹) بلند نمایید.
- رادیاتور را بچرخانید تا تمامی روغن اضافه‌ی موجود در آن خارج گردد.



شکل ۳- ۹ نحوه نصب رادیاتور

- جهت نصب رادیاتور قبل از بازکردن مهره کورکن، سرپیچ دو سر رزوه از یک سمت مهار شود تا از باز شدن پیچ دو سر رزوه به همراه مهره جلوگیری گردد.

شکل ۳- ۱۰ نحوه باز کردن پیچ دو سر رزوه

- در صورتی که رادیاتورها و شیرها شماره گذاری شده باشند، رادیاتورها روی شیرهای متناظر خود نصب شوند.
- رادیاتور را در راستای شیرهای رادیاتور قرار دهید.
- جفت پیچ‌ها را به صورت ضربدری محکم کنید تا تحت یک کشش ثابت قرار گیرند.
- اتصالات را طوری محکم کنید که ساختاری یکپارچه از فلنج و شیر به وجود آید. به هنگام نصب، نباید بدنه‌ی اصلی رادیاتور تحت هیچ‌گونه تنش مکانیکی قرار گیرد زیرا این تنش‌ها به هنگام ارتعاش، موجبات بروز ترک و در نهایت شکست را به وجود می‌آورند.
- جهت تغییر شیرهای پروانه‌ای لازم است، ابتدا پیچ نگهدارنده دستگیره شیر پروانه‌ای را کمی باز کرده و سپس شیر در موقعیت باز قرار گیرد. در انتها پیچ مذکور مجددا به اندازه کافی محکم گردد.

شیر پروانه‌ای پایینی رادیاتور نصب شده را به‌آرامی باز کنید. روغن از پایین وارد رادیاتور می‌شود و هوا از شیر تخلیه هوای فوقانی خارج می‌گردد. در این فرآیند باید سطح روغن داخل مخزن اصلی نیز چک شود. روغن به نحوی تزریق شود که روغن، قسمت فعال (اکتیو پارت) را احاطه کند.

پس از پر شدن کامل رادیاتورها شیر تخلیه هوا بایستی بسته شده و شیرهای پروانه‌ای فوقانی باز شود. همچنین پس از نصب کامل، جهت اطمینان می‌بایست مجددا هواگیری انجام شود.

۳-۲-۵-۵ نصب کنسرواتور

- جهت حمل منبع انبساط از لاگ‌های جوشکاری شده در بالای منبع استفاده می‌شود. در صورتیکه فاقد لاگ قلاب باشد می‌بایست بندلیفت را دور منبع انبساط حلقه زد و منبع را جابجا کرد.
- در صورتی که در قسمت نصب منبع رله‌ی بوخهلتس و شیر نمونه‌گیری وجود دارد قبل از آچارکشی و سفت کردن پیچ‌ها می‌بایست فلنچ‌ها و لوله منبع به صورت تراز با یکدیگر تنظیم شوند.

شکل ۳- ۱۱ نحوه تراز کردن رله بوخهلتس

- پس از تراز کردن ابتدا پیچ‌های شیر نمونه‌گیری و منبع انبساط آچارکشی می‌شود و در انتها پیچ‌های پایه منبع انبساط به درپوش محکم می‌شود

شکل ۳- ۱۲ نحوه آچارکشی شیر نمونه گیری و منبع انبساط

شکل ۳- ۱۳ نحوه نصب منبع انبساط

- **دستورالعمل حمل:**

۱- در کنسرواتورهای پایه معمولی، در صورتی که B≥۲۸۰ و یا C≥۴۵۰ کنسرواتور بازشده و روغن آن تخلیه شود.

۲- کنسرواتورهای دارای کیسه هوا در ترانسفورماتورهای وله‌ای می‌بایست باز شده و روغن آن تخلیه شود.

۳- در ترانسفورماتورهای وله‌ای با قطر کنسرواتور ۵۰۰ میلیمتر، تنها روغن کنسرواتور می‌بایست تخلیه شود و نیازی به باز کردن کنسرواتور نمی‌باشد.

۴- به غیر از موارد فوق، نیازی به باز کردن کنسرواتور و یا خالی کردن روغن آن نمی‌باشد.

۵- در مواردی که نیاز به تخلیه روغن کنسرواتور است بدین ترتیب عمل می‌شود که روغن تا ۸ سانتیمتر زیر درپوش تخلیه شود. حجم روغنی که باید تخلیه شود در نقشه حمل آورده می‌شود.

۶- در کنسرواتورهای پایه نشیمنگاهی، در صورتی که ارتفاع کل (از روی کاور تا بالاترین قسمت منبع انبساط) بیشتر از یک متر باشد می‌بایست کنسرواتور باز شود.

۳-۲-۵-۶ بررسی سطح گاز و رفع نشتی احتمالی(در ترانسفورماتورهای بالشتک گازی)

- بررسی سطح گاز و رفع نشتی احتمالی در ترانسفورماتورهای بالشتک گازی پس از نصب و قبل از برقرار کردن ترانسفورماتور
- در ترانسفورماتورهای بالشتک گازی، میزان فشار گاز ازت تزریقی در نقش جانمایی (outline) بیان شده است.

۳-۲-۵-۷ نصب جعبه کابل

در صورت وجود شینه‌بندی در داخل جعبه کابل می‌بایست شینه‌کشی مطابق نقشه جانمایی(outline) انجام شود.

