جمهوری اسلامی ایران

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال ترانسفورماتورهای قدرت در پست های فشار قوی

نشریه شماره ۱-۴۳۷

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
http://tec.mporg.ir

وزارت نیرو – شرکت توانیر
طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت برق
www.tavanir.ir

جمهوری اسلامی ایران

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال ترانسفورماتورهای قدرت در پست های فشارقوی

نشریه شماره ۱– ۴۳۷

معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
http://tec.mporg.ir

وزارت نیرو – شرکت توانیر
طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت برق
www.tavanir.ir

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره : ۱۰۰/۳۱۶۵۰
	تاریخ : ۱۳۸۷/۴/۸

موضوع :
مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها و خطوط فوق توزیع و انتقال – ترانسفورماتورهای قدرت در پست‌های فشار قوی (جلد اول) و (جلد دوم)

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی ، موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ٤٢٣٣٩/ت ٣٣٤٩٧هـ ، مورخ ۱۳۸۵/٤/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۴۳۷ دفتر نظام فنی اجرایی ، در دو مجلد با عنوان «**مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها و خطوط فوق توزیع و انتقال – ترانسفورماتورهای قدرت در پست‌های فشار قوی (جلد اول) و (جلد دوم)**» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنمای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این بخشنامه الزامی نیست.

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها یا راهنماهای جایگزین را به دفتر نظام فنی اجرایی ارسال کنند.

امیرمنصور برقعی
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

۴۸۶۷۰۱

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته، مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، ***از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:***

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان، متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، دفتر نظام فنی اجرایی

سازمان مرکزی- تهران ۱۱۴۹۹۴۳۱۴۱- خیابان صفی علی شاه
http://tec.mporg.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

در اجرای ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور و بـه منظـور تعمـیم اسـتانداردهای صنعت برق و ایجاد هماهنگی و یکنواختی در طراحی و اجرای پروژه‌های مربوط به تولید، انتقـال و توزیـع نیـروی بـرق، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور (معاونت نظارت راهبردی – دفتر نظـام فنـی اجرایـی) بـا همکـاری وزارت نیرو – شرکت توانیر در قالب طرح «ضوابط و معیارهای فنی صـنعت بـرق» اقـدام بـه تهیـه مجموعـه کـاملی از استانداردهای مورد لزوم نموده است.

نشریه حاضر با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال – ترانسـفورماتورهای قدرت در پست های فشار قوی – جلد اول» در بر گیرنده مباحث مربوط به الزامات استاندارد، ضوابط مربوط به طراحـی و ساخت اجزا، فهرست لوازم یدکی، آزمون های استاندارد لازم، نقشه ها و مدارک پیشنهاد دهندگان و سـازندگان، و نکـات قابل توجه از نظر حمل و نقل، انبارداری و نصب و راه اندازی ترانسفورماتورهای قدرت در پسـت هـای فشـار قـوی مـی باشد.

معاونت نظارت راهبردی به این وسیله از کوشش‌های دست‌اندرکاران به ثمر رسیدن این نشریه و همچنین سازمان‌هـا و شرکت‌های مهندسی مشاور که با اظهارنظرهای سازنده خود این معاونت را در جهت غنا بخشیدن به آن یاری نمـوده‌انـد سپاسگزاری و قدردانی نموده و توفیق روزافزون آنان را از درگاه ایزد یکتا آرزومند است.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۸۷

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال - ترانسفورماتورهای قدرت در پست های فشار قوی - نشریه شماره ۱- ۴۳۷

تهیه کننده

این مجموعه به وسیله شرکت مهندسین مشاور نیرو با همکاری آقایان مهندس پوریا معقولی، دکتر فرامرز رهبر و دکتر عارف درودی تهیه و تدوین شده است و توسط آقای اسماعیل زارعی مورد ویراستاری قرار گرفته است.

کمیته فنی

این نشریه همچنین در کمیته فنی طرح با مشارکت مجری و مشاور طرح و نمایندگان شرکت‌های مهندسی مشاور تحت پوشش وزارت نیرو به شرح زیر بررسی، اصلاح و تصویب شده است.

آقای مهندس جمال بیاتی	وزارت نیرو – سازمان توانیر – مجری طرح
آقای مهندس حسین آخوندی	معاونت هماهنگی و نظارت بر بهره برداری سازمان توانیر
آقای مهندس رحمت الله اکرم	شرکت مشانیر
آقای مهندس بهمن الله مرادی	سازمان توسعه برق
آقای دکتر عارف درودی	مهندسین مشاور نیرو
آقای مهندس رضا صائمی	شرکت مشانیر
آقای دکتر فرامرز رهبر	مهندسین مشاور نیرو
آقای مهندس پوریا معقولی	مهندسین مشاور نیرو
آقای مهندس سید حسن عرب اف	مهندسین مشاور قدس نیرو
آقای مهندس علی اصغر کساییان	مهندسین مشاور قدس نیرو
آقای مهندس احمدی پور	شرکت مشانیر
آقای مهندس رضا حیدر بزرگ	مهندسین مشاور قدس نیرو
آقای دکتر محمد کبیری	شرکت ایران ترانسفو
آقای مهندس احسان الله زمانی	وزارت نیرو – سازمان توانیر – دبیر کمیته فنی طرح

مسوولیت کنترل و بررسی نشریه در راستای اهداف دفترنظام فنی اجرائی به عهده آقایان مهندسین پرویز سیداحمدی و محمدرضا طلاکوب بوده است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۱- نیازهای عمومی **۳**

۲- طراحی ساخت **٤**

۲-۱- هسته ۴

۲-۲- سیم‌پیچ‌ها ۵

۲-۳- مونتاژ هسته و سیم‌پیچی ۶

۲-۴- قابلیت تحمل اتصال کوتاه ۶

۲-۵- اضافه بار و اضافه شار (تحریک) ۷

۲-۶- تانک ۷

۲-۷- تپ‌چنجر ۹

۲-۷-۱- تپ‌چنجر بدون بار ۹

۲-۷-۲- تپ‌چنجر تحت بار ۹

۲-۷-۳- مکانیزم عملکرد ۱۰

۲-۷-۴- تابلوی فرمان از راه دور ۱۱

۲-۷-۵- هشدارها و علائم نشان‌دهنده ۱۲

۲-۷-۶- تنظیم‌کننده اتوماتیک ولتاژ ۱۲

۲-۸- کنترل و نظارت از راه دور ۱۳

۲-۹- سیستم خنک‌کنندگی ۱۴

۲-۹-۱- کلیات ۱۴

۲-۹-۲- خنک شدن با کمک دمنده‌های هوای یک مرحله‌ای ۱۵

۲-۹-۳- خنک شدن با کمک دمنده‌های هوای دو مرحله‌ای ۱۵

۲-۹-۴- خنک شدن با کمک رانش روغن ۱۵

۲-۱۰- بوشینگ‌ها ۱۶

۲-۱۱- ترانسفورماتورهای جریان بوشینگی ۱۷

۲-۱۲- ملحقات ۱۸

۲-۱۲- ۱- کنسرواتور (منبع انبساط روغن) ۱۸

۲-۱۲-۲- رله دو وضعیتی تشخیص گاز (رله بوخهلتز) ۱۹

۲-۱۲-۳- نشان‌دهنده سطح روغن کنسرواتور ۱۹

۲-۱۲-۴- نشان‌دهنده درجه حرارت سیم‌پیچی ۱۹
۲-۱۲-۵- نشان‌دهنده درجه حرارت روغن ۲۰
۲-۱۲-۶- سیستم مونیتورینگ یکپارچه سیم‌پیچ و روغن ۲۰
۲-۱۲-۷- دستگاه تخلیه فشار ۲۰
۲-۱۲-۸- رطوبت‌گیر (سیلیکاژل) ۲۱
۲-۱۲-۹- چرخها ۲۱
۲-۱۲-۱۰- تسمه مسی جهت زمین کردن ۲۱
۲-۱۲-۱۱- شوک متر ۲۱
۲-۱۳- تابلوی مارشالینگ و تابلوی کنترل خنک‌کننده‌ها ۲۱
۲-۱۳-۱- تابلوی مارشالینگ ۲۱
۲-۱۳-۲- تابلوی کنترل خنک‌کننده‌ها ۲۲
۲-۱۴- ترمینالهای فشار قوی..... ۲۲
۲-۱۴-۱- ترمینالهای سیم‌پیچی سوم ۲۲
۲-۱۵- ارزیابی هزینه‌ای (هزینه سرمایه‌گذاری و تلفات)..... ۲۳
۲-۱۶- جریمه و پذیرش ترانسفورماتور ۲۳
۲-۱۷- تلورانس جریان و توان نامی..... ۲۳
۲-۱۸- مردود نمودن..... ۲۳
۲-۱۹- رنگ و پرداخت نهائی ۲۵
۲-۲۰- نیازها از لحاظ زمین لرزه..... ۲۵
۲-۲۱- روغن ترانسفورماتور ۲۵
۲-۲۲- صفحه مقادیر نامی ۲۵
۲-۲۳- سیستم مونیتورینگ بلادرنگ گاز ۲۶
۲-۲۳-۱- کلیات ۲۶
۲-۲۳-۲- ویژگیها ۲۶
۲-۲۴- سیستم اطفاء حریق (در صورت نیاز) ۲۷
۲-۲۵- بسته‌بندی، حمل و نقل ۲۸
۳- لوازم یدکی و وسایل مخصوص..... ۲۸
٤- آزمونها ۲۹
۴-۱- آزمونهای جاری ۲۹
۴-۲- آزمونهای نوعی ۲۹
۴-۳- آزمونهای ویژه ۳۰

۵- نقشه‌ها و مدارک ۲۹
۵-۱- مدارکی که باید پیشنهاددهندگان ارائه نمایند ۲۹
۵-۲- مدارکی که باید پیمانکار یا سازنده ارائه نماید ۳۰
٦- برنامه تضمین کیفیت ۳۱
۷- حمل و نقل، انبارداری، نصب و راه‌اندازی ۳۱
۷-۱- بازرسی در زمان تحویل ۳۱
۷-۲- جابه جایی ۳۲
۷-۳- انبارداری ۳۲
۷-۴- نصب روی فونداسیون ۳۳
۷-۵- نصب تجهیزات جانبی ۳۳
۷-۶- روغن زدن ۳۴
۷-۶-۱- آماده سازی ۳۴
۷-۶-۲- خلاءکردن ۳۴
۷-۶-۳- روغن‌ریزی ۳۵
۷-۶-۴- آزمونهای پیش از برقدار کردن ۳۵

مشخصات فنی عمومی و اجرایی ترانسفورماتورهای قدرت در پست‌های فشارقوی

۱- نیازهای عمومی

ترانسفورماتورهای قدرت باید مطابق با آخرین نگارش استانداردهای زیر و متن مشخصات فنی حاضر طراحی، ساخت، آزمون، بسته‌بندی، علامت‌گذاری، نصب و راه‌اندازی گردند.

IEC شماره ۱-۶۰۰۷۶: مفاهیم عمومی

IEC شماره ۲-۶۰۰۷۶: افزایش درجه حرارت

IEC شماره ۳-۶۰۰۷۶: سطح عایقی و آزمونهای عایقی

IEC شماره ۴-۶۰۰۷۶: راهنمای آزمون صاعقه و کلیدزنی ترانسفورماتورها و راکتورها

IEC شماره ۵-۶۰۰۷۶: قابلیت تحمل جریان اتصال کوتاه

IEC شماره ۸-۶۰۰۷۶: راهنمای کاربرد

IEC شماره ۱۰-۶۰۰۷۶: اندازه‌گیری سطح نویز ترانسفورماتورها و راکتورها

IEC شماره ۶۰۰۱۳۷: بوشینگها برای ولتاژهای متناوب بالای ۱۰۰۰ ولت

IEC شماره ۶۰۱۶۸: آزمون‌های مقره‌ها

IEC شماره ۱-۶۰۰۴۴: ترانسفورماتورهای جریان

IEC شماره ۶۰۲۱۴: تپ‌چنجر قابل تغییر زیر بار

IEC شماره ۶۰۲۷۰: اندازه‌گیری تخلیه جزئی

IEC شماره ۶۰۲۹۶: مشخصات روغنهای معدنی عایقی قابل استفاده برای کلیدها و ترانسفورماتورها

IEC شماره ۶۰۳۵۴: روش بارگیری ترانسفورماتورهای قدرت از نوع روغنی

IEC شماره ۶۰۴۳۷: آزمون‌های تداخل امواج رادیویی روی مقره‌ها

IEC شماره ۶۰۵۰۶: آزمون‌های موج کلیدزنی روی مقره‌های فشار قوی

IEC شماره ۶۰۵۴۲: راهنمای عملی و کاربردی برای تپ‌چنجر قابل تغییر زیر بار

IEC شماره ۶۰۶۱۶: ترمینال و برچسب‌گذاری تپ‌چنجرهای ولتاژ برای ترانسفورماتورهای قدرت

IEC شماره ۶۰۶۹۴: موارد مشترک برای سوئیچگیرهای ولتاژ بالا و تجهیزات کنترلی

IEC شماره ۱-۶۰۹۴۷: سوئیچگیرهای ولتاژ پایین ـ قوانین کلی

ANSI شماره C57-1200: قابلیت تحمل جریان اتصال کوتاه دینامیکی

ISO شماره ۱۴۶۱: پوشش فلزی و نیازهای پوشش گالوانیزه گرم روی قطعات آهنی

BS شماره ۴۲۳۲: مشخصات سطوح نهایی برای رنگ‌کاری فولاد سنگ‌زده شده

تمام اصلاحیه‌ها، مکمل‌ها و مراجع لیست‌شده در استانداردهای فوق‌الذکر نیز باید اعمال گردند.

ترانسفورماتورهای قدرت بایستی با تجهیزات یدکی و هر وسیله‌ای که برای کارکرد صحیح آن لازم است تجهیز گردند. اطلاعات پایه‌ای ترانسفورماتور و تجهیزات و مقادیر نامی آنها در جدول (I) ترانسفورماتور قدرت آورده شده است.

ترانسفورماتور قدرت بایستی قابل نصب در هوای آزاده بوده و دارای سیم‌بندی مجزا یا اتوترانسفورماتوری باشد و از لحاظ عایقی باید به صورت غوطه‌ور در روغن و دارای کنسرواتور باشد.

ترانسفورماتور و تجهیزات آن بایستی توانائی کار در بار نامی را تحت شرایط آب و هوائی مشخص و در درجه حرارت و ارتفاع معین شده داشته باشد.

تمامی وسایل و تجهیزاتی که حامل جریان الکتریکی هستند اعم از بوشینگ، اتصالات، تجهیزات ترانسفورماتور قدرت و ترانسهای جریان داخلی بایستی حداقل توانائی تحمل ۱/۲ برابر حداکثر جریان نامی سیم‌پیچی ترانسفورماتور را در تحت شرایط کاری مشخص شده داشته باشند.

در مواقعی که سیستم خنک‌کننده ترانسفورماتور در شرایط حداکثر درجه حرارت کار در ظرفیت نامی ترانسفورماتور، از مدار خارج شود، ترانسفورماتور بایستی قادر به ادامه کار بدون ایجاد گرمای صدمه زننده و برای پریودهای زیر باشد:

- کار در بار نامی به مدت حداقل ۱۰ دقیقه بعد از خراب شدن همه سیستمهای خنک‌کننده.
- اگر برای ترانسفورماتور هیچ مقدار نامی در حالت خنک‌شدن طبیعی اختصاص داده نشده باشد آنگاه این ترانسفورماتور بایستی برای مدت زمان بیش از یک ساعت بدون بار برقدار باقی بماند.
- ترانسفورماتوری که دارای دو گروه خنک‌کننده بوده و هر کدام از این گروهها برای ۵۰ درصد از کل گرمای تولیدشده اختصاص داده شده باشند، درصورتیکه یکی از خنک‌کننده‌های اجباری مربوط به یک گروه خنک‌کننده خراب شود، بایستی بتواند ۲۰ دقیقه بدون هیچ مشکلی تحت بار کامل کار کند.

ولتاژ تغذیه کمکی مستقیم و متناوب برای ترانسفورماتور و تجهیزات جانبی بایستی براساس آنچه در جداول مشخص شده است باشد.

ترانسفورماتور باید طوری طراحی و ساخته شود که در شرایط کاری، سطح صدای متوسط ایجاد شده توسط ترانسفورماتور و ملحقات آن از مقدار مشخص شده تجاوز نکند.

۲- طراحی و ساخت

۲-۱- هسته

ورق هسته ترانسفورماتور باید از فولاد سیلیکون‌دار سرد نورد شده با دانه‌های جهت‌دار ساخته شود. این ماده باید دارای کیفیت بالایی بوده و دارای طول عمر زیادی باشد. هسته ترانسفورماتور (فولاد) بایستی بصورت ورق نازک (با تلفات کم و قابلیت نفوذناپذیری بالا) بوده و لبه‌های آن دارای تیزی نباشد. هر دو طرف ورقه‌های فولادی باید با ماده عایقی مناسبی پوشش داده شود به نحویکه مقاومت الکتریکی مطلوبی را مابین ورقه‌های بهم چسبیده ایجاد نماید. هسته‌ها بایستی به دقت مونتاژ شده و به محکمی به یکدیگر متصل گردند تا در مقابل ضربات خارجی مقاوم بوده و استقامت مکانیکی کافی جهت نگهداری سیم‌پیچ را داشته باشند و هیچ‌گونه جابجائی در صفحات هسته در هنگام حمل و نقل ایجاد نشود. همچنین در شرایط کار نامی، نوسان و لرزش را به حداقل مقدار ممکن برساند. کلیه قطعات فولادی که برای محکم نمودن ورقه‌های هسته بکار گرفته می‌شوند بایستی بعد از بریده شدن، سوراخکاری، جوشکاری، سمباده و سنگ‌زنی شده سپس لاک‌زده شوند. همچنین سازه نگهدارنده هسته ترانسفورماتور بایستی طوری طراحی شود که جریان گردابی و تلفات را به حداقل مقدار ممکن برساند.

بخشهای عایق شده هسته بایستی طوری به هم مرتبط گردند که هیچ اختلاف پتانسیلی بین آنها ایجاد نشود.

ترانسفورماتور بایستی نسبتاً عاری از هرگونه لرزش مضر در تانک و ملحقات آن و نیز عاری از هرگونه لرزشهایی باشد که باعث ایجاد نویز قابل شنیدن در ترانسفورماتور می‌شود. اعوجاج شارمغناطیسی موجود در هسته باید حداقل ممکن را داشته تا سطح نویز کاهش یابد.

مجموعه هسته و سیم‌پیچ‌ها می‌بایستی مجهز به قلابهایی باشد که جهت بلندکردن کل مجموعه بکار می‌رود.

اتصال مجموعه هسته به بدنه و زمین باید از داخل ترانسفورماتور توسط تسمه‌ای انجام گیرد و قابل دستیابی از دریچه دسترسی باشد.

این عمل به منظور امکان قطع آن جهت انجام آزمون جریان نشتی هسته به زمین انجام می‌گیرد.

طراحی هسته بایستی به گونه‌ای باشد تا در شرایط نرمال کاری، به اشباع نرود.

۲-۲- سیم‌پیچ‌ها

در طراحی، ساخت و تهیه سیم‌پیچی‌ها، ملاحظات ویژه‌ای برای همه عوامل کاری مانند استقامت عایقی، قدرت مکانیکی عایق، مشخصات سیم‌پیچی، توزیع یکنواخت شار الکتریکی، حداقل تلفات عایقی، جریان آزاد روغن جهت ایجاد درجه حرارت یکنواخت و حذف نقطه‌های داغ، توزیع یکنواخت ولتاژ بین حلقه‌های مجاور و در سرتاسر سیم‌پیچی‌ها، ممانعت از تشکیل پدیده کرونا در ولتاژ کار عادی و کنترل شار دی‌الکتریک برای تحمل شرایط موج ضربه باید مورد توجه قرار گیرند.

کلیه عملیات انجام شده روی سیم‌پیچی‌ها شامل طراحی، ساخت و مونتاژ آنها روی هسته باید مطابق با آخرین پیشرفتهای موجود در این زمینه بوده و با بهترین شکل اجرائی انجام گیرد.

سیم‌پیچی‌های ترانسفورماتور باید تحمل ولتاژهای موج ضربه و آزمونهای عایقی را مطابق با مقادیر مشخص شده داشته باشند.

هادیهای سیم‌پیچی باید عاری از هرگونه پوسته، برآمدگی و یا شکاف بوده و گوشه‌های آن گرد باشد و بطور یکنواخت عایق‌بندی شوند. حلقه‌های انتهایی سیم‌پیچی‌ها باید دارای یکنواخت‌کننده ولتاژ باشند یا عایق‌بندی بیشتری در آن بکار رود تا تنش‌های ولتاژی را تحمل کند.