شکل ۳- ۱۴ نحوه بلند کردن جعبه کابل

۳-۲-۵-۸ تزریق روغن و تزریق گاز (مخصوص ترانسفورماتورهای بالشتک گازی)

- هنگام تزریق روغن، تمامی شیرها شامل شیرهای پروانه‌ای و شیر بین کنسرواتور و مخزن، در صورت وجود، باز گردد.
- برای تزریق روغن به ترانسفورماتور ضروری است از دستگاه سیرکوله با فیلترهای تمیز و مناسب استفاده گردد.
- جهت تزریق روغن می‌بایست از شیرهای نمونه گیری بالا استفاده شود. در صورتی که ترانسفورماتور فاقد شیر نمونه گیری بالا باشد تزریق روغن از طریق کنسرواتور انجام می گردد.

شکل ۳- ۱۵ نحوه تزریق روغن

- **در ترانسفورماتورهای بالشتک گازی مراحل تزریق روغن و گاز به شرح زیر می‌باشد:**

۱- پرکردن کامل مخزن ترانسفورماتور از روغن پس از نصب رادیاتورها و بازنمودن شیرهای پروانه‌ای پایین و شیرهای هواگیری رادیاتور

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 روغن به حد مجاز $+20^{\circ}C$ در روغن‌نمای مغناطیسی (متناسب با دمای محیط و روغن‌نمای مغناطیسی)

۳-۲-۵-۹ هواگیری تجهیزات

- **هواگیری رادیاتور**

جهت روغن‌زنی و هواگیری رادیاتور پس از نصب رادیاتور بر روی بدنه ترانسفورماتور ابتدا شیر پروانه‌ای پایین را باز کرده و پس از پر شدن رادیاتور از روغن و خارج شدن روغن از پیچ هواگیری، شیر پروانه‌ای بالا را باز می‌کنیم. در حین پرکردن روغن رادیاتور می‌بایست دقت شود که روغن مخزن ترانسفورماتور از سطح اکتیو پایین نیاید.

شکل ۳- ۱۶ نحوه آچارکشی رادیاتور

هواگیری بوشینگ‌ها

روش تخلیه‌ی هوا در بوشینگ‌های فشارقوی عمدتا برای ولتاژهای ۱۲ تا ۳۶ کیلوولت انجام می‌گیرد. در مواردی نیز با استفاده از پیچ هواگیری در بوشینگ‌های فشارضعیف با ارتفاع بلندتر نسبت به بوشینگ‌های فشارقوی هواگیری انجام می‌شود.

(مطابق تصویر ۳-۱۷) هواگیری به شرح زیرمی‌باشد:

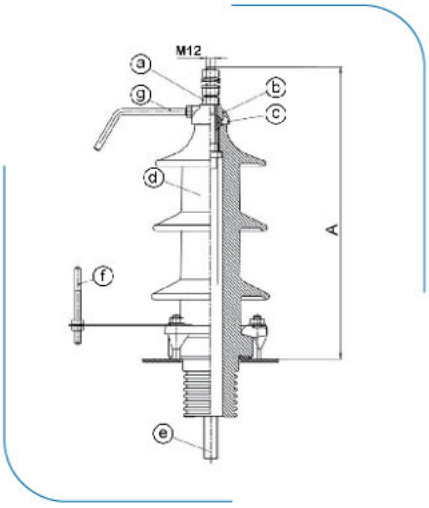
مهره (a) را تا اندازه‌ای باز کرده میله اتصال (e) را کمی به داخل مقره (d) فشار می‌دهیم تا هوای موجود بین میله اتصال (e) و مقره (d) از کنار واشر (c) خارج شود . با این عمل مقداری روغن بیرون می‌ریزد که باید آن را به دقت تمیز نمود. سپس مهره (a) را دوباره در جای خود محکم می‌کنیم.

باید دقت کنیم که شاخک جرقه‌گیر بالایی (g) باید کمی خارج از امتداد شاخک پایینی (f) باشد تا از عواقب ناشی از تشکیل ستون یخ در مسیر جرقه‌زنی جلوگیری شود.

توجه شود که پس از هواگیری، سطح روغن در داخل روغن‌نمای چشمی افت نکرده باشد. در این صورت در ترانسفورماتورهای هرمتیک از محل پرکردن لوله روغن (Filling Pipe) و در ترانسفورماتورهای کنسرواتوری از محل پرکردن روغن در کنسرواتور (درپوش کنسرواتور) کسری روغن با استفاده از روغن مناسب جبران گردد.

تذکر مهم:

در صورتی که هنگام باز کردن مهره روی حلقه‌ی برنجی، اتصال اصلی نیز چرخش داشته باشد (به خصوص در بوشینگ فشارضعیف)، به اتصالات داخلی صدمه وارد خواهد شد. برای پیش‌گیری از این امر ابتدا باید اتصالات خارجی شامل کابلشو، شینه و... را از بوشینگ‌ها جدا نموده و سپس نسبت به باز کردن مهره‌ی مورد نظر برای هواگیری اقدام کرد.



شکل ۳-۱۷ نمای برش خورده بوشینگ

● هواگیری رله‌ی بوخهلتس

برای هواگیری رله‌ی بوخهلتس از شیر نمونه‌گیری که روی بدنه رله‌ی بوخهلتس تعبیه شده استفاده می‌شود ابتدا درپوش آن را برداشته و با بازکردن شیر، هواگیری انجام می‌شود.