همه هادیهای استفاده شده برای سیم‌پیچی باید از مس الکترولیتی ساخته شود و حلقه‌های سیم‌پیچی باید بطور یکدست و طوری پیچیده شده باشند که تقویت استقامت مکانیکی و الکتریکی و کاهش زوال سیم‌پیچی را در برداشته باشد.

برای یکنواخت کردن توزیع جریان و حرارت در کل سیم‌پیچی و نیز کمینه نمودن جریان‌های گردابی باید هادیها در فواصل مناسب جابجا و موقعیت مکانی آنها نسبت به هم عوض شود.

سیم‌پیچ‌ها بایستی طوری ساخته، شکل داده و توسط بست‌هائی به هم محکم شوند تا در مقابل تغییرات درجه حرارت و انبساط و انقباض بوجود آمده صدمه نبینند و نیز این عمل مانع از خراشیدگی و سایش عایقها شده و مقاوم شدن ترانسفورماتور در مقابل حرکت و اعوجاج ایجاد شده توسط شرایط کار غیرعادی را به دنبال داشته باشد. بین سیم‌پیچی ولتاژ بالا و ولتاژ پائین و نیز بین سیم‌پیچ و هسته بایستی موانع عایق‌بندی کافی وجود داشته باشد. حلقه‌های انتهائی سیم‌پیچی‌ها باید دارای حفاظت لازم در مقابل اغتشاش‌های غیرعادی ورودی باشند.

نقطه نوترال سیم‌پیچی‌های ستاره باید به شکل جداگانه و از طریق یک بوشینگ مناسب به بیرون از ترانسفورماتور منتقل گردیده و نباید به قسمتهای داخلی تانک ترانسفورماتور اتصال یابد.

دو ترمینال هر سیم‌پیچ باید از یک طرف هسته بیرون آورده شوند یا به عبارتی همه حلقه‌های سیم‌پیچی باید کامل (بدون نیم‌حلقه) باشند.

عایق‌بندی سیم‌پیچ‌ها باید از نوع یکنواخت یا غیریکنواخت و یا بصورت ترکیبی از این دو انتخاب شود، بطوریکه عایق مناسبی را با کمترین پیچش و انحراف و با تحمل مکانیکی و عایقی کافی برای شرایط کاری مورد نظر و به شکل مقاوم و بدون زوال در شرایط روغن داغ تأمین نماید.

مجموعه هسته و سیم‌پیچها می‌بایستی به نحوی بسته و مونتاژ شوند که تحت تنش‌های ناشی از اتصال کوتاه از حرکت یا صدمه‌دیدگی آن جلوگیری شود.

در جاهائی که سیم‌پیچ‌ها روی هم قرار می‌گیرند، خروجی سیم‌پیچی و هادیهای ترمینال بایستی طوری از هم جدا، عایقکاری و محکم شوند که از هرگونه تغییرمکان که باعث آسیب عایق و در نتیجه باعث اتصال کوتاه حلقه‌های سیم‌بندی می‌گردد جلوگیری بعمل آید.

لاک و ترکیبات عایقی بکار رفته بایستی طوری باشند که در مقابل روغن گرم تجزیه و خراب نشوند. لاک زدن روی حلقه‌های سیم‌پیچی فقط می‌تواند به منظور حفاظت مکانیکی و نه برای اصلاح خاصیت عایقی آن مورد استفاده قرار گیرند.

موارد بکار رفته جهت عایق‌کاری و مونتاژ سیم‌پیچها می‌بایستی غیر قابل حل، غیر کاتالتیک و غیر فعال از نظر شیمیایی در مجاورت روغن داغ ترانسفورماتور در کلیه شرایط کاری باشد.

۲-۳- مونتاژ هسته و سیم‌پیچی

هر هسته و سیم‌پیچی مونتاژشده (قسمت فعال) باید تحت شرایط خلاء و با فشار کمتر از ۰/۵ میلیمتر جیوه خشک شود و بلافاصله پس از این مرحله در روغن فرو رفته و تحت عمل اشباع روغن قرار گیرد تا اطمینان کافی از کاهش نفوذ رطوبت و هوا در ساختار عایقی آن حاصل گردد. هسته و سیم‌پیچی را بلافاصله پس از اشباع نمودن باید در روغن بدون رطوبت و هوا غوطه‌ور ساخت.

مقاومت عایق بین سیم‌پیچها و زمین و بین یک سیم‌پیچ با سیم‌پیچ دیگر بایستی بعد از اتمام عمل فوق اندازه‌گیری و در گزارش آزمون مربوطه نوشته شود.

علاوه بر آن جدول یا منحنی مقاومت عایقی بر حسب زمان خشک‌شدن که در کارخانه انجام و اندازه‌گیری می‌شود باید تنظیم و در گزارش آزمون آورده شود.

۲-٤- قابلیت تحمل اتصال کوتاه

ترانسفورماتور باید براساس جریانهای اتصال کوتاه و جریانهای خطای زمین ناشی از هرگونه اتصالی قابل تصور در سیستم طراحی گردد. نوع زمین کردن سیستم و همچنین امکان وجود بهره‌برداری از دو یا چند ترانسفورماتور بطور موازی نیز می‌بایستی مورد توجه قرار گیرد. معمولاً دو یا تعداد بیشتری ترانسفورماتور می‌توانند به صورت موازی در نظر گرفته شوند.

استفاده از راکتور در سیم‌پیچ سوم می‌بایستی مورد تایید خریدار قرار گیرد.

ترانسفورماتور باید بدون صدمه‌دیدگی قادر به تحمل اثرات حرارتی و دینامیکی اتصال کوتاه‌های سه فاز، دوفاز و نیز خطاهای تکفاز به زمین برای مدت دو ثانیه در ترمینالهای ولتاژ کم و ولتاژ زیاد و سیم‌پیچی سوم با مقادیر جریان اتصال کوتاه مشخص شده باشد.

ترانسفورماتور با سیم‌پیچ سوم می‌بایستی تحمل کلیه اثرات حرارتی و مکانیکی جریان‌های اتصال کوتاه ایجاد شده را با در نظرگرفتن شرایط زمین‌کردن سیستم داشته باشد. ترانسفورماتور باید با توجه به شرایط سیستم زمین، موجهای انتقالی را که می‌تواند از طریق کوپلاژ خازنی بین سیم‌پیچ‌های ولتاژ بالا و سیم‌پیچ ثانویه منعکس گردد تحمل نماید. قابلیت تحمل دینامیکی اتصال کوتاه باید یا با انجام آزمونهای لازم روی ترانسفورماتور یا رجوع به آزمونهای ترانسفورماتورهای مشابه نشان داده شود.

قابلیت تحمل دینامیکی ترانسفورماتورها و جریان اتصال کوتاه نامتقارن باید مطابق آزمون استاندارد IEC شماره ۵-۶۰۰۷۶ باشد. محاسبات جریان اتصال کوتاه براساس این استاندارد بایستی برای تصویب به خریدار تسلیم گردد.

۲-۵- اضافه بار و اضافه شار[1] (تحریک)

سازنده موظف است ترانسفورماتور را به گونه‌ای طراحی نماید که بتواند اضافه بارهای مجاز و مشخص شده در استاندارد IEC شماره ۶۰۳۵۴ را بدون آسیب و یا تسریع در روند پیری عایقی تحمل کند.

بر طبق استاندارد IEC شماره ۱-۶۰۰۷۶ ترانسفورماتور بایستی بتواند تا ۵ درصد اضافه تحریک را در زمان طولانی تحمل نماید. مقدار تحریک عبارتست از نسبت ولتاژ نامی به فرکانس نامی و از آنجا که معمولاً فرکانس شبکه ثابت می‌باشد ترانسفورماتور بایستی بتواند ۵ درصد اضافه ولتاژ را تحمل کند.

۲-٦- تانک

تانک ترانسفورماتور باید از فولاد کم‌کربن، نوردشده در حالت گرم و به صورت مقاوم در مقابل روغن ساخته شود. درپوش تانک باید به گونه‌ای باشد که آب در روی آن راکد نماند. اتصالات بین بدنه تانک و درپوش آن (مگر در مواردی که درپوش و قسمت بالائی تانک یک تکه باشند) و همچنین مابین قطعات مختلف تانک باید با فلانج و پیچ‌های همراه با واشر مناسب و ترجیحاً دوبل انجام گیرد تا به خوبی در مقابل روغن آب‌بندی شود.

واشرها باید از مواد نرم و ارتجاعی و غیرقابل حل در روغن گرم ساخته شوند تا بتوانند آب‌بندی خوبی را در مقابل نفوذ روغن داغ ایجاد کرده و صدمه نبینند.

تانک ترانسفورماتور بایستی مجهز به دریچه‌هائی با ابعاد مناسب روی سطح تانک باشد تا دسترسی به مکانیزم تپ‌چنجر، قسمت انتهائی بوشینگها، ترانسفورماتورهای جریان، ترمینالها و قسمتهای بالایی سیم‌پیچها به سهولت انجام گیرد.

ترانسفورماتور بایستی مجهز به پیچ‌های چشمی و یا قلابهایی جهت بلندکردن قسمتهای اصلی آن باشد و همچنین در زمان بلندکردن مجموعه کامل ترانسفورماتور وجود این قلابها الزامی است. این قلابها بایستی طوری طراحی شوند که توانائی تحمل نیروهای ناشی از بالابردن مجموعه ترانسفورماتور بصورت نامتقارن را داشته باشند.

1 . Over flux

تانک بایستی حاوی چهارعدد قلاب در هر چهار طرف باشد. این قلابها بایستی طوری محکم شوند که توانائی تحمل نیروهای کششی تحت زاویه تا ۱۵درجه نسبت به افق را داشته باشند.

تمامی دریچه‌های درپوش تانک بایستی دارای لبه‌های بیرونی در حدود ۵ سانتی‌متر بوده و از واشرهائی که بعد از بازشدن دوباره می‌توانند مورداستفاده قرارگیرند (لاستیکی، نه از نوع قابل چسبنده) استفاده شود.

تانک ترانسفورماتور، رادیاتورها، لوله‌های ارتباطی روغن و کنسرواتور باید ضمن تحمل خلاء کامل، تحمل اضافه فشار ناشی از مقدار روغن به اندازه اختلاف ارتفاع پائین‌ترین و بالاترین مقدار روغن داخل تانک را داشته باشد.

تانک باید حداقل دارای چهارصفحه هم ارتفاع مخصوص جک‌زدن باشد به طوری که بتوان ترانسفورماتور همراه با تانک پر از روغن و متعلقات مربوطه را بلند نموده و در کلیه جهات تغییر مکان داد.

ترانسفورماتور بایستی دارای یک دستگاه تخلیه فشار با اندازه مناسب جهت حفاظت تانک در مقابل فشار حاصل از جرقه در روغن باشد. دستگاه تخلیه فشار باید در محلی از سقف تانک نصب گردد که تجهیزات فشار قوی جانبی نصب نمی‌گردند. این دستگاه باید دارای کنتاکتهایی برای آلارم و تریپ بوده و با ولتاژ تغذیه پست به شکل مناسب عمل کنند. این کنتاکتها توسط کابل‌های ضد آتش که از کانالهای درپوش‌دار عبور می‌کنند به جعبه ترمینال متصل می‌گردند.

بدنه خارجی هر ترانسفورماتور باید مجهز به دو صفحه ترمینال برای اتصال به سیستم زمین بوده و در هرکدام از ترمینالها باید دو محل اتصال برای وصل هادی زمین در نظر گرفته شده باشد.

ترانسفورماتور باید مجهز به تمهیدات مناسبی برای استقرار و حرکت روی ریل فولادی باشد که امکان جابجائی آن را در جهت طولی و عرضی در حالتی که پر از روغن است فراهم کند.

ساختمان تانک اصلی، منبع انبساط روغن، محفظه حاوی تپ چنجر و سیستم ذخیره روغن آن باید با در نظر گرفتن تغییرات درجه حرارت از حالت بی‌باری تا بار کامل (اضافه بار مجاز نیز درنظر گرفته شود) طراحی گردد.

واشرهای مقاوم در مقابل روغن که جنس آنها از لاستیک مصنوعی است نباید مورد استفاده قرار گیرد.

همه لوله‌های ورودی به تانک اصلی باید مجهز به شیر قطع و وصل مقاوم در مقابل روغن با نشان‌دهنده‌های وضعیت باز و بسته باشند. شیرهای تخلیه و نمونه‌گیری روغن باید همگی در محفظه‌هایی دارای قفل تعبیه گردند.

تمهیدانی، بایستی جهت جلوگیری از حرکت قسمتهای داخلی ترانس در حین حمل و نقل در نظر گرفته شود.

سازنده باید تمهیدات لازم برای کاهش تلفات بارداری و جلوگیری از داغ‌شدن موضعی بدنه تانک را انجام دهد.

تانک ترانسفورماتور باید حداقل شامل شیرهای زیر باشد (علاوه بر شیرهایی که برای کار مطلوب ترانسفورماتور لازم است):

- شیر تخلیه با قطر ۱۰۰میلیمتر، این شیر بایستی در جائی نصب شود که تانک را کاملاً تخلیه کند.
- دو شیر تصفیه روغن در دو گوشه متقابل تانک به قطر ۵۰ میلی‌متر.
- دو شیر نمونه‌گیری با قطر حدود ۸ میلی‌متر در بالاترین و پائین‌ترین قسمت بدنه تانک
- یک سوراخ با درپوش به قطر ۱۵میلی‌متر برای تخلیه گاز یا هوای جمع‌شده در بالاترین قسمت تانک
- دو لوله مجهز به دو درپوش در بالای تانک همراه با شیر قطع و وصل برای استفاده در عملیات تخلیه هوا و اندازه‌گیری فشار

۲-۷- تپ‌چنجر

۲-۷-۱- تپ‌چنجر بدون بار

ترانسفورماتورها درصورت نیاز بایستی مجهز به تپ چنجر دستی جهت تغییر اتصالات به پله‌های مختلف در سیم‌پیچ سوم باشند.

تغییر پله فقط در مواقعی که ترانسفورماتور کاملاً بی‌برق است انجام می‌گیرد. تپ‌چنجر باید در یک طرف بدنه ترانسفورماتور و در ارتفاع مناسب جهت کار با آن از روی سطحی که ترانسفورماتور در آن واقع است، قرار گرفته و باید شامل تنظیم‌کننده دستی همراه با نشان‌دهنده عقربه‌ای و نیز وسایلی برای قفل نمودن دسته تپ‌چنجر در هر یک از پله‌های مورد نظر باشد. کل مکانیزم تپ‌چنجر باید ایمنی بالایی در مقابل تنش‌های الکتریکی، مکانیکی و حرارتی داشته باشد.

کنتاکت‌های تپ‌چنجر باید قادر به تحمل جریان کامل اتصال کوتاه ترانسفورماتور بدون هیچگونه صدمه‌دیدگی باشند. تپ‌چنجر بایستی قابلیت تحمل جریانهای اضافه بار مطابق استاندارد IEC شماره ۶۰۳۵۴ را داشته باشد.

دسته تپ‌چنجر باید مجهز به سیستم قفل الکتریکی بوده و دارای کنتاکتهای باز باشد تا بتواند در مواقعی که پین قفل‌کننده بیرون آمده باشد فرمان قطع ترانسفورماتور را صادر نماید.

یک نشان‌دهنده موقعیت تپ‌چنجر بایستی بر روی تانک ترانسفورماتور تعبیه شود.

۲-۷-۲- تپ‌چنجر تحت بار

تپ‌چنجرهای تحت بار بایستی قابلیت تحمل جریانهای اضافه بار مشخص شده در استاندارد IEC شماره ۶۰۳۵۴ را داشته باشند.

در صورتی که لازم است ترانسفورماتور شرایط اضافه باری غیر از آنچه که در استاندارد IEC شماره ۶۰۳۵۴ آمده است را تحمل کند، مقدار و دوره اضافه بار بایستی توسط سازنده پیشنهاد و توسط خریدار تایید گردد.

برای جلوگیری از عمل تغییر ولتاژ وقتی که جریان عبوری آنچنان بزرگ است که احتمال صدمه رساندن به سایر اجزاء وجود دارد باید تمهیداتی در نظر گرفته شود.

تپ‌چنجر تحت بار باید جریانهای خطا را بدون هرگونه آسیبی تحمل کند و باید مجهز به سیستم اتوماتیک تنظیم ولتاژ برای موازی کردن ترانسفورماتور با ترانسفورماتورهای مشابه باشد.

تپ‌چنجرهای تحت بار بایستی برای تنظیم ولتاژ اتوماتیک کاملاً مناسب باشند و در صورت درخواست بایستی به نحوی طراحی شوند که امکان کنترل آنها از مرکز دیسپاچینگ وجود داشته باشد و تمامی تجهیزات اضافی جانبی را مطابق با نیازهای ضروری برای کنترل از مرکز دیسپاچینگ داشته باشد.

عمل تغییر ولتاژ تحت بار با تجهیزات تعویض‌کننده پله‌ها باید توسط مکانیزم موتوری و با قابلیت اطمینان بالا و حداقل نیاز به تعمیرات، انجام گیرد.

هنگامی که طرح تپ‌چنجر نیاز به یک تانک انبساط روغن (کنسرواتور) داشته باشد، این تانک باید توسط لوله‌ها به قسمتی از کنسرواتور که از کنسرواتور مربوط به تانک اصلی ترانسفورماتور مجزا شده است ارتباط یابد. این قسمت از کنسرواتور باید همراه با یک نشان‌دهنده سطح روغن مجهز به کنتاکتهای آلارم پائین بودن سطح روغن بوده و همچنین بایستی دارای شیرهای فشاری تصفیه، پرکردن و تخلیه باشد. این سیستم باید مجهز به یک رله تشخیص فشار ناگهانی که دارای کنتاکتهائی برای صدور فرمان قطع است باشد و نیز این قسمت کنسرواتور بایستی دارای تنفس‌گر رطوبت‌گیر باشد. این تنفس‌گر بایستی دارای آشکارساز رنگ بوده و باید از نوعی باشد که ذرات آن در تماس دائم با هوا نباشند. درجات نشان‌دهنده سطح روغن باید قابل رویت از سطح زمین بوده و شیرهای تخلیه و پرکردن دارای توپی مسدودکننده (مغزی) باشند.

مکانیزم تپ چنجر بایستی دارای انتخاب‌کننده تپ همراه با کلید تعویض تپ باشد.

بخش مربوط به کلید تعویض تپ باید مجهز به درپوش بازرسی بوده و نیز بایستی به یک سنسور فشار همراه با کنتاکتهای قطع تجهیز شود. تمامی این تجهیزات بایستی در داخل تانک اصلی قرارداده شده و توسط یک لوله به قسمت مجزای کنسرواتور همانطوریکه در بالا گفته شد مرتبط گردد. شیرهای مربوط به تخلیه فشار تپ‌چنجر بایستی از نوع انفجاری باشند.

قسمت مربوط به کلید تعویض تپ بایستی اجازه تخلیه روغن را بدهد و به منظور جلوگیری از مخلوط شدن روغن هیچ‌گونه ارتباطی بین این قسمت و تانک ترانسفورماتور نباید وجود داشته باشد.

۲-۷-۳- مکانیزم عملکرد

موتور محرک مکانیزم بایستی مناسب برای کار با ولتاژ تغذیه کمکی ac یا dc مشخص‌شده پست بوده و درجه حفاظت جعبه مکانیزم IP54 یا IP55 باشد. مدار بکاررفته در ترمز مکانیکی موتور بایستی همراه با کنترل‌کننده موقعیت باشد. اگر روش دیگری پیشنهاد می‌شود، می‌بایستی به تایید خریدار برسد. سیم‌پیچی‌های موتور باید مقاوم در مقابل رطوبت بوده و برای شرایط کاری سخت ساخته شده باشد.

یک هندل باید برای عملیات دستی در موارد اضطراری در نظر گرفته شود. این هندل باید در هنگام عملیات دستی، بصورت اتوماتیک سبب قفل‌کردن عملکرد برقی دستگاه گردد. مکانیزم محرک علاوه بر داشتن امکانات فوق باید دارای تجهیزاتی که برای عملیات خودکار در محل و از راه دور لازم است، باشد.

اگر هر کدام از قسمتهای تپ‌چنجر تحت بار، نتواند به صورت دائم بار نامی خود را تحویل دهد (نتواند در وضعیتی بطور صحیح مستقر گردد)، بایستی مکانیزم محرک طوری طراحی شود که امکان متوقف شدن در وضعیت‌های فوق وجود نداشته باشد. این عمل هنگامی که تپ‌چنجر توسط موتور یا بصورت دستی تنظیم می‌شود باید اعمال گردد.

تمام اینترلاکها و پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از اجرای غلط عملیات و ممانعت از عملکرد تپ‌چنجر تحت جریانهای بیشتر از ظرفیت خود باید در نظر گرفته شود.