شکل ۳- ۱۸ نحوه هواگیری رله‌ی بوخهلتس

● هواگیری فشارشکن

جهت هواگیری فشارشکن ۰.۳ و ۰.۷ بار ابتدا درپوش روی فشارشکن را باز می‌کنیم (مطابق تصویر ۳-۱۹) سپس با بازکردن پیچ مشخص شده هواگیری فشارشکن انجام می‌شود.

شکل ۳- ۱۹ نحوه هواگیری فشارشکن

۳-۲-۶ اتصال به شبکه

قبل از اتصال ترانسفورماتور به شبکه ضروری است حداقل فواصل هوایی مورد نیاز ذکر شده در استاندارد IEC60076-3 مطابق جدول ۴ رعایت گردد.

● فواصل عایقی در هوا

جدول ۴ فواصل عایقی در هوا

حداکثر ولتاژ سیستم (kV)	3.6	7.2	12	17.5	24	36
تحمل ولتاژ ضربه (kV)	40	60	75	95	125	170
فواصل فاز به فاز و فاز به زمین (mm)	60	90	120	160	220	320

فواصل ذکر شده بر اساس IEC60076-3 بوده و در صورت افزایش ارتفاع نصب از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا، به ازای هر ۱۰۰ متر باید ۱٪ به فواصل فوق افزوده شود.

۳-۲-۷ اتصال زمین

ترانسفورماتور قبل از برق‌دار شدن باید توسط پیچ‌های اتصال زمین تعبیه شده روی بدنه و یا درپوش ترانسفورماتور توسط سیم مناسب با سطح مقطع حداقل ۵۰ میلیمتر مربع زمین گردد. لازم به ذکر است که اتصال زمین ترانسفورماتور تنها از طریق یکی از پیچ‌های ارت موجود روی مخزن که سهولت بیشتری دارد باید صورت گیرد و اتصال از دو قسمت مجاز نمی‌باشد.

۳-۲-۸ بازدیدهای الکتریکی قبل از برق‌دار کردن

- بازدید و کنترل عملکرد تجهیزات حفاظتی و سیگنال‌های مربوطه
- تنظیم ترمومتر روغن

برای تنظیم ترمومتر روغن مقادیر ۹۰ درجه سانتی‌گراد برای آلارم (هشدار) و ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد برای تریپ (قطع) پیشنهاد می‌گردد. این مقادیر بر اساس تجربیات سازندگان مختلف و بهره‌برداران ترانسفورماتور ممکن است اعداد متفاوتی باشند.

- تست مقاومت عایقی (مگر)

به منظور اطمینان از اتصالات مختلف ترانسفورماتور و همچنین عایق بودن قسمت‌های مختلف از قبیل سیم‌پیچ‌ها به هم و به زمین، می‌توان از دستگاه مگر استفاده کرد و در صورت مواجه شدن با عیب، نسبت به تشخیص و رفع آن اقدام نمود. برای تست سیم‌پیچ فشارضعیف به بدنه از ولتاژ ۱۰۰۰ ولت و برای تست سیم‌پیچ فشارقوی به بدنه از ولتاژ ۲۵۰۰ و یا ۵۰۰۰ ولت استفاده می‌گردد.

- تست مقاومت DC

به منظور اطمینان از پیوستگی سیم‌پیچ‌ها می‌توان میزان مقاومت DC بین ترمینال‌ها را اندازه‌گیری نموده و با مقادیر مرجع که در برگه تست‌های کارخانه‌ای آورده شده است مقایسه نمود. لازم به ذکر است که دمای اندازه‌گیری در میزان مقاومت بدست آمده موثر است و در هنگام مقایسه باید به این امر توجه شود. همچنین اتصالات مدار تست نیز باید دارای مقاومت کمی باشد تا موجب خطا در جواب تست نگردد.

۳-۲-۹ بازدیدهای مکانیکی

- بازدید سطح روغن
- بررسی اتصالات آب‌بندی
- بازدید رطوبت‌گیر و اتصالات سیستم تنفس ترانسفورماتور
- اطمینان از برداشته شدن قطعه مسدود کننده رطوبت‌گیر

۳-۲-۱۰ برق‌دار کردن

بعد از کسب اطمینان از نصب مناسب ترانسفورماتور و اتصال مناسب تجهیزات ایمنی، می‌توان ترانسفورماتور را به شبکه متصل کرده و برق‌دار نمود.

هنگام برق‌دار کردن ترانسفورماتور، جریان هجومی با دامنه‌های متفاوت می‌تواند از شبکه کشیده شود که این جریان باید در هنگام انتخاب فیوزها و تجهیزات حفاظتی مورد توجه قرار گیرد. اندازه جریان هجومی یک متغیر آماری با گستره تغییرات زیاد است و به عواملی مانند شار پسماند هسته ترانسفورماتور، میزان و فاز ولتاژ شبکه هنگام کلیدزنی و میزان امپدانس سیم‌پیچ تغذیه شونده وابسته است. مقدار جریان هجومی می‌تواند در ترانسفورماتورهای کوچک تا ۲۲ برابر و در ترانسفورماتورهای بزرگ توزیع حدود ۸ برابر جریان نامی ترانسفورماتور باشد.

۳-۳ بهره‌برداری ترانسفورماتور

۳-۳-۱ عمر ترانسفورماتور

عمر مفید یک ترانسفورماتور را می‌توان از دو منظر بررسی نمود: اقتصادی و فنی

■ عمر مفید از لحاظ اقتصادی:

عمر مفید یک ترانسفورماتور از لحاظ اقتصادی زمانی پایان می‌یابد که هزینه‌ی ادامه کارکرد ترانسفورماتور موجود نسبت به هزینه‌ی سرمایه‌گذاری جدید برای ترانسفورماتور نو بیشتر باشد. در عمل این مورد زمانی اتفاق می‌افتد که قیمت تلفات ترانسفورماتور قدیمی بسیار بالا باشد. همچنین ریسک خروج از مدار و هزینه‌های مربوطه‌ی یک ترانسفورماتور قدیمی نیز باید در بررسی اقتصادی لحاظ گردد.

■ عمر مفید از لحاظ فنی:

عایق‌های جامد یک ترانسفورماتور عموما از مواد طبیعی و سلولز تشکیل شده‌اند. این مواد در اثر مرور زمان تغییر کرده و شکننده می‌شوند و این امر باعث کاهش استقامت مکانیکی و الکتریکی عایق می‌گردد.

این فرآیند تخریبی که توسط دما، رطوبت و اکسیژن اتفاق می‌افتد، پیری عایق نامیده می‌شود. پیری عایق شامل چندین فرآیند اکسید شدن است در حالی که سرعت واکنش‌های شیمیایی با افزایش دما به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد.

استاندارد IEC60076-7 راهنمایی برای اضافه بارگیری ترانسفورماتورهای روغنی ارائه نموده است.

همچنین عمر یک ترانسفورماتور که معادل با عمر عایق آن است با افزایش ۶ درجه سانتی‌گراد دمای آن نسبت به دمای مجاز نصف می‌گردد.
بنابر این عمر مفید فنی یک ترانسفورماتور به‌طور اساسی به دوره‌های بارگیری، میزان اضافه بارگیری و دمای محیط بستگی دارد.

۳-۳-۲ بارگیری بیش از ظرفیت ترانسفورماتور

اضافه بارگیری ترانسفورماتورهای روغنی تولیدی آریا ترانسفو شرق مطابق استاندارد IEC60076-7 می‌باشد.

۳-۳-۳ کاهش ظرفیت ترانسفورماتور در دمای محیط و ارتفاع نصب دلخواه

برای اطلاع از میزان کاهش ظرفیت ترانسفورماتورهای روغنی نرمال شبکه توزیع در شرایط کارکرد در حداکثر دمای محیط و ارتفاع نصب متفاوت با مقادیر طراحی، می‌توان از رابطه‌ی تقریبی ذیل استفاده نمود.

$$S_2 = \left\{100 - 1.3 \times \left[\theta_{a2} - \theta_{a1} + \left(\frac{H_2 - H_1}{400}\right)\right]\right\} \times \frac{S_1}{100}$$

که در رابطه‌ی فوق،

S_1	توان نامی ترانسفورماتور در شرایط طراحی بر حسب kVA
S_2	توان نامی ترانسفورماتور در شرایط محیطی جدید بر حسب kVA
θ_{a1}	حداکثر دمای محیط در شرایط طراحی بر حسب °C
θ_{a2}	حداکثر دمای محیط در شرایط جدید بر حسب °C
H_1	ارتفاع نصب شرایط طراحی بر حسب m (زیر ۱۰۰۰ متر، ۱۰۰۰ در نظر گرفته شود)
H_2	ارتفاع نصب شرایط جدید بر حسب m (زیر ۱۰۰۰ متر، ۱۰۰۰ در نظر گرفته شود)

۳-۳-۴ کارکرد موازی ترانسفورماتورها

برای موازی کردن دو یا چند ترانسفورماتور شرایط ذیل باید برقرار باشند:

- گروه برداری ترانسفورماتورها یکسان باشد. گروه‌برداری هر ترانسفورماتور روی پلاک مشخصات آن قید شده است.
- فازهای همسان در فشارضعیف و فشارقوی باید با هم موازی شوند.
- ترانسفورماتورها باید دارای نسبت تبدیل تقریبا برابر باشند.
- امپدانس اتصال کوتاه (٪Uk) ترانسفورماتورها باید با حداکثر رواداری ۱۰٪ ± برابر باشند.
- ظرفیت ترانسفورماتورها نباید از نسبت یک به سه تجاوز کند.
- کلیدهای تنظیم ولتاژ باید در موقعیتی قرار گیرند که نسبت‌های تبدیل تا میزان ممکن برابر شوند.

البته با لحاظ شرایطی می‌توان در صورت عدم برآورده شدن برخی از اصول فوق نیز ترانسفورماتورها را موازی نمود که جزئیات بیشتر در استاندارد IEC60076-8 موجود و قابل استفاده می‌باشد.

۳-۴ نگهداری ترانسفورماتور

۳-۴-۱ بازدید حین کارکرد

برای بازدید حین کارکرد ترانسفورماتور باید موارد ایمنی کاملا رعایت گردد. در این مرحله می‌توان بازرسی‌های ذیل را انجام نمود.