عملکرد تپ چنجر باید با فرمان پالس‌های «افزاینده» و یا «کاهنده» کوتاه مدت شروع گردد و بطور خودکار تا پایان و تغییر پله مورد نظر ادامه یابد و سپس متوقف شود. اگر مدت زمان اعمال سیگنال بیشتر از زمان مورد نیاز برای یک عملکرد صحیح باشد، تپ‌چنجر نبایستی عملکرد مجدد داشته باشد. در هنگام قطع تغذیه موتور تپ‌چنجر، عملیات شروع شده باید تا تکمیل آن ادامه یابد. یک شمارنده باید برای ثبت تعداد عملکردهای انجام گرفته در جعبه مکانیزم تعبیه گردد.

سوئیچ‌های حدی الکتریکی و توقف مکانیکی بایستی بکار گرفته شود تا مانع از حرکت بیش از حد مجاز گردد.

اینترلاکهای الکتریکی و مکانیکی بایستی روی کنتاکتورهای «افزایش» و «کاهش» در نظر گرفته شود.

موتور تپ چنجر از نظر حفاظتی باید مجهز به یک کلید خودکار جهت محافظت از اضافه جریان و امکان تنظیم مجدد باشد.

ترمینالهای مناسب باید برای آزمونها پیش‌بینی گردند. همچنین باید تمهیداتی در نظر گرفته شود تا بتوان به کمک آن از بالارفتن و پائین‌آمدن ولتاژ، از مقدار از قبل تعیین شده که ممکن است در اثر عملکرد تپ‌چنجر بوجود آید جلوگیری شود.

تجهیزات تپ‌چنجر تحت بار باید برای موازی بودن با ترانسفورماتورهای قدرت همان پست مناسب بوده و علاوه بر آن به تجهیزات لازم از قبیل سیم‌کشی، رله‌ها، کلیدهای کنترل و دستگاههای لازم جهت انتخاب هر کدام از ترانسفورماتورهای مشابه در حالت موازی بودن آنها مجهز گردد.

کنترل الکتریکی از راه دور بایستی طوری طراحی شود که امکان کنترل دستی و اتوماتیک برای عملکرد منفرد و موازی مناسب باشد.

مجموعه‌ای از کنتاکتهای وصل باید برای تحریک سیستم هشداردهنده به منظور نشان دادن وضعیت غیرهماهنگ تپ‌ها در شرایط کار موازی ترانسفورماتورها در نظر گرفته شود.

علاوه بر تجهیزات اساسی ذکرشده جهت عملکرد تپ‌چنجر، تابلوی کنترل آن نیز باید مجهز به تجهیزات زیر باشد:

- نشان‌دهنده وضعیت پله با ضامن دستی به منظور تنظیم حداقل و حداکثر آن. این نشان‌دهنده باید قابل رویت توسط شخصی که به کمک هندل عملیات تغییر پله را انجام می‌دهد باشد.
- شمارنده ۵ رقمی جهت شمارش تعداد عملیات.
- کلید یا شستی‌های «افزاینده یا کاهنده» برای اعمال فرمان دستی.
- سوئیچ انتخاب‌گر وضعیت دستی یا اتوماتیک.
- مدارهای کنترل و حفاظت مربوط به موتور تپ‌چنجر.
- سیستم روشنایی که روشن و خاموش شدن آن توسط باز و بسته شدن درب انجام شود.
- گرمکن‌های ضد تقطیر کنترل‌شده توسط ترموستات.
- متوقف‌کننده‌های مکانیکی و الکتریکی برای ممانعت از ادامه عمل فراتر از وضعیت‌های انتهائی در دو جهت.
- تجهیزاتی برای انجام عملیات از راه دور (از اطاق کنترل یا مرکز دیسپاچینگ).
- شستی برای توقف اضطراری جهت قطع کلید تغذیه ورودی.

۲-۷-٤- تابلوی فرمان از راه دور

تابلوهای فرمان از راه دور کنترل تپ‌چنجر هر یک از ترانسفورماتورها از اطاق کنترل باید تأمین گردد. این تابلو بایستی تجهیزاتی از قبیل نشان‌دهنده وضعیت پله، نشان دهنده در حال کار بودن کنترل‌کننده ولتاژ، شستی‌هایی جهت افزایش یا کاهش پله‌ها، کلیدهای انتخاب وضعیت برای حالتهای دستی یا اتوماتیک، منفرد یا موازی، پیشرو یا پسرو و نیز رله‌های لازم برای کارکرد موازی ترانسفورماتورها به اضافه کلیه تجهیزات تکمیلی و تسهیلات مربوط به تنظیم ولتاژ اتوماتیک از جمله رله جبران افت ولتاژ و هشداردهنده‌های وضعیت غیرهماهنگ و سایر هشدارهای مشخص شده در زیر باشند.

بطور عادی دو ترانسفورماتور قدرت بصورت موازی عمل خواهند نمود و برای آنها یک تابلوی فرمان مشترک یا تابلوهای جداگانه‌ای همراه با وسایل انتخاب پیشرو یا پسرو و غیره به شرح قبلی باید فراهم گردد.

در جاهائیکه لازم به موازی کردن سه یا چهار عدد ترانسفورماتور باشد بایستی تجهیزات لازم و ضروری جهت این کار در تابلوی مخصوص تپ‌چنجر ولتاژ از نظر پیشرو یا پیرو کار کردن آنها تعبیه شده باشد. طراحی و ساخت تابلوها بایستی با تابلوهای دیگر موجود در پست همخوانی داشته باشد.

۲-۷-۵- هشدارها و علائم نشان‌دهنده

هشدارها و علائم زیر بایستی در تابلوی فرمان از راه دور (اطاق کنترل) در نظر گرفته شود:

- خطای تغذیه موتور
- خطای تغذیه مدار کنترل
- قطع اتوماتیک موتور محرک
- تپ‌چنجر در حال عمل
- عمل غیرهماهنگ تپ‌چنجر در شرایط کارکرد موازی ترانسفورماتورها
- تأخیر در تغییر ولتاژ توسط تپ‌چنجر
- وضعیت دستی یا اتوماتیک
- کامل نشدن عمل تپ چنجر

۲-۷-٦- تنظیم کننده اتوماتیک ولتاژ

تجهیزات کنترل اتوماتیک باید روی تابلوی تپ چنجر در اطاق کنترل نصب گردیده یا داخل تابلوهائی قرار گیرند که حاوی تجهیزات مربوط به تنظیم اتوماتیک ولتاژ باشد.

جهت جلوگیری از تنظیم غیرضروری به هنگام اختلال در ولتاژ تشخیص داده شده، می‌باید پیش‌بینی‌های لازم بعمل آید. عمل تنظیم بایستی در مواقعی که ترانسفورماتوها از هر یک از دو طرف خود ایزوله می‌شوند قفل شود. تپ‌چنجر به هر حال در حدهای نهائی مسیر خود حرکت خواهد کرد اما در این حالت ولتاژ نباید تحت تاثیر قرار گیرد.

تنظیم ولتاژ اتوماتیک باید شامل اجزائی متأثر از ترکیب ولتاژ ثانویه و جریان عبوری از ترانسفورماتور باشد تا عمل تنظیم مناسب با بار شبکه انجام گیرد و تجهیزات مربوطه نیز باید تأمین گردد. عمل تنظیم باید بصورت قابل قطع و وصل و قابل تنظیم برای پله‌های تپ‌چنجر باشد.

وسایل مربوط به تنظیم اتوماتیک ولتاژ که شامل رله‌های تنظیم ولتاژ، رله‌های زمانی، ترانسفورماتورهای جریان کمکی، جبران‌کننده افت ولتاژ خط (مناسب برای عبور جریان در هر دو جهت)، رئوستاها، سوئیچهای انتخاب و ولتمترها می‌باشند باید در تابلو تپ‌چنجر یا تابلو جداگانه قرار گیرند. ترمینالهایی برای اندازه‌گیری ولتاژ تنظیم شده و برای آزمایش کنترل تنظیم ولتاژ می‌بایستی تأمین گردد.

برای ترانسفورماتور سه فاز متشکل از سه ترانسفورماتور تک فاز، تجهیزاتی باید تهیه گردد تا به صورت اتوماتیک ولتاژ شینه متصل به طرف ثانویه ترانسفورماتور در حدود ولتاژهای از پیش تعیین‌شده نگهداشته شود. در این حالت تجهیزات بایستی برای کنترل چهار دستگاه ترانسفورماتور مناسب باشند و طراحی باید به نحوی باشد که اگر در ابتدا به کنترل کمتر از چهار عدد ترانسفورماتور نیاز باشد بتوان در آینده تسهیلات لازم را برای پوشش دادن چهار ترانسفورماتور تعمیم داد. علاوه بر روشهای گفته شده فوق، متدهای کنترلی زیر نیز باید فراهم گردد:

الف – کنترل اتوماتیک از راه دور و مستقل

قابلیت کنترل الکتریکی از راه دور و محلی (غیر خودکار) بایستی وجود داشته باشد و امکان کنترل از راه دور برای هر یک از ترانسفورماتورها بصورت مستقل از روش کنترل انتخابی برای دیگر ترانسفورماتورهای مربوطه وجود داشته باشد.

ب – کنترل موازی اتوماتیک در یک گروه یا دو گروه مستقل

کنترل موازی اتوماتیک در یک گروه و یا در دو گروه مستقل از هم بایستی مدنظر باشد. در این حالت بایستی توانائی انتخاب هر ترانسفورماتور در هر گروه و نیز انتخاب هر یک از ترانسفورماتورها در یک گروه برای کنترل پیشرو و پسرو وجود داشته باشد. پیش‌بینی‌هایی باید فراهم گردد تا در یک گروه بیش از سه ترانسفورماتور قرار نگیرد.

کنترل محلی باید طوری انتخاب گردد که بدون آنکه کلید انتخاب‌کننده از راه دور در موقعیت غیراتوماتیک و کلید انتخاب کنترل محلی یا راه دور در تابلو کنترل ترانسفورماتور در حالت کنترل محلی قرار داده شود، امکان شروع عملکرد وجود نداشته باشد. اگر سوئیچ انتخاب‌گر از راه دور در هر موقعیت دیگر باشد باید کلید کنترل محلی یا از راه دور غیرفعال شود.

یک رله تنظیم‌کننده ولتاژ با طراحی قابل قبول باید برای هر یک از ترانسفورماتورها فراهم گردد. سطح ولتاژ بی‌باری رله بایستی بین ۸۰ تا ۱۲۰ درصد ولتاژ نامی قابل تنظیم باشد. حساسیت این رله بایستی برای تنظیم از پیش‌تعیین شده‌ای بین درصد تمام تپ ترانسفورماتور تا ۱/۵ برابر درصد گام تپ ترانسفورماتور مناسب بوده و نسبت به فرکانس در یک محدوده قابل قبول غیرحساس باشد. همراه با رله تنظیم ولتاژ یک رله تأخیر زمانی که بتواند در محدوده ۱۰ تا حداکثر ۹۰ ثانیه تنظیم شود بایستی در نظر گرفته شود.

وسایلی در محل کنترل از راه دور یا محل کنترل به طریق سوپروایزری باید فراهم گردد که وظیفه آنها تنظیم تعادل ولتاژ در مواقع حذف بار اضطراری و یا وارد کردن دوباره بار می‌باشد.

در صورت درخواست، تجهزاتی باید جهت جبران افت خط در نظر گرفته شود. پش‌بینی‌هایی باید در محدوده تپ ولتاژ صورت گیرد تا جبران ولتاژ تا حداکثر ۱۵ درصد اهمی و ۱۵ درصد راکتیو در پله‌های مناسب صورت گیرد. این دستگاه باید دارای تنظیم‌کننده جداگانه برای هر کدام از افتهای اهمی و راکتیو باشد و همچنین بایستی توانایی معکوس کردن مولفه راکتیو را نیز داشته باشد که این عمل با یک کلید تپ چنجر جهت‌دار و یا با رابطه انجام می‌گیرد.

ترانسفورماتور جریان برای جبران‌سازی باید در درون تانک ترانسفورماتور اصلی نصب شود و طوری تنظیم گردد که خروجی ثانویه آن در بار نامی برابر یک آمپر باشد.

تجهیزات پذیرفته شده اعم از اینکه سوئیچ یا رابط باشد بایستی برای هر ترانسفورماتور تهیه گردیده و قادر به ایزوله نمودن همه تغذیه‌ها در محل کنترل از راه دور بدون جلوگیری از عمل تپ‌چنجرها روی ترانسفورماتورهای دیگر باشد.

۲-۸- کنترل و نظارت از راه دور

اپراتور کنترل از راه دور و نیز اپراتور محلی بایستی توانائی تغییر عمل تپ چنجر از حالت دستی به اتوماتیک و یا بالعکس و همچنین امکان تثبیت تنظیم‌کننده ولتاژ روی یک نقطه مشخص را داشته باشند. برای این کار باید در تابلوی تپ‌چنجر پیش‌بینی‌های لازم انجام گیرد.

۲-۹- سیستم خنک‌کنندگی

۲-۹-۱-کلیات

ترانسفورماتورها باید در مرحله نخست شامل سیستم خنک‌شدن طبیعی روغن باشند که با گرم شدن بیشتر روغن و سیم‌پیچ توسط حداکثر دو مرحله دیگر خنک‌کنندگی تداوم می‌یابد. در سیستمها با دو مرحله خنک‌کنندگی این دو مرحله به صورت دو گزینه مختلف دسته‌بندی می‌گردند. یکی شامل دو مرحله متوالی دمیدن هوا توسط دمنده‌ها است و دیگری شامل یک مرحله دمیدن هوا و به دنبال آن مرحله رانش روغن توسط پمپ همزمان با کار دمنده‌ها می‌باشد. در سیستمهای یک مرحله‌ای، خنک‌شدن تنها با کمک یک مرحله دمیدن هوا توسط دمنده‌ها انجام می‌شود.

رادیاتورها باید به گونه‌ای طراحی شده باشند که به راحتی برای تمیزنمودن یا رنگ‌آمیزی قابل دسترسی باشند و به هنگام تخلیه تانک ترانسفورماتور، روغن رادیاتورها نیز بطور کامل تخلیه شود و در هنگام پرکردن تانک از روغن نیز هوای آن به داخل تانک رانده شود و اطمینان خاطر از عدم تجمع حبابهای گاز در آنها حاصل گردد.

هر یک از رادیاتورها باید به تنهایی و بدون نیاز به جابجایی رادیاتورهای دیگر قابل تعویض کردن باشند و برای هر کدام از آنها باید یک فن موتوری جداگانه در نظر گرفت. درمحل اتصال هر رادیاتور به تانک باید یک شیر قابل قفل شدن در وضعیت باز و بسته و دارای نشانه باز و بسته بودن در نظر گرفته شود.

جابجانمودن و برداشتن هر یک از رادیاتورها باید بدون قطع کل سیستم دمنده هوا امکان‌پذیر باشد. رادیاتورها باید دارای گیره‌هایی برای حمل و جابجایی و نیز دارای یک دریچه تخلیه هوا و در بالای رادیاتور و دریچه تخلیه روغن در پایین رادیاتور باشند (هر دو دریچه باید توسط درپوشهای مناسب پوشیده شوند).

تجهیزات لازم برای حفاظت موتور دمنده‌های هوا باید تأمین گردد. کلیدهائی برای آزمون دمنده‌ها نیز باید فراهم شود.

تجهیزات کنترل‌کننده سیستمهای خنک‌کننده باید کاملاً اتوماتیک بوده و طراحی آن بر اساس شروع و خاتمه کار موتورهای دو مرحله دمنده یا یک مرحله دمنده و یک مرحله رانش روغن طبق نیازهای حرارتی مورد نظر انجام شود و همچنین شامل یک کلید گردان مغناطیسی با کنتاکتهای کمکی برای هشدار همراه با سایر وسایل کمکی مورد نیاز باشد.

کلیدهایی برای کنترل دستی و اتوماتیک دمنده‌ها باید تهیه شود. یک رله ولتاژ کم یا وسیله مشابهی جهت اعلام هشدار برای خطای دمنده‌ها و یا به منظور اعلام قطع تغذیه کمکی نیز باید تهیه شود.

کلیدهای حفاظت موتورها در صورتیکه ذکر دیگری نشده باشد، باید به حداقل یک سری کنتاکت کمکی معمولاً بسته مجهز باشند.

هر کنتاکتور باید فیوز مربوط به خود را داشته و مابین این فیوز و سایر عناصر حفاظتی، هماهنگی مناسب حفاظتی وجود داشته باشد.

کلید حفاظتی هر یک از موتورها باید به سیستم حساس به اضافه بار و اتصال کوتاه مجهز بوده و نوع و مقادیر نامی آن به گونه‌ای باشد که هماهنگی ترتیب قطع آنها در مدار بطور کامل با فیوز یا کلیدهای مینیاتوری اصلی تحت هرگونه شرایط بار وجود داشته باشد.

دمنده‌ها باید حفاظ توری برای جلوگیری از ورود پرندگان داشته باشند.

۲-۹-۲- خنک شدن با کمک‌دمنده‌های هوای یک مرحله‌ای

در این حالت ترانسفورماتور بایستی به کمک گردش طبیعی هوا و روغن در مرحله اول و گردش اجباری هوا در مرحله دوم خنک شود: (ONAN – ONAF).

سیستم کنترل فنها باید کاملاً اتوماتیک بوده و با افزایش دما، دمنده‌ها را به کار اندازد.

۲-۹-۳- خنک شدن با کمک دمنده‌های هوای دو مرحله‌ای

برای ترانسفورماتورها با خنک‌شدن طبیعی در مرحله نخست و خنک شدن با کمک دمنده‌های هوا در مرحله دوم و سوم (ONAN,ONAF1,ONAF2)، تمامی ملزومات مربوط به خنک شدن با کمک دمنده‌های هوا مربوط به مرحله دوم برای مرحله سوم نیز باید اعمال شود و دمنده‌های مرحله دوم نیز علاوه بر کار دمنده‌های مرحله سوم بکار خود ادامه می‌دهند.

۲-۹-٤- خنک شدن با کمک رانش روغن

ترانسفورماتورهایی که با خنک شدن طبیعی در مرحله اول و خنک شدن با کمک سیستم دمنده‌های هوا در مرحله دوم کار می‌کنند لازم است به تجهیزات تکمیلی خنک‌کننده رانش روغن در مرحله سوم به صورت (ONAN,ONAF,OFAF) با مشخصات زیر مجهز گردند:

پمپ‌های گردش روغن باید توسط موتورهایی که مستقیماً به آنها متصل است به گردش درآیند و نشان‌دهنده جهت چرخش پمپ روی آن مشخص باشد.

منطقه غیرحساس (ناحیه مابین تنظیم شروع هر مرحله از خنک شدن و شروع مرحله بلافاصله بعدی) باید به اندازه کافی وسیع باشد تا سبب قطع و وصل‌های متناوب و غیرضروری سیستم‌های خنک‌کننده نگردد. منطقه غیرحساس باید برحسب درجه حرارت سانتیگراد توسط پیشنهاددهنده مشخص گردد.

تغذیه موتور دمنده‌ها و پمپ‌ها باید به دو گروه جداگانه تقسیم گردد.

برای انتخاب حالت عملیات دستی ـ اتوماتیک، کلیدهایی از نوع فشاری گردان باید مورد استفاده قرار گیرند این کلیدها باید از نوع دو پل باشند که یک پل برای کنترل کلید حفاظتی موتور مربوطه و دیگری برای مدار هشدار مورد استفاده قرار گیرد.

تجهیزات هشداردهنده زیر با کنتاکتهایی معمولاً باز برای نشان‌دادن خطا باید تهیه گردند، بطوریکه برای روشهای خنک کردن موردنظر قابل استفاده باشند:

- خطای دمنده‌ها برای هر واحد یا مجموعه رادیاتورهای خنک‌کننده
- خطای هر واحد رانش روغن
- جریان کم‌روغن برای هر واحد رانش
- کنتاکت‌های زیر باید برای روشن نمودن لامپهای هشداردهنده تهیه شوند:
- دمنده‌های هوا در حال کار (برای هر مرحله)
- سیستم رانش روغن در حال کار (برای هر یک از واحدهای رانش)
- سیستم خنک‌کننده در وضعیت فرمان اتوماتیک

- سیستم خنک‌کننده در وضعیت فرمان دستی

همه قسمتهای سیستم خنک‌کننده باید مطابق استاندارد ISO شماره ۱۴۶۱ گالوانیزه شوند و بدون هرگونه نشتی روغن قادر به تحمل اضافه فشار داخلی به اندازه ۰/۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع در درجه حرارت ۹۰ درجه سانتی‌گراد باشند.

۲-۱۰- بوشینگها

بوشینگهای هم ولتاژ باید قابل تعویض با یکدیگر بوده و بایستی طوری طراحی شوند که در مقابل تنش‌های ناشی از تغییرات دما مقاوم باشند و همچنین وسایل کافی جهت جبران طول ناشی از انبساط هادیها را داشته باشند. همچنین بایستی در مقابل گاز، آب و روغن آب‌بندی شوند.