- ثبت مقادیر حداکثر دمای روغن در صورت وجود ترمومتر روغن
- بازرسی سطوح بوشینگ‌ها از لحاظ آلودگی
- بازرسی وضعیت سطوح بدنه‌ی ترانسفورماتور
- بازدید محفظه‌ی رطوبت‌گیر: در صورتی که $\frac{۲}{۳}$ سیلیکاژل های محفظه تغییر رنگ دهند، باید سیلیکاژل‌ها تعویض گردند. (به بند ۲-۷-۵ مراجعه شود)
- بازرسی نشتی احتمالی روغن

۳-۴-۲ نگهداری حین کارکرد

برای رعایت ایمنی اشخاص، فعالیت‌های نگهداری محدودی حین کارکرد ترانسفورماتور می‌تواند انجام شود و در صورت هرگونه عیب احتمالی، ترانسفورماتور بایستی بی‌برق شده و مطابق دستورالعمل اقدام گردد.

۳-۴-۳ بازرسی و عیب‌یابی در زمان خاموشی

قبل از هرگونه عملیات تعمیرات و نگهداری، ترانسفورماتورها باید از شبکه جدا شده و زمین شوند. در هنگام باز بودن قطع کننده‌های شبکه، به منظور جلوگیری از بسته شدن ناگهانی آن‌ها، باید در موقعیت باز قفل شوند، همچنین موارد ذیل باید در نظر گرفته شوند:

- واشرهای بوشینگ‌ها: نشتی روغن معمولا با محکم کردن پیچ‌ها برطرف می‌شود. در صورتی که واشرها در اثر گرما و گذر زمان خاصیت ارتجاعی خود را از دست داده باشند، بایستی تعویض شوند.
- در صورت نشتی از واشرهای آب‌بندی درپوش، شیرآلات و کلید تنظیم ولتاژ، معمولا محکم کردن پیچ‌ها باعث رفع عیب می‌گردد.
- هنگام بروز نشتی روغن از محل‌های جوشکاری شده، معمولا این عیب با استفاده از چسب‌های مخصوص این کار برطرف می‌گردد. در صورت استفاده از جوشکاری برای رفع نشتی، این عمل بایستی بدون تخلیه روغن توسط افراد متخصص انجام شود.
- پاک سازی بوشینگ‌ها از آلودگی
- پاک سازی قسمت‌های شیشه‌ای رله‌ی بوخهلتس، ترمومترها و روغن‌نما
- تست عملکرد تجهیزات در صورت وجود
- حرکت دادن کلید تنظیم ولتاژ در تمامی موقعیت‌ها و بازگرداندن آن به موقعیت دلخواه
- نمونه‌گیری روغن ترانسفورماتور از شیر تخلیه‌ی تعبیه شده برای ترانسفورماتورهای بزرگ در صورت نیاز
- بازدید سیلیکاژل و تعویض آن در صورت نیاز
- بازسازی سطوح معیوب بدنه‌ی ترانسفورماتور

اگر ترانسفورماتور در محیط با آلودگی بالا نصب شود، بازرسی‌های دوره‌ای بیشتری مورد نیاز است.
همچنین اگر حین کارکرد ترانسفورماتور تجهیزات حفاظتی دستور آلارم و یا تریپ دادند، سریعا باید نسبت به بررسی عیب به وجود آمده اقدام نمود.

۳-۴-۴ روغن ترانسفورماتور

روغن ترانسفورماتور به عنوان عایق الکتریکی و هم به عنوان منتقل کننده حرارت از قسمت فعال ترانسفورماتور به کار می‌رود. البته خاصیت عایقی روغن تنها زمانی مناسب است که روغن بدون رطوبت و آلودگی باشد.
توازن رطوبت بین روغن ترانسفورماتور و کاغذهای عایقی به گونه‌ای است که بیشتر رطوبت در کاغذ عایقی جمع می‌شود.
تست روغن ترانسفورماتور معمولا باید اولین بار ۱۲ ماه پس از تزریق روغن و پس از آن به‌طور مرتب هر شش سال یک بار انجام گیرد.
نمونه گیری روغن برای ترانسفورماتورهای هرمتیک به دلیل تماس نداشتن با هوای اطراف و رطوبت محیط ضروری نیست.

۳-۴-۵ بوشینگ‌ها و محل اتصالات

بخش‌های سرامیکی بوشینگ‌های ترانسفورماتور باید در صورت نیاز هنگام بی‌برق شدن ترانسفورماتورها از آلودگی پاک شوند. این امر خصوصا برای ترانسفورماتورهایی که در محیط‌های آلوده نصب می‌شوند اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.
برای تمیزکاری سطوح بوشینگ می‌توان از الکل صنعتی و یا بخارشوی استفاده کرد. وضعیت هادی‌های خارجی و اتصالات شینه‌های بوشینگ‌ها نیز باید در فواصل زمانی مناسبی به‌طور مرتب بررسی گردد زیرا کاهش فشار اتصالات می‌تواند باعث افزایش دمای موضعی شده و واشرهای همجوار را تخریب نماید.
تذکر مهم: در صورتی که به هر دلیل در زمان بهره‌برداری یا بازدید دوره‌ای، نیاز به باز کردن کفشک نصب شده روی مقره‌های فشارضعیف می‌باشد:

- حتما پیچ روی کفشک به طور کامل باز شود تا هنگام چرخاندن کفشک، بلسن بوشینگ حرکت نکند.
- قبل از چرخاندن کفشک، روی بلسن با فلش علامت‌گذاری شود تا در صورت چرخیدن متوجه این موضوع شده و اصلاح شود.