بوشینگها تا ولتاژ نامی ۶۳ کیلوولت باید روغنی یا خازنی و بوشینگ‌های با ولتاژ بالاتر باید از نوع خازنی پرشده از روغن بوده و مجهز به نشان‌دهنده مغناطیسی سطح روغن قابل رویت از سطح زمین و همچنین یک تپ کوچک خازنی برای اندازه‌گیری ولتاژ و آزمایش ضریب تلفات عایقی باشد.

بوشینگها به گونه‌ای باید طراحی شوند که وسایل و قطعات اندازه‌گیری ولتاژ بدون خالی کردن روغن بوشینگ قابل اتصال باشند. بوشینگهای روغنی بایستی عاری از هرگونه نشتی روغن بوده و از نوع آب‌بندی شده و همراه با تجهیزاتی جهت نمونه‌گیری و تخلیه روغن در زیر آن باشند.

بوشینگها بایستی دارای ترمینال دو پیچی مناسب روی آن باشند.

تمامی چینی‌های استفاده شده در بوشینگها بایستی تحت پروسه رطوبی ساخته شود. لعاب کاری چینی‌ها بایستی یکنواخت بوده و در مقابل رطوبت مقاوم و عاری از مواد ناخالصی و خلل و فرج که کیفیت آن را خراب و خصوصیات مکانیکی و عایقی آن را تغییر می‌دهد باشد.

بوشینگها باید به گونه‌ای طراحی شده باشند که از جمع شدن گازهای قابل انفجار در آنها پیشگیری شده و گردش روغن در آنها برای انتقال گرمای داخلی به آسانی صورت گیرد. روغن مورد استفاده باید مطابق استانداردهای مربوط به روغن ترانسفورماتور بوده و مناسب برای وظیفه خواسته شده از آن باشد.

بوشینگها بایستی طوری طراحی شده باشند که وقتی تحت ولتاژ نامی کار می‌کنند هیچگونه تخلیه الکتریکی بین بوشینگها و هادی‌ها صورت نگیرد چرا که این پدیده بطور مستقیم و یا غیرمستقیم باعث تشکیل مواد شیمیائی فعال، خوردگی و خراب شدن هادی‌ها، مقره‌ها و یا نگهدارنده‌ها خواهد شد.

بوشینگها و تجهیزات همراه آنها باید هم از خارج و هم از داخل بدون تخلیه جزئی (کرونا) باشند. اتصالات سیم‌پیچی‌ها به بوشینگها بایستی توسط هادیهائی که به ترمینال انتهائی بوشینگ وصل می‌شود انجام گیرد.

طراحی بوشینگ باید به گونه‌ای باشد که امکان نصب یا برداشتن ترانسفورماتورهای جریان را بدون جابجا نمودن درپوش تانک فراهم سازد. همچنین برداشتن و جابجائی بوشینگها باید بدون صدمه و جابجائی ترانسفورماتورهای جریان امکان‌پذیر گردد.

فلانچ و قطعات سخت بوشینگهای ۴۰۰ آمپری و بالاتر باید غیرمغناطیس شونده باشند و تجهیزاتی که از فولاد یا آهن چکش‌خوار ساخته شده‌اند باید گالوانیزه شوند.

استقرار بوشینگها روی ترانسفورماتور باید به گونه‌ای باشد که حداقل فاصله الکتریکی لازم برای سطح عایقی مابین قسمتهای برقدار با یکدیگر و یا با قسمتهای زمین شده فراهم گردد.

۲-۱۱- ترانسفورماتورهای جریان بوشینگی

علاوه بر ترانسفورماتورهای جریان که برای علمکرد رله‌های حرارتی و تجهیزات تنظیم‌کننده ولتاژ تحت بار احتیاج هستند از چند ترانسفورماتور جریان بوشینگی برای مقاصد حفاظتی و اندازه‌گیری ممکن است استفاده شود. وقتی که چنین ترانسفورماتورهای جریان اضافی لازم باشد داده‌های آن باید مشخص گردند.

تمامی ترانسفورماتورهای جریان بوشینگی باید طوری طراحی و ساخته شوند که بدون بازکردن درپوش ترانسفورماتور به راحتی قابل تعویض باشند.

ترانسفورماتورهای جریانی که در داخل محفظه گلوئی زیر بوشینگ‌ها نصب می‌گردند باید دارای جعبه ترمینال آب‌بندی شده روی سطح گلوئی باشند تا سرهای خروجی مربوط به ثانویه آنها به این جعبه هدایت گردند.

ترانسفورماتورهای جریان و اتصالات ثانویه باید طوری طراحی و ساخته شوند که بدون صدمه‌دیدگی توانائی تحمل تنش‌های مکانیکی ناشی از جریان اتصال کوتاه نامی را داشته باشند.

ترانسفورماتور جریان نبایستی طوری باشد که باعث کاهش سطح عایقی ترانسفورماتور به کمتر از مقدار مشخص شده شود. ترانسفورماتور جریان بایستی مجهز به رابطهای اتصال کوتاه کننده باشد.

ترانسفورماتور جریان باید برای اندازه‌گیری و تغذیه رله‌ها مناسب بوده و مشخصات فنی، محدودیتهای مکانیکی و حرارتی، برچسب‌گذاری، پلارتیه و آزمونهای آنها مطابق با استاندارد IEC شماره ۶۰۰۴۴ و BS شماره ۳۹۳۸ (برای کلاس X) باشد.

همه سرسیمهای مربوط به پله‌های سیم‌پیچی ترانسفورماتورهای جریان باید به جعبه ترمینالهای مربوطه منتهی گردند و سیم‌های انعطاف‌پذیر پله‌های مختلف ثانویه هر ترانسفورماتور جریان از پوشش محافظ مناسبی عبور داده شده و به تابلوی اصلی ترانسفورماتور وصل شوند.

ترانسفورماتور جریان بایستی برای کار در حداکثر درجه حرارت ممکن واسطه خنک‌کننده (روغن ۱۱۵ درجه سانتی‌گراد) و حداکثر درجه حرارت متوسط طی ۲۴ ساعت (روغن ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد) طراحی شده باشد.

برای هر هسته ترانسفورماتور جریان باید هادیهای آزمایشی تهیه گردد تا بتوان آزمونهای روی ترانسفورماتور جریان را بدون مغناطیس کردن و بارگذاری ترانسفورماتور قدرت انجام داد.

قابلیت تحمل جریانهای مداوم بار و جریان اتصال کوتاه حرارتی (۲ ثانیه) ترانسفورماتور جریان بایستی مطابق با همان نیازهای خواسته شده ترانسفورماتور قدرت در سطح ولتاژ یکسان باشد.

یک سری هادیهای آزمون باید به یک ردیف ترمینال اضافی وصل و برچسب زده شوند و سر دیگر آنها به تانک ترانسفورماتور متصل شود.

خصوصیات عایقی مورد نیاز باید طبق استاندارد IEC شماره ۶۰۰۴۴ باشد، معذالک ولتاژ آزمایش در هر حال باید ۴ کیلوولت مؤثر باشد.

۲-۱۲- ملحقات

همه وسایل اندازه‌گیری، رله‌ها، و ترمومترها بایستی طوری در روی ترانسفورماتور نصب شوند که لرزش‌های ناشی از ترانسفورماتور به آنها انتقال پیدا نکند.

تمامی کنتاکتهای وسایل جانبی بایستی نسبت به زمین عایق گردند و از نوع جاذبه‌ای و یا جیوه‌ای باشند. کنتاکتهای کنترل و آلارم بایستی در شرایط عادی باز و از نوع خود تنظیم باشند و باید مناسب برای ولتاژ dc پست ساخته شوند.

تمامی کنتاکتها و تجهیزات آن جهت اتصال به دستگاههای جانبی بایستی به ترمینالهای داخل تابلوی ترمینالها هدایت شوند. کنتاکتهای مخصوص آلارم باید برای جریان نامی حداقل ۰/۵ آمپر و کنتاکتهای کنترلی باید جریان نامی حداقل ۵ آمپر مناسب باشند. رله‌های کمکی در جاهائیکه لازم باشد بایستی تعبیه گردد.

ترانسفورماتور باید با تجهیزات و ملحقات ذیل همراه باشد:

۲-۱۲-۱- کنسرواتور (منبع انبساط روغن)

تانک کنسرواتور باید دارای ظرفیت مناسب در محدوده تغییرات درجه حرارت مشخص شده محیط باشد و باید با ایجاد شیب مناسبی در کف آن به منظور تخلیه روغن، روی ترانسفورماتور قرار گیرد. کف کنسرواتور باید مجهز به یک شیر تخلیه به اندازه مناسب و با درپوش لازم باشد. کنسرواتور باید دارای دریچه دسترسی با اندازه مناسب، شیر پرنمودن روغن همراه با درپوش و قلابهایی برای بلندکردن آن باشد. لوله ارتباطی بین کنسرواتور و تانک ترانسفورماتور باید دارای یک شیر قطع‌کننده خودکار با نشان‌دهنده وضعیت باز یا بسته بودن، بین کنسرواتور و رله بوخهلتز باشد.

حجم کنسرواتور روغن بایستی حداقل ۱۵درصد مقدار کل حجم روغن ترانسفورماتور بوده و کنسرواتور بایستی همراه با محفظه‌ای جهت تنفس‌گر سیلیکاژل بوده و نیز بایستی دارای یک نشان‌دهنده سطح روغن باشد.

سیستم انبساط بایستی برای جلوگیری از ورود هوا به روغن کاملاً آب‌بندی شود. بعد از پرکردن روغن، نرخ نشتی هوا به داخل ترانسفورماتور در عرض یک ماه باید کمتر از ۰/۳ درصد باشد.

کنسرواتور باید کاملاً آب‌بندی شده باشد و گاز نیتروژن در سطح بالای روغن کنسرواتور تزریق گردد. سیستم موجود باید به صورت اتوماتیک بوده و انقباض و انبساط روغن را در اثر تغییرات درجه حرارت بپذیرد و کاملاً در مقابل نفوذ هوا آب‌بندی گردد. هیچ‌گونه نشتی گاز مجاز نیست. سیستم بایستی مجهز به یک سیلندر گازی که با گاز فشار بالا پر شده است و همراه با شیر کاهنده اتوماتیک، یک رگولاتور تنفس‌گر و یک شیر اطمینان مکانیکی باشد. رله فشار ناگهانی نیز باید تهیه شود که این رله مجهز به یک سری کنتاکت‌های اعلام خطا بوده و روی کلید فشاری نصب می‌شود. این رله باید به محفظه نیتروژن اتصال یافته و نرخ تغییرات فشار را نمایش دهد. این رله نباید در اثر تغییرات نرمال فشار داخل تانک عمل کند.

به جای سیستم فوق، کنسرواتور می‌تواند از نوع تانک انبساطی آب‌بندی شده همراه با یک کیسه هوایی مقاوم در مقابل روغن باشد که این کیسه از تماس بین هوا و روغن جلوگیری می‌کند. کیسه هوائی بایستی طوری طراحی شده باشد که توانائی تحمل انبساط و انقباض تکراری را داشته باشد. وسایل و تجهیزاتی جهت اعلام خبر در مواقع اضطراری و ترکیدگی کیسه و در موقع واردشدن هوا به داخل کنسرواتور تهیه گردد.

۲-۱۲-۲- رله دو وضعیتی تشخیص گاز (رله بوخهلتز)

رله تشخیص گاز دو وضعیتی بایستی طوری قرارداده شود که تمام گازهای تولیدشده را جمع کند. محل قرارگیری این رله روی لوله ارتباطی بین کنسرواتور و تانک ترانسفورماتور می‌باشد. رله باید مجهز به یک سری کنتاکت برای وصل مدار هشدار به خاطر تجمع تدریجی گاز در محفظه و یک سری دیگر برای فرمان قطع ترانسفورماتور در اثر جریان ناگهانی و سریع گاز باشد.

رله تشخیص گاز بایستی مجهز به شستی‌های آزمون و شیرهای لازم جهت پمپ کردن هوا برای آزمون عملکرد صحیح رله باشد.

رله تشخیص گاز بایستی طوری طراحی و ساخته شود که قسمتهای فعال آن در دسترس بوده و قابل بازرسی، تعمیر و تعویض بدون خالی‌کردن روغن داخل کنسرواتور باشد. این کار می‌تواند توسط یک شیر در لوله کنسرواتور که پایین‌تر از حداقل سطح روغن قرار می‌گیرد و یا بوسیله یک لوله موازی همراه با یک شیر با آرایش مناسب انجام گیرد.

یک لوله مسی با حفاظ لازم یا لوله فولادی با قطر ۵ میلیمتر نیز باید منفذ مخصوص آزمون رله را به شیر واقع در نزدیکی سطح زمین (به منظور سهولت نمونه‌گیری از گاز) مرتبط نماید.

۲-۱۲-۳- نشان‌دهنده سطح روغن کنسرواتور

نشان‌دهنده مغناطیسی سطح روغن و قابل رویت از سطح زمین باید روی سطح خارجی کنسرواتور نصب گردد. عقربه نشان‌دهنده باید نمایانگر سطوح حداکثر، حداقل و عادی باشد. نشان‌دهنده سطح روغن بایستی دارای کنتاکتهائی برای اعلام پایین بودن سطح روغن باشد.

شیشه یا طلق بکار رفته باید طوری باشد که شفافیت خود را در مقابل نور خورشید از دست ندهد و در مقابل تغییرات درجه حرارت آسیب نبیند.

۲-۱۲-٤- نشان‌دهنده درجه حرارت سیم‌پیچی

باید یک نشان‌دهنده عقربه‌ای درجه حرارت (برای فاز وسطی در هر سطح ولتاژ) تهیه شود که به ترکیب درجه حرارت روغن و جریان سیم‌پیچی پاسخ می‌دهد. این نشان‌دهنده‌ها برای درجه حرارت گرمترین نقطه سیم‌پیچی ترانسفورماتور کالیبره می‌شوند. نشان‌دهنده‌ها باید روی بدنه ترانسفورماتور در ارتفاع قابل رویت از سطح زمین نصب گردند. نشان‌دهنده‌های درجه حرارت باید مجهز به کنتاکت‌های قابل تنظیم، برای انجام علمیات ذیل باشند:

- کنترل اتوماتیک سیستم خنک‌کننده
- اعلام آلارم در مواقعی که درجه حرارت به مقدار از پیش تنظیم شده رسیده باشد.
- تحریک مدار قطع کلید طرف بار ترانسفورماتور در مواقعی که درجه حرارت به مقدار تنظیم شده از قبل رسیده باشد.

اتو ترانسفورماتور و ترانسفورماتور با سه سیم‌پیچ بایستی همراه با نشان‌دهنده درجه حرارت برای سیم‌پیچ ثالثیه باشند. نشان‌دهنده درجه حرارت سیم‌پیچ باید امکان تنظیم در محل را دارا باشد.

۲-۱۲-۵- نشان‌دهنده درجه حرارت روغن

نشان‌دهنده عقربه‌ای درجه حرارت روغن به همراه عنصر حساس آن باید در گرمترین مکان روغن قرار گیرد. نشان‌دهنده باید روی بدنه ترانسفورماتور و در مجاورت نشان‌دهنده درجه حرارت سیم‌پیچ‌ها نصب گردد. نشان‌دهنده درجه حرارت باید مجهز به کنتاکتهای آلارم قابل تنظیم که وظایف زیر را انجام می‌دهند باشند:

- اعلام آلارم در مواقعی که درجه حرارت به مقدار از پیش تعیین شده برسد.
- تحریک مدار قطع کلید طرف بار ترانسفورماتور در مواقعی که درجه حرارت به مقدار از پیش تنظیم شده برسد.
- کنترل اتوماتیک سیستم خنک‌کننده
- قطع اتوماتیک سیستم خنک‌کننده

۲-۱۲-٦- سیستم مونیتورینگ یکپارچه سیم‌پیچ و روغن

در صورت درخواست، به جای سیستمهای اندازه‌گیر عقربه‌ای روغن و سیم‌پیچ، یک سیستم یکپارچه با مشخصات زیر بایستی فراهم گردد:

- داشتن توانایی اندازه‌گیری در تمامی محدوده ممکن دمایی (حداقل دمای محیط تا حداکثر دمای سیم‌پیچ)
- داشتن توانایی کنترل سیستم خنک‌کننده مطابق با این مشخصات فنی و استاندارد IEC شماره ۶۰۳۵۴
- مونیتورینگ درجه حرارت با قابلیت اتصال به سیستم کنترل DCS
- داشتن خروجی‌های آنالوگ و دیجیتال مورد نیاز
- ترمومتر الکترونیکی
- داشتن تعداد کافی کنتاکت خروجی
- داشتن اینترفیس سری مطابق با ویژگیهای سیستم DCS پست
- دیگر تسهیلات مورد نیاز که باید با پیمانکار اصلی پست هماهنگ شود

۲-۱۲-۷- دستگاه تخلیه فشار

ترانسفورماتور باید مجهز به دستگاه تخلیه فشار خودکار و به گونه‌ای باشد که در آن از قطعات یکبار مصرف استفاده نشده باشد. عمر دستگاه و همه قسمتهای وابسته به آن باید با عمر دیگر قسمتهای ترانسفورماتور قابل مقایسه باشد. کنتاکت محلی و کنتاکت قطع‌کننده بایستی به ترتیب برای نشان‌دادن عملکرد قابل رویت روی دستگاه و نشان‌دهنده در اطاق کنترل درنظر گرفته شود. یک جعبه فلزی برای محافظت دستگاه از ضربات مکانیکی باید در نظر گرفته شود.

۲-۱۲-۸- رطوبت‌گیر (سیلیکاژل)

رطوبت‌گیر خشک (سیلیکاژل) یا نشان‌دهنده رنگی دیگر که به تأیید رسیده باشد بایستی با ذرات خشک‌کننده به ابعاد حداقل ۲/۵ میلیمتر ساخته شود. تنفسگر بایستی درجائی نصب شود که به راحتی بتوان آن را تعمیر و نگهداری کرد. طراحی باید به نحوی باشد که ذرات در تماس دائم با هوای اتمسفر نباشند.

سیستم رطوبت‌گیر می‌تواند از نوع معمولی یا نوع بدون نیاز به نگهداری باشد. در سیستمهای رطوبت‌گیر بدون نیاز به نگهداری، یک گرم‌کن الکتریکی وظیفه خشک کردن ذرات رطوبت‌گیر را بر عهده دارد. بهره‌بردار می‌تواند فرکانس خشک کردن ذرات رطوبت‌گیر توسط گرم‌کن را تنظیم کند. استفاده از این نوع سیستمها می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری و افزایش قابلیت اطمینان ترانسفورماتور گردد.

۲-۱۲-۹- چرخها

چرخهایی با قابلیت تغییر جهت باید برای استفاده در ریلهای استاندارد ۱۴۳۵/۲۹۴۰ میلی‌متر که قابل چرخش به اندازه ۹۰ درجه باشند، تهیه گردند. برای مستقر نمودن بدنه ترانسفورماتور روی فونداسیون مربوط یا روی ریلها، پس از استقرار ترانسفورماتور و برداشتن چرخها از زیر آن، باید ادوات فولادی مناسبی فراهم گردد.

۲-۱۲-۱۰- تسمه مسی جهت زمین کردن

یک تسمه مسی با اندازه مناسب که روی مقره‌ها نگهداشته می‌شود بایستی از بوشینگ نوترال تا نزدیکی انتهای تانک به محل اتصال کشیده شود. این اتصال باید برای وصل دو هادی با ابعاد ۱۲۰میلیمتر مناسب باشد.

۲-۱۲-۱۱- شوک متر

یک شوک متر بایستی از لحظه بارگیری تا تحویل ترانسفورماتور بر روی آن نصب شود که پس از بررسی شوکهای وارده، به سازنده بازگردانده می‌شود.

۲-۱۳- تابلوی مارشالینگ و تابلوی کنترل خنک‌کننده‌ها

۲-۱۳-۱- تابلوی مارشالینگ

تمامی سیمهای مربوط به کنترل و سیگنال بایستی در داخل حفاظ فلزی مناسب قرار گیرند. جعبه ترمینال باید دارای ساختمانی آب‌بندی شده بوده و اتصالات لوله‌ها به جعبه ترمینال از نوع رزوه‌ای باشد. پریزهای کلیددار با جریان ۲۵ آمپر و ولتاژ ۲۳۰ولت و نیز جریان ۱۰۰ آمپر و ولتاژ ۴۰۰ ولت بایستی در روی تابلو نصب گردد.

تابلوها بایستی مجهز به درب لولائی و قفل مناسب بوده و در موقعیت قابل دسترسی نصب گردند. در کف تابلوها باید یک ورقه صاف جهت ورود اتصالات لوله‌های ورودی نصب شود. ردیف ترمینالها باید دارای پایه و بست‌های انتهایی جهت نصب که به صورت یکجا قالب ریزی شده است باشد و قطعات هادی برنجی مربوط به اتصال هادیها باید داخل آنها قرار گرفته و مناسب برای ولتاژ حداقل ۶۰۰ ولت باشد.

نوارهای شماره‌گذاری به تعداد و اندازه کافی که توسط پیچ به بدنه ترمینالها محکم شده باشند با ۱۰درصد اضافه به عنوان یدک باید تأمین گردد.

۲۰ درصد ترمینالها به صورت اضافی در داخل جعبه‌ها باید پیش‌بینی شوند.

روشنایی تابلو باید با یک سوئیچ که با بازشدن درب عمل می‌کند کنترل شود. برای تابلو باید گرمکن‌های ضد تقطیر کنترل شده توسط ترموستات تهیه گردد.

۲-۱۳-۲- تابلوی کنترل خنک‌کننده‌ها

علاوه بر نیازهای کاربردی که در بالا به آن اشاره شد، یک تابلوی کنترل باید در برگیرنده وسایل زیر باشد:

- تجهیزات کنترل خنک‌کننده‌ها و تجهیزات جانبی مربوطه.
- پریزهای سه فاز و تک فاز با مقادیر جریان نامی مناسب برای تصفیه و جابجائی روغن.
- چراغی که با باز و بسته شدن درب عمل کند.
- گرم‌کن برای زدودن رطوبت همراه با تجهیزات کنترل ترموستاتی.
- فیوزهای با نوع و مشخصات مورد تأیید.

۲-۱٤- ترمینالهای فشار قوی

ترمینال فشار قوی عموماً باید به شکل صفحه‌ای باشد. ترمینال‌های نوع میله‌ای نیز می‌تواند قابل قبول باشد.

ترمینال باید بر اساس گشتاور خمشی مربوط به نیروی باد یا زمین‌لرزه همراه با کشش افقی هادی خط طراحی گردد.

ترمینال‌هایی که به شکل صفحه‌ای هستند با توجه به سطح جریان نامی اولیه در ابعاد زیر ساخته شوند:

اندازه یک ترمینال مسطح تا جریان حداکثر ۱۶۰۰ آمپر، ۱۵ × ۷۵ × ۷۵ میلی‌متر است. صفحه باید دارای ۴ سوراخ باشد و قطر هر سوراخ ۱۴ میلی‌متر بوده و فاصله مرکز به مرکز هر سوراخ باید ۰/۵ ± ۴۰ میلی‌متر باشد. همچنین فاصله بین لبه صفحه و مرکز سوراخ باید ۱۷/۵ میلی‌متر باشد.

اندازه یک ترمینال مسطح تا جریان حداکثر ۳۱۵۰ آمپر، ۳۵×۱۲۵×۱۲۵ میلیمتر است. صفحه باید دارای ۴ یا ۹ سوراخ بوده و قطر هر سوراخ ۱۴ میلیمتر باشد. فاصله مرکز به مرکز هر سوراخ باید ۰/۵ ± ۴۰ میلیمتر باشد.

ترمینالهای میله‌ای می‌بایستی مطابق حالات زیر طراحی گردند:

ترمینالهای میله‌ای تا جریان نامی ۱۶۰۰ آمپر می‌بایستی با طول ۱۲۵ میلیمتر و قطر ۰/۱۵ ± ۳۰ میلی‌متر طراحی شوند.

ترمینالهای میله‌ای تا جریان نامی ۳۱۵۰ آمپر می‌بایستی با طول ۱۲۵ میلیمتر و قطر ۰/۲ ± ۶۰ میلی‌متر طراحی شوند.

ترمینالهای مسی یا آلیاژ مس باید به ضخامت ۵۰ میکرون با قلع پوشش داده شوند و از آلیاژ مسی که حساس به ترک‌خوردگی در شرایط آب و هوایی فصول مختلف است نمی‌بایستی استفاده کرد.

در روی ترمینال های نوع آلومینیم یا آلیاژ آلومینیم نباید عملیات فلزکاری انجام گیرد. از آلیاژ آلومینیم حساس به ترک خوردگی در شرایط آب و هوائی فصول مختلف نمی‌بایستی استفاده کرد.

صفحات ترمینال نوع آلومینیم و آلیاژ آلومینیم باید دارای سختی حداقل ۷۵۰ نیوتن بر میلیمتر مربع باشد.

۲-۱٤-۱- ترمینالهای سیم‌پیچی سوم

سرهای سیم‌پیچی سوم که به بوشینگهای مربوطه روی ترانسفورماتور ختم می‌شوند باید در داخل جعبه فلزی مناسبی روی ترانسفورماتورها جای بگیرند. جعبه مذکور باید برای ورود کابلهای تک رشته خشک فشار قوی مناسب باشد. ترمینالهای کابل و نیز کابل‌گیر و بقیه وسایل ضروری برای ورود و اتصال صحیح و کامل کابلها نیز باید فراهم شوند.

۲-۱۵- ارزیابی هزینه‌ای (هزینه سرمایه‌گذاری و تلفات)

مقدار تلفات بایستی در جدول (II) ترانسفورماتور قدرت آورده شود. در مقایسه پیشنهادات مختلف، میزان هزینه به ازاء تلفات تضمین‌شده مورد توجه قرار گرفته و به قیمت پیشنهادی اضافه می‌شود. در این رابطه توجه شود که تلفات کل (تلفات بار و تلفات بی‌باری و تلفات سیستم خنک‌کنندگی)، عبارت از جمع تلفات جداگانه سیم‌پیچ‌ها در قدرتهای نامی آنها خواهد بود. این جمع تلفات برای ترانسفورماتور با دو سیم‌پیچی، مساوی با مقدار تلفات بار تضمین‌شده طرف فشار قوی و فشار ضعیف در قدرت نامی بوده و درحالیکه برای ترانسفورماتور سه سیم‌پیچه بصورت زیر محاسبه خواهد شد:

تلفات طرف فشار قوی (در توان نامی فشار قوی) + تلفات فشار ضعیف (در توان نامی طرف فشار ضعیف) + تلفات سیم‌بندی سوم (در توان نامی سیم‌پیچی سوم).

تلفات هر سیم‌پیچی به تنهائی مطابق با روش اندازه‌گیری مقادیر تلفات دوبدو LV/TV,HV/TV,HV/LV بدست خواهند آمد و هزینه مربوط به تلفات براساس مقدار مشخص‌شده در محاسبه هزینه سرمایه‌گذاری وارد خواهد شد.

۲-۱۶- جریمه و پذیرش ترانسفورماتور

اگر تلفات اندازه‌گیری شده ترانسفورماتور بعد از ساخت، بیش از مقدار مشخص شده در جدول (II) ترانسفورماتور باشد سازنده بایستی مجبور به پرداخت جریمه مشخص شده گردد.

اگر تلفات اندازه‌گیری شده بیش از مقادیر تضمین شده باشد، پذیرش ترانسفورماتور براساس یکی از حالتهای زیر انجام خواهد گرفت:

- در صورتیکه تلفات کل بیش از مقادیر تضمین‌شده ولی در محدوده ذکرشده در استاندارد IEC شماره ۱-۶۰۰۷۶ باشد، ترانسفورماتور با این شرط پذیرفته خواهد شد که سایر نیازهای فنی مشخص‌شده در قرارداد را برآورد نماید. در این حالت اعمال جریمه برای تلفات اضافی از مقادیر تضمینی براساس نرخهای تعیین شده خواهد بود.
- در صورتیکه تلفات کل، خارج از محدوده مندرج در استاندارد IEC شماره ۱-۶۰۰۷۶ باشد، پذیرش ترانسفورماتور منوط به تصمیم خریدار خواهد بود. معذالک درصورت پذیرش می‌باید جرائم یادشده در فوق اعمال گردد.

۲-۱۷- تلورانس جریان و توان نامی

تلورانس جریان دائمی نبایستی بیش از ۵ درصد مقدار نامی آن باشد. اگر جریان در محدوده اشاره شده قرار نگیرد بایستی کارخانه سازنده جریمه‌ای متناسب با اختلاف بین جریان نامی (توان نامی) و جریان واقعی (توان واقعی) را بپردازد.

۲-۱۸- مردود نمودن

خریدار حقوق خود را برای رد ترانسفورماتور و درخواست ترانسفورماتور جدید درصورت بروز هر یک از موارد زیر در رابطه با مقادیر تضمین‌شده و مقادیر اندازه‌گیری شده در زمان انجام آزمونها یا کار ترانسفورماتور محفوظ می‌دارد:

- تلفات اندازه‌گیری شده نسبت به مقادیر تضمین شده بیش از محدوده‌ای باشد که در استاندارد IEC شماره ۶۰۰۷۶ مشخص گردیده است.
- درصد امپدانس اندازه‌گیری شده نسبت به مقادیر تضمین‌شده بیش از ۱۰± درصد اختلاف داشته باشد.

- افزایش درجه حرارت روغن یا سیم‌پیچی نسبت به مقادیر تضمین‌شده از ۵ درجه سانتیگراد تجاوز کند.
- ترانسفورماتور در آزمون تحمل موج ضربه مردود شود.
- ترانسفورماتور در آزمون تحمل ولتاژ با فرکانس شبکه مردود شود.
- چنانچه ثابت شود که ترانسفورماتور مطابق مشخصات توافق شده و مطابق با استانداردها ساخته نشده است.

تلورانسهای مجاز مطابق با استاندارد IEC شماره ۱-۶۰۰۷۶ در جدول صفحه بعد آمده است.

تلورانسهای مجاز مشخصات ترانسفورماتور

مورد	تلورانس
تلفات کل / تلفات هر جزء (به نکته ۱ رجوع شود)	۱۰٪+ تلفات کل ۱۵٪+ هر جزء به شرط آنکه تلورانس تلفات کل حفظ شود
نسبت تبدیل ولتاژ در بی‌باری و تپ اصلی متناظر با جفت سیم پیچ اول	حداقل موارد زیر: ۰/۵٪± نسبت تبدیل اعلام شده ۰/۱± مقدار واقعی امپدانس درصد در تپ اصلی
نسبت تبدیل در تپ‌های دیگر	بسته به توافق اما نه کمتر از حداقل بین دو مقدار بالا
نسبت تبدیل مربوط به جفت سیم‌پیچهای دیگر	بسته به توافق اما نه کمتر از حداقل بین دو مقدار بالا
امپدانس اتصال کوتاه برای ترانسفورماتور دو سیم‌پیچه با سیم‌پیچ مجزا و یا مربوطه به اولین جفت سیم‌پیچی در یک ترانسفورماتور چند سیم‌پیچه: - در تپ اصلی	هنگامی که $Z \geq$ ۱۰٪ باشد، ۷/۵٪± مقدار ادعا شده هنگامی که $Z <$ ۱۰٪ باشد، ۱۰٪± مقدار ادعا شده
- در سایر تپها	هنگامی که $Z \geq$ ۱۰٪ باشد، ۱۰٪± مقدار ادعا شده هنگامی که $Z <$ ۱۰٪ باشد، ۱۵٪± مقدار ادعا شده
امپدانس اتصال کوتاه برای اتوترانسفورماتورها یا مربوط به دومین جفت سیم‌پیچی در یک ترانسفورماتور چند سیم‌پیچه (نکته ۲) - تپ اصلی	۱۰٪± مقدار ادعا شده
- در سایر تپها	۱۵٪± مقدار ادعاشده در آن تپ
- جفت سیم‌پیچ‌های دیگر	بسته به توافق اما بزرگتر یا مساوی ۱۵٪
جریان بی‌باری	۳۰٪+ مقدار ادعا شده

نکات:

۱- تلورانسهای مجاز تلفات در ترانسفورماتورهای چند سیم‌پیچه بایستی به هر جفت سیم‌پیچ اعمال شوند مگر آنکه در جدول گارانتی ذکر شود که بایستی به کل تلفات ترانسفورماتور اعمال شود.

۲- در اتو ترانسفورماتورها یا ترانسفورماتورهای بوستر، به دلیل کوچک بودن امپدانس آنها می‌توان تلورانسهای بزرگتری را پذیرفت. همچنین ترانسفورماتورهای با گستره بزرگ تپ، بویژه اگر رنج تغییرات نامتقارن باشد، نیازمند توجه ویژه‌ای هستند. از طرف دیگر، به عنوان مثال هنگامیکه قرار است ترانسفورماتور با یک ترانسفورماتور موجود موازی شود می‌توان تلورانسهای کوچکتری را بسته به توافق تعیین کرد. در صورتی که لازم باشد تلورانسهایی غیر از مقادیر بالا تعیین شوند، این امر بایستی با توافق بین سازنده و خریدار تحقق یابد.

۳- مقدار ادعا شده به معنی مقداری است که سازنده اعلام کرده است.

۲-۱۹- رنگ و پرداخت نهائی

رنگ روی قطعات آهن و صفحات فولادی و تابلوها باید از چهار لایه پوشش تشکیل گردد: یک لایه زیرین رنگ، پوشش دوم و سوم روغنی غیربراق و در نهایت پوشش رنگی مقاوم در مقابل هوا. ضخامت هر لایه پوشش و ضخامت کلی لایه‌ها وابسته به تکنولوژی مورد استفاده بوده اما در هر صورت نبایستی از یک مقدار مینیمم که توسط خریدار انتخاب می‌شود کمتر باشد.

رنگ‌آمیزی داخلی تابلوی کنترل و تابلوهای دیگر باید با سه لایه که لایه سوم مقاوم در مقابل رطوبت باشد، انجام گیرد.

۲-۲۰- نیازها از لحاظ زمین لرزه

ترانسفورماتورهائیکه بطور کامل مونتاژ و نصب می‌گردند با کلیه ملحقات آنها باید طوری طراحی شده باشند که نیروهای دینامیکی زمین لرزه را بدون هرگونه صدمه‌ای تحمل نمایند. برای اثبات قابلیت تحمل زمین لرزه برای تجهیزات، محاسبات پاسخ دینامیکی بدست آمده از روشهای پذیرفته شده باید به خریدار اعلام گردد.

۲-۲۱- روغن ترانسفورماتور

روغن بایستی از روغن معدنی تصفیه و پالایش شده باشد، همچنین بایستی عاری از هرگونه ناخالصی و ذرات جامد بوده و هنگامی که ترانسفورماتور تحت آزمون با سولفور خورنده (مطابق با استاندارد IEC شماره ۶۰۲۹۶) قرار می‌گیرد نبایستی پاسخ مثبت داشته باشد.

روغن بایستی بدون هرگونه ماده ضد اکسیدکنندگی، با پایه نفتانیک باشد.

روغن ترانسفورماتور بایستی در بشکه‌های پرشده تحویل گردند و بشکه‌ها بایستی نو و از مناسبترین جنس و از نوعی باشند که عموماً در بخش نفت مورد استفاده قرار می‌گیرند. سطح خارجی این بشکه‌ها بایستی مقاوم در برابر خوردگی باشد و از رنگهای مخصوص که در مقابل هوا و روغن مقاوم هستند استفاده گردد.

تمامی مشخصات مربوط به طراحی و شماره سریال روغن همراه با وزن مجموعه روغن در روی بشکه و علامت مخصوص تأمین‌کننده روی یک کاغذ مومی نوشته و در طرف دریچه بشکه چسبانده شود. علامت‌گذاریها باید با رنگ سیاه و مقاوم در مقابل هوا و روغن باشد.

۱۰درصد از کل روغن داخل ترانسفورماتور بایستی به عنوان اضافی تأمین گردد.

۲-۲۲- صفحه مقادیر نامی

صفحه مقادیر نامی ترانسفورماتور باید شامل اطلاعات لازم مطابق با استانداردهای IEC شماره ۶۰۰۷۶ و IEC شماره ۶۰۰۴۴ باشد و مورد تایید خریدار قرار گیرد.

۲-۲۳- سیستم مونیتورینگ بلادرنگ گاز (در صورت درخواست)

۲-۲۳-۱- کلیات

این سیستم بایستی توانایی مونیتور کردن گازهای حل‌شده در روغن به واسطه وجود خطا را بطور پیوسته داشته باشد. این سیستم بایستی در تمامی شرایط آب و هوایی کار کرده و قابلیت ذخیره‌سازی و پردازش اولیه اطلاعات را داشته باشد.

۲-۲۳-۲- ویژگیها

سیستم بایستی حداقل دارای یک سنسور تشخیص گاز و در صورت امکان سنسور رطوبت باشد. سیستم بایستی قادر به ذخیره و آنالیز اطلاعات توسط میکرو پروسسور داخلی خود بوده و امکانات مخابراتی کافی جهت ارتباط با SCADA یا دیگر سیستم‌های مونیتورینگ را داشته باشد.

سیستم بایستی قادر به مونیتور کردن مقدار گازهای مختلف به ppm باشد. علاوه بر موارد فوق، سیستم بایستی ویژگیهای زیر را دارا باشد:

- قابلیت تشخیص نرخ افزایش گازها به صورت ساعتی و روزانه و اعلام آلارم
- آلارمهای قابل تنظیم حساس به مقدار گاز و نرخ افزایش آن
- قابلیت ارتباط مخابراتی راه دور از طریق مودم
- توانایی کار بصورت شبکه‌ای
- توانایی آزمون خودکار سیستم داخلی و سنسورها
- قابلیت اتصال محلی یا راه دور از طریق مودم به سیستم SCADA

در صورتیکه تأمین سیستم مونیتورینگ بلادرنگ در حوزه کاری سازنده ترانسفورماتور باشد، سازنده بایستی سیستم را بصورت کامل و نصب شده بر روی ترانسفورماتور شامل تعبیه دریچه‌های روغن، تغذیه AC، سیم‌بندی آلارمها و اتصالات مخابراتی و غیره را تحویل دهد.

در صورتیکه تأمین سیستم مونیتورینگ بلادرنگ گاز در حوزه کار سازنده ترانسفورماتور نباشد، تمامی تسهیلات مرتبط با نصب و عملکرد صحیح آن بایستی توسط سازنده ترانسفورماتور فراهم گردد (به عنوان مثال):

- فراهم ساختن دریچه‌های ورود و خروج روغن (به غیر از دریچه‌های نمونه‌گیری یا فیلترینگ)
- تأمین تغذیه AC/DC سیستم از تابلو سیستم خنک‌کنندگی و مسیر سیم‌کشی
- تأمین مسیر کابلهای آلارم و مخابراتی تا تابلوی سیستم خنک‌کننده
- تأمین محل مناسبی جهت نصب سیستم بر روی تانک ترانسفورماتور

۲-۲٤- سیستم اطفاء حریق (در صورت نیاز)

در صورت نیاز برای هر ترانسفورماتور قدرت بایستی یک سیستم خودکار اطفاء حریق تأمین گردد. این سیستم بایستی خاموش کردن آتش را به کمک پاشیدن آب محقق سازد.

طرح تشخیص آتش بایستی علاوه بر اینکه بصورت اتوماتیک سیستم اطفاء حریق را فعال می‌سازد، وظایف زیر را به انجام رساند:

- کلیدهای ترانسفورماتور را قطع کند.
- سیستم خنک‌کنندگی را از مدار خارج سازد.
- شیر روغن بین کنسرواتور و تانک ترانسفورماتور را ببندد.
- آلارمهای مورد نظر را در اتاق کنترل فعال سازد.

سیستم بایستی براساس استاندارد NFPA شماره ۱۵ طراحی شده و در همه شرایط آب و هوایی محل نصب قادر به عملکرد صحیح باشد.

سیستم اطفاء حریق بایستی قابلیت عملکرد اتوماتیک و دستی (محلی / اتاق کنترل) را داشته باشد.

ذخیره آب سیستم بایستی حداقل عملکرد ۵ دقیقه آن را بر روی بزرگترین ترانسفورماتور پست تضمین کند.

۲-۲۵- بسته‌بندی، حمل و نقل

روش بسته‌بندی ترانسفورماتور باید به گونه‌ای باشد که در طی حمل و نقل، تانک ترانسفورماتور و کلیه ملحقات مربوط به آن را به خوبی حفاظت کند. یک ثبات سه محوری ضربات مکانیکی باید به بدنه ترانسفورماتور در بالای تانک اصلی جهت ثبت حداکثر شتاب ضربات در تمام مدت بارگیری، تخلیه، حمل و نقل و جابجایی ترانسفورماتور متصل گردد. پیمانکار باید عملکرد این ثبات را در طی دوره حمل و نقل از کارخانه تا تحویل نهایی در محوطه پست بازبینی کند.

ترانسفورماتورهای قدرت بزرگ در طی حمل و نقل باید از گاز نیتروژن خشک که فشار آن حدوداً ۰/۳ اتمسفر است پر شده و تا مرحله جایگزینی گاز با روغن درهمان فشار نگاه داشته شود. فشار داخل تانک باید قبل از ارسال ثبت و ارائه شود.

وسیله‌ای جهت اندازه‌گیری فشار داخل تانک باید تهیه گردد. یک سیلندر گاز باید از طریق یک شیر کاهش فشار، وسیله اندازه‌گیری فشار و یک شیر یک طرفه به ترانسفورماتور متصل گردد.

انحراف از قائم تا میزان حداکثر ۱۵ درجه نسبت به خط شاقول نیز نباید سبب وارد آمدن صدمه به ترانسفورماتور گردد.