۳-۴-۶ کلید تنظیم ولتاژ

نسبت تبدیل ترانسفورماتورهای توزیع روغنی عموما توسط کلید تنظیم ولتاژ بی‌برق قابل تنظیم است. برای تنظیم باید ترانسفورماتور کاملا بی‌برق شود. محور تنظیم ولتاژ برای دسترسی عموما روی درپوش ترانسفورماتور قرار گرفته است و مجهز به تنظیم‌کننده دستی، نشانگر موقعیت و ابزار قفل‌کننده است. پس از تغییر موقعیت کلید تنظیم ولتاژ، قسمت قفل‌کننده باید در محل خود قرار گیرد. این امر باعث اطمینان از قرارگیری درست موقعیت کنتاکت‌ها می‌شود.

همچنین توصیه می‌شود در هنگام سرویس و نگهداری چند بار موقعیت کلید از کمترین به بیشترین موقعیت تغییر داده شود. این موضوع در مورد ترانسفورماتورهایی که عموما تغییر تپ داده نمی‌شوند اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

۳-۴-۷ واشرهای آب بندی

در تولیدات شرکت آریا ترانسفو شرق واشرهای آب‌بندی درپوش، فلنج‌ها و واشرهای بین بوشینگ و درپوش عموما از جنس لاستیک NBR مقاوم در برابر روغن می‌باشد.

نشتی روغن در اکثر مواقع می‌تواند با محکم کردن پیچ و مهره‌ها بر طرف شود. اما در صورتی که خاصیت آب‌بندی این واشرها به دلیل حرارت بالا و یا زمان زیاد از بین رفته باشد می‌توان نسبت به تعویض آن‌ها اقدام نمود.

توجه شود که فشار زیاد هنگام آب‌بندی می‌تواند باعث شکستگی و تخریب پیچ‌ها و مهره‌ها شود. لذا دقت در فشار وارده هنگام آب‌بندی بسیار اهمیت پیدا می‌کند.

۳-۴-۸ حفاظت سطوح بیرونی

پیش از بازسازی سطوح تخریب شده و رنگ کردن مجدد، سطوح باید از هر گونه آلودگی مانند خاک، زنگ زدگی و روغن پاک شوند.

۴ – تست‌های ترانسفورماتور

اطلاعات این بخش از استاندارد IEC60076-1 اقتباس شده است. برای اطلاعات بیشتر به استاندارد اشاره شده مراجعه شود. لازم به ذکر است تمامی تست‌های ذکر شده در استاندارد در آزمایشگاه‌های مجهز آریا ترانسفو شرق قابل انجام است.

شکل ۴-۱ آزمایشگاه فشارقوی آریا ترانسفو شرق

۴-۱ تست های روتین

این تست ها بر روی تمامی ترانسفورماتورهای تولیدی در محل کارخانجات آریا ترانسفو شرق انجام می گردد.

- اندازه‌گیری مقاومت سیم‌پیچ‌ها
- اندازه‌گیری نسبت تبدیل و گروه برداری
- اندازه‌گیری امپدانس اتصال کوتاه و تلفات بارداری
- اندازه‌گیری جریان و تلفات بی‌باری
- تست‌های عایقی روتین اشاره شده در استاندارد IEC60076-3

۴-۲ تست های نوعی

این تست‌ها بر روی یک دستگاه از ترانسفورماتورهای مشابه انجام می گردد.

- تست حرارتی
- تست‌های عایقی نوعی اشاره شده در استاندارد IEC60076-3
- اندازه‌گیری سطح صدای ترانسفورماتور

۴-۳ تست های خاص

این تست ها به صورت خاص و در قبال درخواست و پرداخت هزینه از سوی مشتری قابل انجام هستند.

- تست‌های عایقی خاص اشاره شده در استاندارد IEC60076-3
- اندازه‌گیری خازن بین سیم‌پیچ‌ها و سیم‌پیچ‌ها و زمین
- اندازه‌گیری ضریب تلفات عایقی (تانژانت دلتا)
- اندازه‌گیری ولتاژ گذرای انتقالی
- اندازه‌گیری امپدانس توالی صفر برای ترانسفورماتورهای سه فاز
- تست تحمل در برابر اتصال کوتاه (این تست در لابراتوارهای معتبر دنیا قابل انجام است)
- اندازه‌گیری مقاومت عایقی
- تست پاسخ فرکانسی (FRA)

۵ – بازیافت و امحاء پس از استفاده

رهاسازی ترانسفورماتورهایی که عمر استفاده از آن‌ها به پایان رسیده است، ممکن است باعث آسیب به محیط‌زیست شود.

پیشرفت روزافزون تکنولوژی در تکنیک‌های بازیافت مواد اصلی ترانسفورماتورهای معیوب، موجب شده است تا ارزش بازیافت ترانسفورماتور افزایش پیدا کند. ترانسفورماتورهایی که سال‌ها بعد از رده خارج می‌شوند، در مقایسه با ترانسفورماتورهایی که در حال حاضر اسقاط می‌شوند، ارزش بالاتری خواهند داشت. در عین حال انتظار می‌رود که دسته‌ای از مواد که در حال حاضر قابل بازیافت نیستند در آینده بازیافت‌پذیر شوند.