۳- لوازم یدکی و وسایل مخصوص

لوازم یدکی زیر همراه با هر ترانسفورماتور باید تدارک دیده شود:

- یک سری کامل واشرها
- یک فن یدکی در صورتی که ترانسفورماتور از نوع ONAF باشد.
- یک فن و یک موتور پمپ یدکی در حالتی که ترانسفورماتور از نوع ONAF/OFAF باشد.

- یک آزاد ساز فشار و یک کنتاکتور از هر نوع
- یک جعبه ابزار کامل همراه با ابزارهای مخصوص و لازم
- یک عدد دستگاه اندازه‌گیری دقیق خلاء
- نوارهای عایقی به مقدار کافی
- یک بلوک رادیاتور
- یک عدد از هر نوع ترمومتر
- یک سری کنتاکت دایورتر سوئیچ
- نردبان
- یک عدد دایورتر سوئیچ برای هر پست (در صورت نیاز)
- یک عدد بوشینگ از هر سطح ولتاژ در صورتی که تعداد ترانسفورماتور سه فاز خریداری شده بیش از یک دستگاه باشد.

علاوه بر تجهیزات فوق، لوازم یدکی موردنیاز که کارخانه سازنده برای عملکرد بدون اشکال در مدت ۵ سال توصیه می‌نماید و همچنین ابزار خاص مورد نیاز برای نصب و تعمیرات بایستی تهیه و ارائه گردد.

٤- آزمونها

ترانسفورماتور و متعلقات آن باید طبق استانداردهای IEC شماره ۶۰۰۷۶، ۶۰۱۳۷ و ۶۰۰۴۴ و به شرح ذیر مورد آزمون قرار گیرند.

٤-١- آزمونهای جاری

- بررسی‌های چشمی
- اندازه‌گیری مقاومت سیم‌پیچی
- اندازه‌گیری نسبت ولتاژ و کنترل گروه اتصال
- اندازه‌گیری امپدانس اتصال کوتاه و تلفات بار
- اندازه‌گیری تلفات و جریان بی‌باری
- آزمونهای جاری عایقی
- آزمون روی تپ چنجرهای تحت بار
- آزمونهای جاری مربوط به بوشینگ‌ها براساس استاندارد IEC شماره ۶۰۱۳۷
- آزمونهای جاری مربوط به ترانسفورماتورهای جریان براساس استاندارد IEC شماره ۶۰۰۴۴

٤-٢- آزمونهای نوعی

- آزمونهای افزایش درجه حرارت

- آزمون‌های نوعی عایقی
- آزمونهای نوعی مربوط به بوشینگ‌ها براساس استاندارد IEC شماره ۶۰۱۳۷
- آزمونهای نوعی مربوط به ترانسفورماتورهای جریان براساس استاندارد IEC شماره ۶۰۰۴۴

٤-۳- آزمونهای ویژه

- آزمونهای ویژه عایقی
- تعیین ظرفیت خازنی بین سیم‌پیچی و زمین و خاصیت خازنی بین سیم‌پیچ‌ها
- تعیین مشخصه انتقالی ولتاژ گذرا
- اندازه‌گیری امپدانس توالی صفر
- آزمون تحمل اتصال کوتاه
- تعیین سطح صدا
- اندازه‌گیری هارمونیک‌های موجود در جریان بی‌باری
- اندازه‌گیری توان مصرفی فن و موتور پمپ روغن
- اندازه‌گیری مقاومت عایقی سیم‌پیچ‌ها نسبت به زمین و یا اندازه‌گیری تانژانت دلتا
- اندازه‌گیری فشار تانک

برای بوشینگ‌ها گواهی آزمون ۵ساله می‌تواند مورد قبول خریدار قرار گیرد.

خریدار باید به محاسبات دسترسی داشته و همچنین برآورد نماید که مشخصات تجهیزات، منطبق برموارد مندرج در این مشخصات فنی بوده و در بازرسی پیمانکار و آزمونها حضور داشته باشد.

پیمانکار باید گواهی تطابق تجهیزات با طراحی، موفقیت آزمونهای نوعی و جاری مندرج در استانداردهای مذکور بکار برده شده را ارائه نماید.

کارفرما این حق را دارد تا نماینده خود را در مراحل آزمونهای نهایی کارخانه‌ای عملکرد حاضر نماید. پیمانکار باید ۶۰ روز قبل از برگزاری آزمون، مراتب را به اطلاع کارفرما برساند.

۵- نقشه‌ها و مدارک

۵-۱- مدارکی که باید پیشنهاددهندگان ارائه نمایند

- جدول (II) تکمیل شده ترانسفورماتور قدرت
- کاتالوگ و کتابچه مشخصات فنی ترانسفورماتور
- خلاصه‌ای از گزارش آزمونهای نوعی
- نقشه‌های ابعادی
- شرح خلاصه‌ای از استثنائات بر مشخصات فنی مناقصه

- لیست ترانسفورماتورهای فروخته شده
- لیست لوازم مخصوص
- لیست لوازم یدکی

۵-۲- مدارکی که باید پیمانکار یا سازنده ارائه نماید

مدارک و نقشه‌های الکتریکی و مکانیکی مربوط به طراحی، ساخت، آزمونهای کارخانه‌ای، علامت‌گذاری، بسته‌بندی، حمل و نقل، انبارداری، نصب، آزمونهای محلی، بهره‌برداری و عملکرد ترانسفورماتور که به شرح زیر می‌باشند ولی به آنها محدود نمی‌شوند باید ارسال گردد:

- محاسبات لازم برای اثبات کیفیت مطلوب ترانسفورماتور ساخته شده از هر نظر
- ابعاد کلی ترانسفورماتور مونتاژشده
- محل و جزئیات مربوط به بوشینگ‌ها و جعبه ترمینال
- جزئیات مربوط به وسایل مخصوص بلندکردن ترانسفورماتور
- محل و ابعاد دریچه‌ها و شیرهای ورودی و خروجی
- محل و اندازه وسایل نمونه‌برداری
- محل، ابعاد و جزئیات پیشنهادی مربوط به تجهیزات خنک‌کننده
- محل مربوط به زمین کردن تانک
- محل، ابعاد و جزئیات پیشنهادی تجهیزات مربوط به نگهداری روغن
- دیاگرام‌های مربوط به سیم‌بندی و کنترل
- جزئیات وسایل الحاقی مانند رله‌ها، نشان‌دهنده سطح روغن، لوله‌کشی و سوپاپ اطمینان
- نقشه‌های مونتاژ
- جزئیات استقرار و نصب ترانسفورماتور
- نقشه‌های پلاک مشخصات
- جزئیات بسته‌بندی و حمل
- گواهی موفق بودن آزمونهای جاری
- دستورالعمل آزمونهای محلی
- دستورالعمل حمل، انبارداری، مونتاژ، نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری و نگهداری ترانسفورماتور
- اسناد آزمونهای نوعی
- بارگذاری روی فونداسیون
- منحنی مغناطیس‌شوندگی
- لیست تجهیزات

- جداول کار و گزارش پیشرفت ماهانه
- لیست نقشه‌ها
- نقشه‌های برابر ساخت
- دستورالعملهای دمونتاژ، مونتاژ مجدد و تنظیم
- مدار معادل ترانسفورماتور برای تحلیل شبکه و اضافه ولتاژها
- محاسبات انتقال ولتاژهای موجی از سیم‌پیچ اولیه به سیم‌پیچ‌های ثانویه و ثالثیه

٦- برنامه تضمین کیفیت

پیمانکار باید برنامه‌ریزی و روشی برای کنترل کیفیت ارائه نماید بطوری که بتوان از مدیریت طراحی و وظایف فنی او مطمئن گردید. این برنامه می‌بایستی براساس و مطابق استانداردهای ایزو یا مشابه آن باشد. این برنامه باید طوری تنظیم و اجرا گردد که موارد عدم انطباق با مشخصات قراردادی را مشخص و از آن جلوگیری نماید.

پیمانکار باید کپی دستورالعمل کیفیت و مراحل موردنیاز آن را به خریدار ارسال کند. پیمانکار یا سازنده مسئولیت رفع کلیه مشکلات پیش آمده در دوره گارانتی را دارند.

۷- حمل و نقل، انبارداری، نصب و راه‌اندازی

حمل و نقل، انبارداری نصب و راه‌اندازی ترانسفورماتور قدرت بایستی مطابق دستورالعمل سازنده انجام شود.

۷-۱- بازرسی در زمان تحویل

هنگام تحویل ترانسفورماتور و قبل از تخلیه آن از وسیله حمل‌کننده بایستی یک بازرسی دقیق روی اجزاء خارجی ترانسفورماتور انجام گیرد. در صورت مشاهده صدمات احتمالی که ممکن است درحین حمل و نقل بوجود آمده باشد، این موارد بایستی به اطلاع سازنده رسانده شود. در همه موارد لازمست که دستورالعمل سازنده رعایت شود. درصورتی که بر روی محموله ثبات ضربه نصب شده باشد، نمایندگانی از شرکت سازنده و شرکت حمل و نقل بایستی در محل حاضر بوده و کاغذ ثبات ضربه را ملاحظه نمایند.

درصورتیکه ترانسفورماتور بدون روغن حمل شده باشد باید فشار گاز داخل تانک و کپسول تغذیه‌کننده چک شود. فشار گاز بایستی حتی در سردترین شرایط مثبت باشد. اگر فشار گاز صفر باشد این امکان وجود دارد که رطوبت وارد مخزن شده باشد و این امر بایستی به اطلاع شرکت سازنده رسانده شود. جهت اطمینان از عدم وجود رطوبت در ترانسفورماتور، می‌توان میزان اکسیژن و دمای نقطه شبنم گاز داخل تانک را نیز اندازه گرفت. اگر میزان اکسیژن کمتر از یک درصد باشد و دمای نقطه شبنم گاز، رطوبت کمتر از یک درصد (در صورت حمل با گاز نیتروژن) و بیش از ده درصد (در صورت حمل با هوای خشک) را نشان دهد می‌توان اطمینان داشت که رطوبت به تانک نفوذ نکرده، در غیر این صورت بایستی عملیات خشک‌سازی با اطلاع کارخانه سازنده انجام شود.

درصورتیکه بررسی ثبات ضربه نشان‌دهنده اعمال شوک و ضربه به ترانسفورماتور باشد، ترانسفورماتور بایستی مورد بازدید داخلی قرار گیرد.

جهت انجام بازدید داخلی و برداشتن دریچه پوشش تانک بایستی از وجود اکسیژن کافی در داخل تانک اطمینان حاصل کرد. مقدار اکسیژن داخل مخزن حداقل باید ۱۹/۵ درصد باشد. دمای نقطه شبنم بایستی تا حد ممکن در مقداری برابر با مقدار اندازه‌گیری شده در کارخانه حفظ شود. دریچه تانک ترانسفورماتور نبایستی بیش از مدت زمان مورد نیاز باز بماند و ترجیحاً این زمان بایستی کمتر از ۲ ساعت باشد.

وقتی بازدید داخلی انجام می‌گیرد، توصیه‌های سازنده می‌بایستی انجام گیرد. بازدیدها باید شامل مواردی همچون برداشتن هرگونه سدکننده که برای حمل استفاده می‌شده است، بررسی تغییر مکان هسته، آزمون برای هرگونه اتصال زمین غیرعمدی هسته، بازرسی چشمی سیم‌پیچ‌ها، سیم‌پیچهای مربوط به تپ‌چنجر، اتصالات، عایق‌بندی، قابهای چوبی، هسته، ترانسفورماتورهای جریان داخلی و سایر متعلقات داخل ترانسفورماتور مبذول داشت. اگر در حین بازدید داخلی، آسیب‌دیدگی‌ای که ممکن است در اثر ضربه بوجود آمده باشد مشاهده گردید، این امر بایستی به شرکت حمل‌ونقل و کارخانه سازنده اطلاع داده شود. همچنین در صورت وجود هرگونه ماده خارجی، این موضوع باید به اطلاع سازنده رسانده شود. انجام بازدید داخلی ترانسفورماتور نباید هنگامی انجام شود که ممکن است رطوبت به داخل آن رخنه نماید (مانند روزهایی که رطوبت نسبی هوا زیاد است).

۷-۲- جابه‌جایی

ترانسفورماتور باید همیشه بطور قائم و ایستاده جابجا شود مگراینکه کارخانه سازنده طریقه دیگری را ارائه داده باشد. در مواقعی که نمی‌توان ترانسفورماتور را بوسیله جرثقیل بلند نمود یا روی چرخ جابجا کرد، کارخانه سازنده معمولاً تمهیداتی جهت امکان لغزاندن روی غلطک و یا حرکت روی صفحات لغزنده (بسته به طراحی پایه ترانس یا نوع سطحی که ترانس روی آن حرکت می‌کند) فراهم می‌آورد.

جهت بلندکردن به کمک جرثقیل، دسته‌ها و جاقلابهای مناسبی در ترانسفورماتور کامل و مشابه آن بر روی قطعات مختلف دیگر ترانسفورماتور تعبیه شده است. دسته‌ها و جاقلابها فقط برای بلند کردن بصورت عمودی مناسب هستند. هنگام بلندکردن ترانسفورماتور کامل یا قطعه سنگینی از آن، بایستی به کمک بستن کابل‌های نگهدارنده اطمینان حاصل یافت که ترانسفورماتور بطور عمودی بلند می‌شود. طول کابلها و نحوه بستن آنها بایستی به‌گونه‌ای باشد که کلیه قسمتهایی که با زمین تماس دارند بصورت هماهنگ و با هم از زمین بلند شوند.

جهت بلندکردن ترانسفورماتورها به کمک جک، برای کلیه ترانسفورماتورها جای جک تعبیه شده است. در بعضی از ترانسفورماتورها ممکن است جای جک در صفحه زیرین ترانسفورماتور بوسیله کارخانه سازنده علامت‌گذاری شده باشد. در این موارد نقشه‌ها و یا دستورالعمل‌های کارخانه سازنده بایستی مورد ملاحظه قرار گیرد.

۷-۳- انبارداری

اگر ترانسفورماتور بلافاصله پس از تحویل‌گیری مورد استفاده قرار نمی‌گیرد یا قرار است برای مدت زیادی در انبار نگهداری شود بایستی نکات زیر درمورد آن رعایت شود:

- انبارداری ترانسفورماتور بایستی مطابق دستورالعملهای سازنده انجام شود.
- اگر ترانسفورماتور بدون روغن حمل شده باید از روغن پر شود.

- منبع انبساط روغن و رطوبت‌گیر بایستی روی ترانسفورماتور نصب شوند.
- برای جلوگیری از تقطیر لازم است تابلوی موتور محرک تپ چنجر و تابلوی کنترل که دارای گرمکن الکتریکی هستند به یک منبع تغذیه کوچک متصل شوند.
- بوشینگها باید در جای سربسته و خشک و در بسته‌های اصلی خود نگهداری شوند.
- رادیاتورها می‌توانند در فضای آزاد نگهداری شوند، اما فلانچها باید در مقابل رطوبت محافظت شوند.

۷-٤- نصب روی فونداسیون

در هنگام نصب ترانسفورماتور بر روی فونداسیون باید توجه داشت که فونداسیون باید قادر به تحمل وزن ترانسفورماتور و تجهیزات جانبی بعلاوه ۱۰ درصد تلورانس باشد. ترانسفورماتورهایی که با چرخ تحویل می‌شوند باید از طریق گیره‌ها یا دیگر ابزار به فونداسیون محکم شوند بطوری که ترانسفورماتور نتواند حرکت کند.

فونداسیون باید کاملاً تراز باشد. جهت اینکه گازی که در ترانسفورماتور تولید می‌شود بتواند آزادانه به سمت رله گازی حرکت کند، می‌بایستی از صفحات واسطه‌ای که به همراه ترانسفورماتور به مشتری تحویل داده می‌شود استفاده گردد.

توصیه می‌شود یک گودال (چال) روغن در زیر ترانسفورماتور تعبیه گردد تا در صورت نشتی روغن (در نتیجهٔ آسیب‌دیدگی ترانسفورماتور) مانع از گسترش روغن به سایر تجهیزات شود. همچنین این گودال بهنگام بروز آتش‌سوزی، روغن حاصله را جمع‌آوری نموده تا مانع از گسترش آتش به سایر تجهیزات گردد. حجم این گودال باید به اندازه‌ای باشد تا بتواند تمام حجم روغن را دربرگیرد یا اینکه امکان انتقال روغن را از طریق لولهٔ تخلیه به ظرف جمع‌کنندهٔ روغن مجزایی که در بیرون تعبیه شده مهیا سازد.

ارتفاع فونداسیون ترانسفورماتور بستگی به چگونگی حمل آن دارد. بطوری که اگر ترانسفورماتور با یک چهار چرخه یا کامیون ویژه حمل می‌شود باید حتماً ارتفاع فونداسیون با ارتفاع بارگیری وسیله حمل یکسان باشد.

در ترانسفورماتورهای بزرگ بهتر است که ریلهای فونداسیون تا مسیر حمل ادامه پیدا کنند و با آن هم‌سطح باشند.

اگر از جرثقیل جهت انتقال ترانسفورماتور از وسیله حمل تا روی فونداسیون استفاده شود، ارتفاع فونداسیون از اهمیت زیادی برخوردار نیست، اما باید فضای کافی جهت جرثقیل در حوالی و بالای فونداسیون وجود داشته باشد.

۷-۵- نصب تجهیزات جانبی

قبل از شروع عملیات نصب تجهیزات جانبی لازمست که این تجهیزات با لیست اقلام حمل مطابقت داده شده و درصورت وجود موارد نقص به سازنده اعلام گردد.

رادیاتورها، خنک‌کننده‌ها، بوشینگها و سایر متعلقات بایستی مطابق دستورالعمل سازنده جابجا و نصب شوند. قبل از نصب هریک از این متعلقات بایستی به کمک بازدید ظاهری از سالم‌بودن آن اطمینان حاصل کرد.

بوشینگها هنگام نصب باید کاملاً تمیز و خشک باشند. واشرها و جای واشرها باید کاملاً تمیز شوند و به دقت جاانداری شده و محکم بسته شوند. اتصالاتی که جریان از آنها می‌گذرد باید با دقت تمیز شده و پیچ شوند.

قبل از نصب رادیاتورها، لوله‌های روغن، شیرها و وسایل مربوط دیگر بایستی با روغن تمیز و گرم با دمای ۲۵ الی ۳۵ درجه سانتی‌گراد شسته شوند مگر اینکه ازنظر کارخانه سازنده لازم نباشد. رادیاتورها و مبدلهای حرارتی معمولاً می‌توانند خلاء کامل را تحمل نمایند. اگر این امر صادق نباشد، نصب رادیاتور بایستی به بعد از روغن زدن موکول شود.

سایر تجهیزات جانبی مانند اندازه‌گیر سطح روغن و اندازه‌گیر درجه حرارت و ... ترانسفورماتور بایستی مطابق دستورالعمل سازنده نصب گردند.

۷-٦- پر کردن روغن

۷-٦-۱- آماده‌سازی

لازمست دیافراگم سوپاپ اطمینان تا بعد از پرکردن خلاء نهایی برداشته شود، مگرآنکه در دستورالعملهای شرکت سازنده آمده باشد که این دیافراگم می‌تواند خلاء کامل را تحمل کند. اگر منبع انبساط روغن یا سایر تجهیزاتی که خلاء کامل را تحمل نمی‌کنند بر روی ترانسفورماتور بسته شده‌اند، باید پیش از ایجاد خلاء از مخزن اصلی جدا شوند.

بعد از مونتاژ کلیه قسمتها، مخزن باید تحت آزمون فشار قرار گیرد تا از آب‌بندی کامل اتصالات اطمینان حاصل گردد. برخی سازندگان همچنین استفاده از یک آزمون خلاء را پیشنهاد می‌کنند تا اطمینان حاصل شود که افزایش فشار تانک آب‌بندی شده از حدود مجاز بالاتر نمی‌رود. در هر یک از آزمونهای فشار یا خلاء باید از تاثیر اختلاف فشار مجاز بر روی تابلوهای تپ‌چنجر قابل تغییر زیر بار، که ممکن است اختلاف فشار را تحمل نکند، اطمینان حاصل کرد. بایستی همهٔ اتصالات واشردار را از لحاظ نشتی، با مواد نشتی‌سنج مناسب، چک کرد. مخزن باید فشار گاز را حداقل تا ۴ ساعت و بدون بروز نشتی، حفظ کند. قبل از شروع ایجاد خلاء، همهٔ نشتی‌ها باید برطرف گردند.

باید توجه شود که هرگونه نشتی هوا بداخل مخزن ترانسفورماتور، در حین ایجاد خلاء ممکن است عایقبندی ترانسفورماتور را بطور جدی دچار مشکل سازد.

بعد از اطمینان از برطرف‌شدن همهٔ نشتی‌ها، بایستی روغن را تخلیه و ایجاد خلاء را آغاز کرد. اگر سرعت تخلیه روغن بالا باشد ممکن است یک خلاء جزئی در داخل ترانسفورماتور ایجاد گردد. شیر تخلیه باید بلافاصله پس از خالی‌شدن مخزن بسته شود تا از ورود هوا ازطریق شیر به داخل مخزن جلوگیری شود. چنانچه قبل از ایجاد خلاء وقفهٔ پیش‌بینی‌نشده‌ای در کار پیش آید توصیه می‌شود که در خلال فرآیند، گاز نیتروژن خشک جایگزین روغن شود.

بعد از اینکه شیر تخلیه روغن بسته شد، ورود ازت بایستی ادامه یابد تا فشار مثبت در تانک ایجاد شود.

۷-٦-۲- خلاء کردن

وظیفهٔ اصلی خلاء کردن، خارج‌کردن هوای محصور و رطوبت موجود در عایقبندی و ایجاد استحکام دی‌الکتریک کامل در عایقبندی است. حبابهای کوچک هوا استحکام دی‌الکتریک بسیار کمتری نسبت به روغن دارند و اگر در نقطه‌ای با تنش بالا قرار گرفته باشند، باعث خطا می‌شوند. با خارج‌کردن بخش زیادی از گاز داخل ترانسفورماتور و روغن بوسیلهٔ خلاء، خطر حبابهای کوچک گاز غیرمحلول که درون سیم‌پیچ‌ها و عایقبندی باقی می‌مانند به میزان زیادی کاهش می‌یابد.

مقدار خلائی که می‌تواند تأثیرگذار باشد به روش طراحی سیم‌پیچ‌ها و عایقبندی بستگی داشته و باید قبل از شروع مونتاژ، با توافق بین سازنده و خریدار، تعیین گردد. بطورکلی ایجاد خلاء در فشار مطلق ۲ میلی‌متر جیوه می‌تواند برای ترانسفورماتورهای زیر ۱۳۲ کیلوولت کافی باشد. برای ترانسفورماتورهای با ولتاژ بالاتر، ایجاد خلاء در فشار مطلق کمتر از یک میلی متر جیوه نیاز خواهد بود. مزیت دیگر ایجاد خلاء از بین بردن رطوبتی است که درحین مونتاژ ترانسفورماتور وارد عایقبندی آن شده است.

توصیه می‌شود جهت انجام این کار از پمپ خلائی با قابلیت ایجاد خلاء در مخزن به میزان مورد نیاز و در زمان حدوداً ۲ تا ۳ ساعت استفاده شود. پمپ خلاء با لوله یا شیلنگ تقویت‌شده‌ای با طول مناسب به محل مخصوص خود در بالای ترانسفورماتور وصل می‌شود.

جهت اندازه‌گیری صحیح میزان خلاء مورد نیاز لازم است که محل اتصال گیج یا مانومتر تا حد ممکن به تانک نزدیک بوده و با محل اتصال پمپ خلاء متفاوت باشد.

پمپ خلاء تا هنگامی که فشار تانک به مقدار ثابتی برسد بکار انداخته می‌شود. در این موقع شیر پمپ خلاء باید بسته شده و نشتی لوله‌ها و تانک مورد بررسی قرار گیرد. اگر تمام اتصالات درست بوده و آب‌بندی باشند، نباید در مدت ۳۰ دقیقه فشار داخل مخزن تغییر نماید.

۷-٦-۳- روغن‌ریزی

پس از دستیابی به خلاء موردنیاز و حفظ آن به مدت ۴ ساعت یا بیشتر، بسته به دستورالعملهای سازنده، مرحله روغن‌ریزی آغاز می‌گردد (ورودی روغن و رابطها و اتصالات خلاء باید به قدری از هم فاصله داشته باشند که از پاشیدن ذرات روغن به داخل پمپ خلاء اجتناب گردد).

لوله روغن بایستی به نقطه‌ای مناسب در قسمت بالای تانک وصل شود و روغن فیلتر شده از این طریق وارد ترانسفورماتور می‌شود. مقدار جریان (دبی) روغن جهت نگهداری فشار مثبت روغن نسبت به تانک و نگهداری خلاء داخلی در مقدار اصلی یا نزدیک به آن، به کمک یک شیر تنظیم می‌گردد. پیشنهاد می‌شود دمای روغن بین ۶۰ تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد باشد. سرعت پرکردن نباید بیش از ۱/۲۵ سانتی‌متر بر دقیقه باشد.

فرایند روغن‌زنی تا هنگامی که سطح روغن به بالای هسته و سیم‌پیچها می‌رسد بایستی بدون قطعی و پیوسته باشد.

جهت آغشته‌شدن کامل مواد عایقی با روغن بعد از روغن‌زدن بایستی حداقل ۱۲ ساعت تا برقدارکردن ترانسفورماتور صبر کرد.

۷-٦-٤- آزمونهای پیش از برقدار کردن

بعد از اینکه ترانسفورماتور نصب و روغن زده شد، باید جهت اطمینان از آماده بودن برای برق‌دار شدن و همچنین بدست آوردن یک مبنای مقایسه برای آزمونهای تعمیراتی آینده مورد آزمون قرار گیرد. آزمونهای زیر پیشنهاد می‌گردد (ممکن است تمام یا قسمتی از این آزمونها، بسته به داشتن وسایل آزمون یا اهمیت ترانسفورماتور، بکار گرفته شود):

- آزمون اندازه‌گیری مقاومت عایق‌بندی هر سیم‌بندی نسبت به زمین و نسبت بهم
- آزمون اندازه‌گیری ضریب تلفات عایقی روی هر سیم‌پیچی نسبت به زمین و نسبت بهم و همچنین هسته
- آزمون اندازه‌گیری ضریب تلفات عایقی برای کلیه بوشینگهای مجهز به تپ ضریب قدرت یا تپ خازنی

- آزمون اندازه‌گیری نسبت تبدیل سیم‌پیچها (اگر ترانسفورماتور دارای تپ چنجر باشد نسبت سیم‌پیچها در تمام حالتهای آن آزمایش شود).
- اندازه‌گیری مقاومت کلیه سیم‌پیچی‌ها با استفاده از پل کلوین یا هر روش مناسب دیگر و مقایسه آن با اطلاعات سازنده
- آزمون صحت عملکرد نشان‌دهنده درجه حرارت روغن و درجه حرارت سیم‌پیچ و وسایل کنترلی آنها
- آزمون اندازه‌گیری میزان گاز غیرمحلول، استقامت عایقی، ضریب تلفات عایقی، کشش سطحی، میزان اسیدیته روغن و میزان آب در روغن
- اندازه‌گیری مقدار اکسیژن و گازهای قابل احتراق موجود در گاز ازت. مجموع گازهای قابل احتراق بعد از اینکه ترانسفورماتور برقدار گردید و از آن بار گرفته شد مجدداً اندازه‌گیری‌شده تا مبنای مقایسه‌ای برای آزمونهای آتی باشد.
- آزمون صحت عملکرد تجهیزات کمکی نظیر پمپ روغن، فن‌ها و درست بودن جهت گردش سنج روغن یا آب مطابق با مشخصات سازنده.
- آزمایش پلاریته، جریان مغناطیس‌کنندگی و امپدانس ترانسفورماتور
- آزمون ترانسهای جریان بوشینگی شامل مقاومت، نسبت تبدیل و پلاریته. این آزمونها باید از بلوک ترمینالهای تابلوی کنترل ترانس انجام گیرد.
- آزمونهای بوشینگها
- آزمون مقاومت عایقی مدارهای کنترل و کمکی
- آزمون عملکرد و بازبینی سیم‌بندی تابلوهای کمکی و کنترلی
- آزمون عملکرد رله بوخهلتز
- کنترل وضعیت مخزن انبساط روغن و سیلیکاژل
- کنترل اتصال کوتاه بودن ثانویه ترانسفورماتورهای جریان بوشینگی که در مدار نیستند
- کنترل اتصال صحیح نوترال به شبکه زمین، کنترل وضعیت لوله‌کشی، سیستم اطفاء حریق (در صورت وجود) و اطمینان از عدم وجود نشتی روغن

جدول ترانسفورماتور قدرت شماره(I)

مقادیر نامی و مشخصات ترانسفورماتور قدرت

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۱	**مشخصات سیستم**		
۱-۱	حداکثر ولتاژ سیستم	کیلوولت	*
۱-۲	ولتاژ نامی سیستم	کیلوولت	*
۱-۳	تعداد فاز		۳
۱-٤	فرکانس نامی سیستم	هرتز	۵۰
۱-۵	نوع زمین شدن نوترال سیستم		زمین شده با مقاومت یاراکتور/ مستقیماً زمین‌شده
۱-٦	حداکثر مدت زمان اتصال کوتاه	ثانیه	*
۲	**شرایط عملکرد**		
۲-۱	حداکثر درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	۴۰/۴۵/۵۰/۵۵
۲-۲	حداقل درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	-۴۰/-۳۵/-۳۰/-۲۵
۲-۳	متوسط درجه حرارت روزانه	درجه سانتیگراد	*
۲-٤	مقدار تشعشع خورشید	وات بر مترمربع	*
۲-۵	ارتفاع از سطح دریا	متر	۱۰۰۰/۱۵۰۰/۲۰۰۰/۲۵۰۰
۲-٦	سطح آلودگی		کم/متوسط/زیاد/خیلی زیاد
۲-۷	حداکثر سرعت باد	متربرثانیه	۳۰/۴۰/۴۵
۲-۸	سرعت باد در شرایط یخ	متربرثانیه	۲۰
۲-۹	ضخامت پوشش یخ	میلی‌متر	۵/۱۰/۲۰/۲۵
۲-۱۰	شتاب زلزله	متربرمجذورثانیه	۰/۲g / ۰/۲۵g / ۰/۳g / ۰/۳۵g
۲-۱۱	درصد رطوبت	درصد	بیش از ۹۰/۹۵/۹۵
۳	**مشخصات ترانسفورماتور**		*
۳-۱	کلاس	بیرونی – درونی	*
۳-۲	نوع ترانسفورماتور:		
۳-۲-۱	اتو ترانسفورماتور یا سیم‌پیچ مستقل		*
۳-۲-۲	هسته‌ای یا زرهی		*
۳-۲-۳	تک فاز یا سه فاز		*
۳-۳	گروه‌برداری		*
۳-٤	ولتاژ نامی:		
۳-٤-۱	سمت فشار قوی	کیلوولت	*
۳-٤-۲	سمت فشار ضعیف	کیلوولت	*
۳-٤-۳	سمت ثالثیه	کیلوولت	*
۳-٤-٤	اضافه تحریک مجاز	٪	۱۰

جدول ترانسفورماتورقدرت شماره (I)

مقادیر نامی و مشخصات ترانسفورماتور قدرت

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۳-۵	حداکثر ولتاژ برای تجهیز:		
۳-۵-۱	سمت فشار قوی	کیلوولت	*
۳-۵-۲	سمت فشار ضعیف	کیلوولت	*
۳-۵-۳	سمت ثالثیه	کیلوولت	*
۳-۶	قدرت نامی در محل (بدون در نظر گرفتن موقعیت تپ‌چنجر):		
۳-۶-۱	سمت فشار قوی	مگاولت آمپر	*
۳-۶-۲	سمت فشار ضعیف	مگاولت آمپر	*
۳-۶-۳	سمت ثالثیه	مگاولت آمپر	*
۳-۷	امپدانس ولتاژ (بر مبنای قدرت سیم‌پیچ		
	سمت فشار قوی و تپ اصلی):		
۳-۷-۱	فشار قوی / فشار ضعیف	درصد	*
۳-۷-۲	فشار قوی / ثالثیه	درصد	*
۳-۷-۳	فشار ضعیف / ثالثیه	درصد	*
۳-۸	سطح عایقی		
۳-۸-۱	سیم‌پیچ		
۳-۸-۱-۱	تحمل ولتاژ با فرکانس شبکه		
	سمت فشار قوی	کیلوولت	*
	سمت فشار ضعیف	کیلوولت	*
	سمت ثالثیه	کیلوولت	*
	نوترال	کیلوولت	*
۳-۸-۱-۲	ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه صاعقه		
	سمت فشار قوی	کیلوولت پیک	*
	سمت فشار ضعیف	کیلوولت پیک	*
	سمت ثالثیه	کیلوولت پیک	*
	نوترال	کیلوولت پیک	*
۳-۸-۱-۳	ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه کلیدزنی		
	سمت فشار قوی (در صورت وجود)	کیلوولت پیک	*
	سمت فشار ضعیف (در صورت وجود)	کیلوولت پیک	*

جدول ترانسفورماتورقدرت شماره (I)

مقادیر نامی و مشخصات ترانسفورماتور قدرت

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۳-۸-۲	بوشینگ		
۳-۸-۲-۱	تحمل ولتاژ با فرکانس شبکه		
	سمت فشار قوی	کیلوولت	*
	سمت فشار ضعیف	کیلوولت	*
	سمت ثالثیه	کیلوولت	*
	نوترال	کیلوولت	*
۳-۸-۲-۲	ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه صاعقه		
	سمت فشار قوی	کیلوولت پیک	*
	سمت فشار ضعیف	کیلوولت پیک	*
	سمت ثالثیه	کیلوولت پیک	*
	نوترال	کیلوولت پیک	*
۳-۸-۲-۳	ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه کلیدزنی		
	سمت فشار قوی (در صورت وجود)	کیلوولت پیک	*
	سمت فشار ضعیف (در صورت وجود)	کیلوولت پیک	*
۳-۹	حداکثر افزایش درجه حرارت در توان نامی		
۳-۹-۱	داغ‌ترین نقطه	درجه سانتیگراد	*
۳-۹-۲	سیم‌پیچ	درجه سانتیگراد	*
۳-۹-۳	بالاترین سطح روغن	درجه سانتیگراد	*
۳-۱۰	تداخل رادیوئی در فرکانس یک مگاهرتز		
	و ۱/۰۵ برابر ولتاژ نامی	میکروولت	*
۳-۱۱	سطح صدا	دسی‌بل	*
۳-۱۲	سیستم خنک‌کننده (به کمک هوا/ به کمک آب)		*
۳-۱۲-۱	نوع سیستم خنک‌کنندگی (ONAN، ONAF، ...)		*
۳-۱۲-۲	قدرت نامی برایHV/LV/TV در شرایط:		
	- خنک‌کنندگی طبیعی (ONAN)	مگاولت آمپر	*
	- خنک‌کنندگی با دمنده (ONAF)	مگاولت آمپر	*
	- خنک‌کنندگی با دمنده و گردش روغن (OFAF) (در صورت وجود)	مگالت آمپر	*

جدول ترانسفورماتورقدرت شماره (I)

مقادیر نامی و مشخصات ترانسفورماتور قدرت

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۳-۱۳	تپ‌چنجر		
۳-۱۳-۱	نوع		*
۳-۱۳-۲	محدوده تغییرات		*
۳-۱۳-۳	تعداد پله‌ها		*
۳-۱۳-۴	حداکثر زمان عملکرد کامل تپ چنجر	ثانیه	*
۳-۱۳-۵	جریان نامی	آمپر	
۳-۱۳-۶	نوع عملکرد	موازی / تکی	*
۳-۱۳-۷	نیاز به تنظیم‌کننده ولتاژ اتوماتیک	بلی / خیر	*
۳-۱۳-۸	محل تپ چنجر		*
۳-۱۳-۹	کلاس ولتاژی (I یا II)		*
۳-۱۳-۱۰	نیاز به تابلوی کنترل از راه دور	بلی/خیر	*
۳-۱۴	نحوه زمین‌کردن:		
۳-۱۴-۱	سمت فشار قوی		*
۳-۱۴-۲	سمت فشار ضعیف		*
۳-۱۴-۳	سمت ثالثیه		*
۳-۱۵	بوشینگ		
۳-۱۵-۱	جریان نامی بوشینگ (TV/LV/HV)	آمپر	*
۳-۱۵-۲	جریان اتصال کوتاه بوشینگ(TV/LV/HV)	کیلوآمپر	*
۳-۱۵-۳	نیاز به تپ آزمون؟	(بلی/خیر)	*
۳-۱۵-۴	حداقل فاصله خزشی بوشینگ‌ها		
۳-۱۵-۴-۱	سمت فشار قوی	میلی‌متر	*
۳-۱۵-۴-۲	سمت فشار ضعیف	میلی‌متر	*
۳-۱۵-۴-۳	سمت ثالثیه	میلی‌متر	*
۳-۱۵-۴-۴	نوترال	میلی‌متر	*
۳-۱۶	زمان اتصال کوتاه	ثانیه	۲
۳-۱۷	جریان اتصال کوتاه متقارن		
۳-۱۷-۱	سمت فشار قوی	کیلوآمپر	*
۳-۱۷-۲	سمت فشار ضعیف	کیلوآمپر	*
۳-۱۷-۳	سمت ثالثیه	کیلوآمپر	*
۳-۱۸	تلفات ترانسفورماتور: (قیمت جهت ارزیابی مناقصه)		
۳-۱۸-۱	تلفات بی‌باری	دلار بر کیلووات	*
۳-۱۸-۲	تلفات بارداری	دلار بر کیلووات	*
۳-۱۹	جریمه:		
۳-۱۹-۱	هزینه تلفات بی‌باری شامل آهن	دلار بر کیلووات	*
۳-۱۹-۲	هزینه تلفات بارداری(شامل تلفات مس و تلفات سیستم خنک‌کننده)	دلار بر کیلووات	*
۳-۲۰	تپ‌چنجر دستی در سیم‌پیچ ثالثیه موردنیاز می‌باشد؟	بلی / خیر	*

جدول ترانسفورماتورقدرت شماره (I)

مقادیر نامی و مشخصات ترانسفورماتور قدرت

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۳-۲۱	آیا کنترل پیشرو / پسرو موردنیاز می‌باشد؟	بلی / خیر	*
۳-۲۲	جبران‌کننده افت ولتاژ خط موردنیاز می‌باشد؟	بلی / خیر	*
۳-۲۳	نوع ترمینال		*
۳-۲۳-۱	فشار قوی		*
۳-۲۳-۲	فشار ضعیف		*
۳-۲۳-۳	ثالثیه		*
۳-۲٤	ولتاژ سیستم تغذیه کمکی		*
۳-۲٤-۱	متناوب	ولت	*
۳-۲٤-۲	مستقیم	ولت	*
۳-۲۵	ترانسفورماتور جریان بوشینگی در کدام طرف موردنیاز می‌باشد؟		*
۳-۲٦	مشخصات ترانسفورماتور جریان بوشینگی		
۳-۲٦-۱	نسبت تبدیل		*
۳-۲٦-۲	کلاس دقت		*
۳-۲٦-۳	تعداد هسته		*
۳-۲٦-٤	ظرفیت	ولت آمپر	*
۳-۲۷	مشخصات ترانسفورماتور جریان بوشینگی نوترال		
۳-۲۷-۱	نسبت تبدیل		*
۳-۲۷-۲	کلاس دقت		*
۳-۲۷-۳	تعداد هسته		*
۳-۲۷-٤	ظرفیت	ولت آمپر	*
۳-۲۸	حداکثر لرزش در شرایط نامی	میکرومتر	*
۳-۲۹	نوع تانک (متداول/ زنگی)		*
۳-۳۰	نیاز به چرخ؟	بلی/خیر	*
۳-۳۱	نیاز به نشان‌دهنده مغناطیسی سطح روغن تانک؟	بلی/خیر	*
۳-۳۲	نوع کنسرواتور (متداول / کیسه هوایی)		*
۳-۳۳	نیاز به جک هیدرولیکی؟	بلی/خیر	*
۳-۳٤	نیاز به کیت آزمون روغن؟	بلی/خیر	*
۳-۳۵	نیاز به سیستم تصفیه روغن؟	بلی/خیر	*
۳-۳٦	نیاز به سیستم مونیتورینگ بلادرنگ روغن یا پیش‌بینی محل نصب آن	بلی/خیر	*
۳-۳۷	نیاز به پیشبینی محل نصب برقگیر(TV/LV/HV)	بلی/خیر	*
۳-۳۸	نیاز به نردبان دسترسی؟	بلی/خیر	*
۳-۳۹	نیاز به سیستم اطفاء حریق؟	بلی/خیر	*
۳-٤۰	کلاس عایقی روغن (مطابق IEC شماره ۶۰۲۹۶)	بلی/خیر	*
۳-٤۱	آیا رادیاتورها بصورت مجزا نصب شوند؟	بلی/خیر	*
۳-٤۲	پوشش رادیاتورها (رنگ/گالوانیزه)	بلی/خیر	*
۳-٤۳	سایز تسمه مسی جهت زمین کردن	میلیمتر مربع	*

جدول ترانسفورماتور قدرت شماره(II)

خصوصیات فنی داده‌های تضمین‌شده ترانسفورماتورهای قدرت که باید

توسط پیشنهاددهنده به همراه مناقصه ارائه گردد.