۵–۱ استفاده مجدد

ترانسفورماتور از قسمت‌های ارزشمندی تشکیل شده است، که این اجزا حتی پس از پایان عمر ترانسفورماتور نیز قابل بازیافت می‌باشند. به عنوان مثال:

- مس
- آلومینیوم
- روغن
- آهن
- مواد عایقی

که این مواد پس از انجام فرآیندهای خاصی که توسط شرکت‌های متخصص در این زمینه انجام می‌گردد، قابل بازیافت و استفاده مجدد در صنعت ترانسفورماتور و یا سایر کاربردها می‌باشند.

۵–۲ دفن زباله

قسمت‌هایی از ترانسفورماتور که قابل بازیابی نیستند باید به محل خاص دفن زباله منتقل شوند و باید تلاش گردد که در فرآیند تولید ترانسفورماتور از حداکثر مواد قابل بازیافت استفاده گردد.

۵–۳ ارزیابی چرخه حیات (LCA)

تاثیر زیست محیطی ترانسفورماتور می تواند به پنج چرخه حیات تقسیم شود:

۱. استخراج و ساخت و انتقال مواد خام اولیه

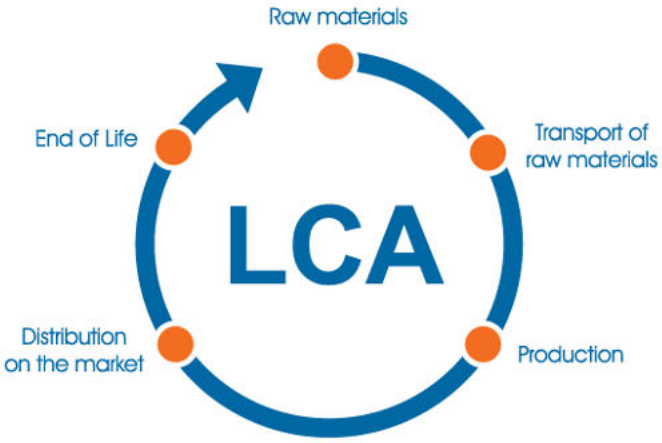
۲. تولید ترانسفورماتور

۳. انتقال به سایت

۴. تلفات انرژی در طول مدت بهره‌برداری

۵. بازیافت پس از پایان عمر

محاسبات LCA نشان می‌دهد که دسته‌های ۲،۱ و ۳ در مقایسه با مورد ۴ قابل صرف نظر است و همچنین بخشی از دسته اول دوباره در حین بازیافت ترانسفورماتور به دست خواهد آمد.



شکل ۵- ۱ شمای کلی ارزیابی چرخه حیات

ارزیابی چرخه حیات نشان می‌دهد که اثرات غالب زیست‌محیطی در طول عمر یک ترانسفورماتور تلفات انرژی در حین کارکرد آن است. کل تلفات شامل تلفات بار و تلفات بی‌باری است که هر دو مقدار قابل توجهی را به خود اختصاص می‌دهند.
تلفات انرژی کل در طول عمر ترانسفورماتور یکی از دلایلی است که آریا ترانسفو شرق طرح‌های کم تلفات را پیشنهاد می‌دهد.

۶ – ضمانت ترانسفورماتور توزیع

۶–۱ تعریف ضمانت

ضمانت ترانسفورماتور به منزله تعهد آریا ترانسفو شرق در خصوص رفع نقص فنی ناشی از ساخت محصول تحویل داده شده، بدون دریافت هزینه، در دوره‌ی ضمانت و با شرایط و تعهدات مندرج در برگه ضمانت‌نامه می‌باشد.

۶–۲ تعریف بهره بردار

بهره‌بردار شخصیت حقیقی و یا حقوقی است که بهره‌برداری از ترانسفورماتور در اختیار وی می‌باشد. بهره‌بردار لزوما خریدار ترانسفورماتور نیست.

۶–۳ دوره‌ی زمانی ضمانت

دوره‌ی زمانی ضمانت ترانسفورماتور از تاریخ مندرج در بارنامه از محل آریا ترانسفو شرق واقع در شهرک صنعتی شهمیرزاد سمنان به مدت ۲۴ ماه و یا از تاریخ بهره‌برداری ترانسفورماتور به مدت ۱۸ماه (هر کدام که زودتر محقق گردد) می‌باشد. در صورت توافق مغایر با شرایط فوق، تعهدات مندرج در قرارداد ملاک عمل خواهند بود.

۶–۴ شرایط ضمانت

- حمل، تخلیه، نصب، برق‌دار نمودن و بهره‌برداری از ترانسفورماتور بر اساس دستورالعمل‌های سازنده و شرکت‌های توزیع نیروی برق انجام شده باشد. (فرم‌های شماره ۱ و ۲ پر گردند)
- پلمپ‌های درپوش مخزن، شیرآلات و تجهیزات سالم باشند.
- تغییر و یا تعمیری بر روی ترانسفورماتور به جز از سوی تعمیرکاران مجاز این شرکت انجام نشده باشد.

۶–۵ محدوده‌ی تعهدات در دوره‌ی ضمانت

- تعمیر و یا تعویض تجهیزات معیوب نصب شده بر روی ترانسفورماتور
- تعمیر و برطرف نمودن عیوب ظاهری و یا الکتریکی
- تحویل موقت ترانسفورماتور مشابه به منظور بهره‌برداری در دوره‌ی رفع عیب (در صورت درخواست بهره‌بردار و در صورتی که زمان رفع عیب ترانسفورماتور بیش از ۷ روزکاری پیش‌بینی گردد)
- هزینه‌ی حمل ترانسفورماتور به محل کارخانه، شرکت خدمات پس از فروش آریا ترانسفو یا نمایندگی‌های خدمات پس از فروش شرکت و بلعکس

۶–۶ موارد خارج از تعهدات در دوره‌ی ضمانت

- عیوب ناشی از حمل و یا صدمات و ضربات مکانیکی وارده بر ترانسفورماتور از جمله شکستگی مقره‌ها و یا تجهیزات
- عیوب الکتریکی ناشی از عدم رعایت دستورالعمل‌های سازنده و شرکت‌های توزیع نیروی برق در نصب، برق‌دار کردن و بهره‌برداری
- عیوب ناشی از اضافه بارگیری، اضافه ولتاژها و اتصال کوتاه‌های غیرمجاز
- صدمات و عیوب ناشی از بلایای طبیعی و حوادث غیرمترقبه نظیر صاعقه، زلزله، طوفان، سیل و جنگ
- ضرر و زیان به کسب و کار بهره‌بردار ناشی از عیب ترانسفورماتور
- هزینه‌های نصب و برق‌دار کردن مجدد

۶–۷ نحوه‌ی استفاده از خدمات دوره‌ی ضمانت

در صورت نیاز به استفاده از خدمات در دوره‌ی ضمانت، لازم است بهره‌بردار درخواست خود، حاوی اطلاعات تماس را به طور کتبی و به همراه تصویر برگ ضمانت‌نامه و فرم‌های شماره ۱، ۲ و۳، به همراه عکس‌های مختلف از عیب حداکثر ظرف مدت ۵ روز کاری از طریق ایمیل و یا فکس به اطلاع شرکت خدمات پس از فروش آریا ترانسفو برساند. پس از دریافت درخواست و مدارک فوق از سوی شرکت خدمات پس از فروش آریا ترانسفو، ظرف حداکثر یک روز کاری برای ارائه خدمات و اقدامات بعدی با بهره‌بردار تماس گرفته خواهد شد. در صورتی که فرم‌های فوق‌الذکر بدون تایید مراجع و افراد صلاحیت‌دار ذکر شده در هر قسمت ارسال شوند ترتیب اثری به درخواست‌ها داده نخواهد شد. تشخیص این که نقص فنی ایجاد شده در ترانسفورماتور ناشی از فرآیند تولید، نصب، راه‌اندازی و بهره‌برداری نادرست و یا اضافه بار بوده است به عهده شرکت خدمات پس از فروش آریا ترانسفو می‌باشد.

۶–۸ خدمات پس از فروش

خدمات پس از فروش آریا ترانسفو مادام‌العمر بوده و پس از پایان دوره‌ی ضمانت نیز شرکت خدمات پس از فروش آریا ترانسفو آمادگی ارائه‌ی خدمات فنی و تامین لوازم یدکی محصولات خود را در ازای دریافت هزینه‌های مربوطه دارد. ضمنا شماره تلفن‌های شرکت خدمات پس از فروش آریا ترانسفو به شرح ذیل می‌باشد:

(خط مستقیم) ۴۹-۳۳۲۷۹۴۴۶-۰۲۳

(خط مستقیم) ۳۱۱۱۴۹۹-۰۲۳

همراه ۰۹۱۲۹۵۹۲۷۴۰

- جهت اطلاع از نمایندگی‌های شرکت خدمات پس از فروش آریا ترانسفو به وب‌سایت www.arya-transfo.com مراجعه فرمایید.

دفترمرکزی: تهران، کدپستی: ۱۴۶۸۸۳۳۸۴۶
صندوق پستی ۵۱۸-۱۵۱۷۵، تهران
تلفن: ۸-۸۸۳۷۴۳۳۵ (۰۲۱)، فکس: ۸۸۳۷۴۳۳۹ (۰۲۱)
کارخانه: سمنان، شهرک صنعتی شهمیرزاد، کدپستی: ۳۵۷۳۱۹۵۹۸۸
صندوق پستی ۱۱۱-۳۵۷۱۵، شهمیرزاد، سمنان
تلفن: ۲۸-۳۳۲۷۹۴۲۱ (۰۲۳)، ۳۱۱۱ (۰۲۳)
تلفن دفتر خدمات پس از فروش: ۴۹-۳۳۲۷۹۴۴۶ (۰۲۳)، ۳۱۱۱۴۹۹ (۰۲۳)
فکس: ۳۰-۳۳۲۷۹۴۲۹ (۰۲۳)
aftersales@arya-transfo.com
www.tsp-shop.com

گروه صنعتی آریاترانسفو
ARYA TRANSFO INDUSTRIAL GROUP

جهت دریافت
کاتالوگ‌ها و بروشورها
کد بالا را اسکن نمایید.

Design by: Advertising Dept. of Arya Transfo Industrial Group

API01201-00 ISSUE DATE: 20/10/95 REV. DATE: 03/07/02