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۱	عمومی		
۱-۱	نام سازنده و نام کشور سازنده		
۱-۲	علامت مشخصه		
۱-۳	کلاس	بیرونی/داخلی	
۱-٤	استاندارد اجرایی		
۱-۵	مشخصات محل و شرایط محیطی		
۱-۵-۱	حداکثر درجه حرارت محیط جهت طراحی	درجه سانتیگراد	
۱-۵-۲	حداقل درجه حرارت محیط جهت طراحی	درجه سانتیگراد	
۱-۵-۳	متوسط درجه حرارت روزانه	درجه سانتیگراد	
۱-۵-٤	مقدار تشعشع خورشید	وات بر مترمربع	
۱-۵-۵	ارتفاع از سطح دریا در طراحی	متر	
۱-۵-٦	میزان آلودگی		
۱-۵-۷	حداکثر ضخامت مجاز یخ	میلیمتر	
۱-۵-۸	شتاب زلزله جهت طراحی	متربرمجذورثانیه	
۱-۵-۹	حداکثر سرعت مجاز باد	متربرثانیه	
۲	نوع ترانسفورماتور		
۲-۱	هسته‌ای یا زرهی		
۲-۲	اتو ترانسفورماتور یا سیم‌پیچ مجزا		
۲-۳	تک فاز یا سه فاز		
۳	نوع خنک‌کنندگی		
۳-۱	مرحله اول		
۳-۲	مرحله دوم		
۳-۳	مرحله سوم		
٤	فرکانس نامی	هرتز	
۵	گروه‌برداری		
٦	ولتاژ بی‌باری	کیلوولت	
۷	دامنه تغییرات عادی ولتاژ نامی	درصد	
۸	دامنه تغییرات غیرعادی ولتاژ نامی	درصد	
۹	قدرت نامی در شرایط IEC و در مراحل مختلف خنک‌کنندگی		
۹-۱	سمت فشار قوی	مگاولت آمپر	
۹-۲	سمت فشار ضعیف	مگاولت آمپر	
۹-۳	سمت ثالثیه	مگاولت آمپر	

جدول ترانسفورماتور قدرت شماره(II)

خصوصیات فنی داده‌های تضمین‌شده ترانسفورماتورهای قدرت که باید

توسط پیشنهاددهنده به همراه مناقصه ارائه گردد.

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۱۰	حداکثر قدرت دائمی بدون درنظر گرفتن موقعیت تپ چنجر و در شرایط محیط نصب و در مراحل مختلف خنک‌کنندگی		
۱-۱۰	سمت فشار قوی	مگاولت آمپر	
۲-۱۰	سمت فشار ضعیف	مگاولت آمپر	
۳-۱۰	سمت ثالثیه	مگاولت آمپر	
۱۱	نسبت تبدیل		
۱۲	سطوح عایقی:		
۱-۱۲	سیم‌پیچی:		
۱-۱-۱۲	ولتاژ تحمل با فرکانس شبکه، سمت فشار قوی	کیلوولت	
۲-۱-۱۲	ولتاژ تحمل با فرکانس شبکه، سمت فشار ضعیف	کیلوولت	
۳-۱-۱۲	ولتاژ تحمل با فرکانس شبکه، طرف ثالثیه	کیلوولت	
٤-۱-۱۲	ولتاژ تحمل با فرکانس شبکه، نوترال	کیلوولت	
٥-۱-۱۲	ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه صاعقه، سمت فشار قوی	کیلوولت پیک	
٦-۱-۱۲	ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه صاعقه، سمت فشارضعیف	کیلوولت پیک	
۷-۱-۱۲	ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه صاعقه، ثالثیه	کیلوولت پیک	
۸-۱-۱۲	ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه صاعقه، نوترال	کیلوولت پیک	
۹-۱-۱۲	ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه کلیدزنی، سمت فشار قوی	کیلوولت پیک	
۱۰-۱-۱۲	ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه کلیدزنی، سمت فشار ضعیف	کیلوولت پیک	
۲-۱۲	بوشینگ		
۱-۲-۱۲	ولتاژ تحمل با فرکانس شبکه، سمت فشار قوی	کیلوولت	
۲-۲-۱۲	ولتاژ تحمل با فرکانس شبکه، سمت فشار ضعیف	کیلوولت	
۳-۲-۱۲	ولتاژ تحمل با فرکانس شبکه، سمت ثالثیه	کیلوولت	
٤-۲-۱۲	ولتاژ تحمل با فرکانس شبکه، نوترال	کیلوولت	
٥-۲-۱۲	ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه صاعقه، سمت فشار قوی	کیلوولت پیک	
٦-۲-۱۲	ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه صاعقه، سمت فشار ضعیف	کیلوولت پیک	
۷-۲-۱۲	ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه صاعقه، ثالثیه	کیلوولت پیک	
۸-۲-۱۲	ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه صاعقه، نوترال	کیلوولت پیک	
۹-۲-۱۲	ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه کلیدزنی، طرف فشار قوی	کیلوولت پیک	
۱۰-۲-۱۲	ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه کلیدزنی، طرف فشار ضعیف	کیلوولت پیک	

جدول ترانسفورماتور قدرت شماره(II)

خصوصیات فنی داده‌های تضمین‌شده ترانسفورماتورهای قدرت که باید

توسط پیشنهاددهنده به همراه مناقصه ارائه گردد.

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۱۳	حداکثر افزایش درجه حرارت بالاتر از درجه حرارت محیط در قدرت نامی		
۱-۱۳	سیم‌پیچ		
۱-۱-۱۳	داغ‌ترین نقطه	درجه سانتیگراد	
۲-۱-۱۳	متوسط (اندازه‌گیری شده به روش مقاومتی)	درجه سانتیگراد	
۲-۱۳	روغن		
۱-۲-۱۳	بالاترین سطح روغن	درجه سانتیگراد	
۲-۲-۱۳	در ورودی سیستم خنک‌کننده	درجه سانتیگراد	
۳-۲-۱۳	در خروجی سیستم خنک‌کننده	درجه سانتیگراد	
۱٤	حداکثر چگالی فوران در ولتاژ، فرکانس و نسبت تبدیل نامی:		
۱-۱٤	ستون سیم‌پیچی شده	تسلا	
۲-۱٤	ستون سیم‌پیچی نشده	تسلا	
۳-۱٤	یوغها	تسلا	
٤-۱٤	محافظ	تسلا	
۱۵	حداکثر چگالی فوران در آهن و در بدترین شرایط (۱۰ درصد اضافه ولتاژ در هر تپ و فرکانس ۵۰ هرتز):		
۱-۱۵	ستون سیم‌پیچی شده	تسلا	
۲-۱۵	ستون سیم‌پیچی‌نشده	تسلا	
۳-۱۵	یوغها	تسلا	
٤-۱۵	محافظ	تسلا	
۱٦	حداکثر چگالی جریان سیم‌پیچها در قدرت نامی در شرایط IEC		
۱-۱٦	سمت فشارقوی	آمپر بر میلیمتر مربع	
۲-۱٦	سمت فشار ضعیف	آمپر بر میلیمتر مربع	
۳-۱٦	سمت ثالثیه	آمپر بر میلیمتر مربع	
٤-۱٦	سیم‌پیچی تپ‌ها	آمپر بر میلیمتر مربع	
۱۷	جریان و توان مغناطیس‌کنندگی (سیم‌پیچی فشار قوی):		
۱-۱۷	در ۹۰ درصد ولتاژ نامی	آمپر و کیلوولت آمپر	
۲-۱۷	در ۱۰۰ درصد ولتاژ نامی	آمپر و کیلوولت آمپر	
۳-۱۷	در ۱۱۰ درصد ولتاژ نامی	آمپر و کیلوولت آمپر	
٤-۱۷	در حداکثر ولتاژ سیستم	آمپر و کیلوولت آمپر	

جدول ترانسفورماتور قدرت شماره(II)

خصوصیات فنی داده‌های تضمین‌شده ترانسفورماتورهای قدرت که باید توسط پیشنهاددهنده به همراه مناقصه ارائه گردد.

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۱۸	تلفات در شرایط محیطی نصب		
۱-۱۸	تلفات بارداری در فرکانس و جریان نامی و ۷۵ درجه سانتی‌گراد و تپ میانی		
۱-۱-۱۸	در اولین مرحله خنک‌کنندگی	کیلووات	
۲-۱-۱۸	در دومین مرحله خنک‌کنندگی	کیلووات	
۳-۱-۱۸	در سومین مرحله خنک‌کنندگی	کیلووات	
۲-۱۸	تلفات بارداری در ۷۵ درجه سانتیگراد و حداکثر تپ		
۱-۲-۱۸	در اولین مرحله خنک‌کنندگی	کیلووات	
۲-۲-۱۸	در دومین مرحله خنک‌کنندگی	کیلووات	
۳-۲-۱۸	در سومین مرحله خنک‌کنندگی	کیلووات	
۳-۱۸	تلفات بارداری در۷۵ درجه سانتی‌گراد و حداقل تپ		
۱-۳-۱۸	در اولین مرحله خنک‌کنندگی	کیلووات	
۲-۳-۱۸	در دومین مرحله خنک‌کنندگی	کیلووات	
۳-۳-۱۸	در سومین مرحله خنک‌کنندگی	کیلووات	
٤-۱۸	تلفات بی‌باری در فرکانس و ولتاژ نامی و تپ میانی	کیلووات	
٥-۱۸	تلفات سیستم خنک‌کنندگی در شرایط ONAF1/ONAF2/OFAF	کیلووات	
٦-۱۸	نسبت تلفات ثابت و تلفات بارداری در شرایط ONAN، تپ میانی و متناسب با قدرت نامی که در آزمون افزایش درجه حرارت بدست می‌آید	درصد	
۷-۱۸	تلفات کل در ۷۵ درجه سانتیگراد، جریان نامی و تپ میانی		
۱-۷-۱۸	در شرایط IEC به همراه تلفات سیستم خنک‌کنندگی	کیلووات	
۲-۷-۱۸	در شرایط ONAN	کیلووات	
۱۹	امپدانس‌ها		
۱-۱۹	امپدانس مولفه مثبت در ۷۵ درجه سانتیگراد و تپ میانی بر پایه حداکثر قدرت مربوطه		
۱-۱-۱۹	بین سمت فشار قوی و فشار ضعیف	درصد	
۲-۱-۱۹	بین سمت فشار قوی و ثالثیه	درصد	
۳-۱-۱۹	بین سمت فشار ضعیف و ثالثیه	درصد	
۲-۱۹	امپدانس مولفه مثبت در ۷۵ درجه سانتیگراد و حداکثر تپ بر پایه حداکثر قدرت مربوطه		
۱-۲-۱۹	بین سمت فشار قوی و فشار ضعیف	درصد	
۲-۲-۱۹	بین سمت فشار قوی و ثالثیه	درصد	
۳-۲-۱۹	بین سمت فشار ضعیف و ثالثیه	درصد	

جدول ترانسفورماتور قدرت شماره(II)

خصوصیات فنی داده‌های تضمین‌شده ترانسفورماتورهای قدرت که باید

توسط پیشنهاددهنده به همراه مناقصه ارائه گردد.

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۱۹-۳	امپدانس مولفه مثبت در ۷۵ درجه سانتیگراد و حداقل تپ و بر پایه حداکثر قدرت مربوطه		
۱۹-۳-۱	بین سمت فشار قوی و فشار ضعیف	درصد	
۱۹-۳-۲	بین سمت فشار قوی و ثالثیه	درصد	
۱۹-۳-۳	بین سمت فشار ضعیف و ثالثیه	درصد	
۱۹-٤	امپدانس مولفه صفر در ۷۵ درجه سانتیگراد و حداقل تپ و بر پایه حداکثر قدرت مربوطه		
۱۹-٤-۱	بین سمت فشار قوی و فشار ضعیف	درصد	
۱۹-٤-۲	بین سمت فشار قوی و ثالثیه	درصد	
۱۹-٤-۳	بین سمت فشار ضعیف و ثالثیه	درصد	
۱۹-۵	مقاومت سیم‌پیچی در ۷۵ درجه سانتیگراد و تپ میانی در پایه حداکثر قدرت مربوطه		
۱۹-۵-۱	سمت فشار قوی	اهم بر فاز	
۱۹-۵-۲	سمت فشار ضعیف	اهم بر فاز	
۱۹-۵-۳	سمت فشار ثالثیه	اهم بر فاز	
۲۰	حداکثر جریان اتصال کوتاه در سیم‌پیچی که تحمل نیروی مکانیکی براساس آن برآورد شده است		
۲۰-۱	سیم‌پیچی طرف فشار قوی		
۲۰-۱-۱	جریان متقارن	کیلوآمپر	
۲۰-۱-۲	جریان پیک نامتقارن	کیلوآمپر پیک	
۲۰-۲	سیم‌پیچی سمت فشار ضعیف		
۲۰-۲-۱	جریان متقارن	کیلوآمپر	
۲۰-۲-۲	جریان پیک نامتقارن	کیلوآمپرپیک	
۲۰-۳	سیم‌پیچی تپ‌دار		
۲۰-۳-۱	جریان متقارن	کیلوآمپر	
۲۰-۳-۲	جریان پیک نامتقارن	کیلوآمپرپیک	
۲۰-٤	سیم‌پیچی سمت ثالثیه		
۲۰-٤-۱	جریان متقارن	کیلوآمپر	
۲۰-٤-۲	جریان پیک نامتقارن	کیلوآمپرپیک	

جدول ترانسفورماتور قدرت شماره(II)

خصوصیات فنی داده‌های تضمین‌شده ترانسفورماتورهای قدرت که باید

توسط پیشنهاددهنده به همراه مناقصه ارائه گردد.

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۲۱	حداکثر جریان اتصال کوتاه که تحمل نیروی مکانیکی تپ‌چنجر براساس آن برآوردشده است (کنتاکتهای اصلی و جرقه‌گیر)		
۱-۲۱	جریان متقارن	کیلوآمپر	
۲-۲۱	جریان پیک نامتقارن	کیلوآمپرپیک	
۲۲	سطح مقطع سیم‌پیچی		
۱-۲۲	حداقل سطح مقطع سیم برای:		
۱-۱-۲۲	سیم‌پیچی فشار قوی	میلیمتر مربع	
۲-۱-۲۲	سیم‌پیچی فشار ضعیف	میلیمتر مربع	
۳-۱-۲۲	سیم‌پیچی تپ‌دار	میلیمتر مربع	
٤-۱-۲۲	سیم‌پیچی ثالثیه	میلیمتر مربع	
۲-۲۲	حداقل سطح مقطع سیم با عایق برای:		
۱-۲-۲۲	سیم‌پیچی فشار قوی	میلیمتر مربع	
۲-۲-۲۲	سیم‌پیچی فشار ضعیف	میلیمتر مربع	
۳-۲-۲۲	سیم‌پیچی تپ‌دار	میلیمتر مربع	
٤-۲-۲۲	سیم‌پیچی ثالثیه	میلیمتر مربع	
۲۳	نوع و آرایش سیم‌پیچی‌ها:		
۱-۲۳	سیم‌پیچی فشار قوی		
۲-۲۳	سیم‌پیچی فشار ضعیف		
۳-۲۳	سیم‌پیچی تپ‌دار		
٤-۲۳	سیم‌پیچی ثالثیه		
۲٤	جنس هادی		
۱-۲٤	سیم‌پیچی فشارقوی		
۲-۲٤	سیم‌پیچی فشارضعیف		
۳-۲٤	سیم‌پیچی تپ‌دار		
٤-۲٤	سیم‌پیچی ثالثیه		
٥-۲٤	نوع اتصالات		
٦-۲٤	نوع عایقی سیم‌پیچ (یکنواخت/ غیریکنواخت)		
۷-۲٤	جنس عایق		
۲٥	جریان تحریک:		
۱-۲٥	درولتاژ نامی وقتی از طرف فشار قوی تحریک شود	آمپر	
۲-۲٥	در ۱۱۰ درصد ولتاژ نامی وقتی از طرف فشار قوی تحریک شود	آمپر	

جدول ترانسفورماتور قدرت شماره(II)

خصوصیات فنی داده‌های تضمین‌شده ترانسفورماتورهای قدرت که باید

توسط پیشنهاددهنده به همراه مناقصه ارائه گردد.

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۲۶	تپ‌چنجر		
۱-۲۶	تپ‌چنجر بی‌بار		
۱-۱-۲۶	نوع		
۲-۱-۲۶	سازنده		
۳-۱-۲۶	جریان نامی	آمپر	
۴-۱-۲۶	ولتاژ نامی هر پله	ولت	
۵-۱-۲۶	تعداد پله‌ها		
۶-۱-۲۶	کلاس ولتاژی	کیلوولت	
۷-۱-۲۶	سطح عایقی نسبت به زمین	کیلوولت پیک	
۸-۱-۲۶	سطح عایقی بین کنتاکتهای دایورتر سوئیچ	کیلوولت پیک	
۹-۱-۲۶	سطح عایقی سیم‌پیچ تنظیم‌کننده	کیلوولت پیک	
۱۰-۱-۲۶	محل تپ‌چنجر		
۲-۲۶	تپ‌چنجر تحت بار:		
۱-۲-۲۶	نوع (روغنی /خلاء)		
۲-۲-۲۶	سازنده		
۳-۲-۲۶	جریان نامی	آمپر	
۴-۲-۲۶	ولتاژ نامی هر پله	ولتاژ	
۵-۲-۲۶	جریان نامی قابل قطع	کیلوآمپر	
۶-۲-۲۶	محل تپ‌چنجر		
۷-۲-۲۶	کلاس ولتاژی	کیلوولت	
۸-۲-۲۶	سطح عایقی نسبت به زمین	کیلوولت پیک	
۹-۲-۲۶	سطح عایقی بین کنتاکتهای دایورتر سوئیچ	کیلوولت پیک	
۱۰-۲-۲۶	سطح عایقی سیم‌پیچ تنظیم‌کننده	کیلوولت پیک	
۱۱-۲-۲۶	نوع تنظیم‌کننده اتوماتیک ولتاژ		
۱۲-۲-۲۶	روش کنترل حالت موازی		
	- پیش‌رو / پس‌رو	بلی/خیر	
	- حداقل جریان چرخشی	بلی/خیر	
	- روش راکتانس معکوس	بلی/خیر	

جدول ترانسفورماتور قدرت شماره(II)

خصوصیات فنی داده‌های تضمین‌شده ترانسفورماتورهای قدرت که باید توسط پیشنهاددهنده به همراه مناقصه ارائه گردد.

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۲۶-۲-۱۳	سیستم حفاظت تپ چنجر تحت بار		
۲۶-۲-۱۳-۱	نوع و سازنده رله جریان روغن		
۲۶-۲-۱۳-۲	نوع و سازنده وسیله تخلیه فشار		
۲۶-۲-۱۳-۳	نوع و سازنده رله اضافه فشار		
۲۶-۲-۱۳-٤	نوع و سازنده سایر تجهیزات حفاظتی		
۲۶-۲-۱٤	نوع و سازنده مکانیزم حرکتی		
۲۶-۲-۱۵	ولتاژ نامی موتور مکانیزم	ولت	
۲۶-۲-۱٦	ولتاژ نامی مدار کنترل	ولت	
۲۶-۲-۱۷	آیا تابلو کنترل از راه دور AVR فراهم شده؟	بلی/خیر	
۲۶-۲-۱۸	آیا توصیف کامل تابلو کنترل راه دور AVR در پیشنهاد ضمیمه شده؟	بلی/خیر	
۲۷	توانایی ترانسفورماتور جهت ادامه کار در حداکثر درجه حرارت و بار کامل		
۲۷-۱	در صورت قطع ٪۵۰ سیستم خنک‌کنندگی اجباری هوا	دقیقه	
۲۷-۲	در صورت قطع ٪۱۰۰ سیستم خنک‌کنندگی اجباری هوا	دقیقه	
۲۷-۳	در صورت قطع سیستم خنک‌کننده اجباری هوا و روغن	دقیقه	
۲۷-٤	حداکثر دمای مجاز نقطه داغ بدون آسیب رسیدن به ترانسفورماتور	درجه سانتی‌گراد	
۲۸	سیستم خنک‌کننده		
۲۸-۱	تعداد فنها در مراحل اول و دوم خنک‌کنندگی		
۲۸-۲	تعداد رادیاتورها در هر بانک		
۲۸-۳	سازنده رادیاتورها		
۲۸-٤	تعداد فن‌ها		
۲۸-۵	نوع و سازنده فنها		
۲۸-٦	تعداد پمپ‌ها		
۲۸-۷	نوع و سازنده پمپ‌ها		
۲۸-۸	ظرفیت هر فن و موتور	کیلووات	
۲۸-۹	ظرفیت هر پمپ و موتور	کیلووات	
۲۸-۱۰	ولتاژ نامی فنها	ولت	
۲۸-۱۱	تکفاز یا سه فاز		
۲۸-۱۲	جریان راه‌اندازی هر فن	آمپر	
۲۸-۱۳	راندمان هر فن		
۲۸-۱٤	ولتاژ نامی پمپها	ولت	
۲۸-۱۵	تکفاز یا سه فاز		

جدول ترانسفورماتور قدرت شماره(II)

خصوصیات فنی داده‌های تضمین‌شده ترانسفورماتورهای قدرت که باید توسط پیشنهاددهنده به همراه مناقصه ارائه گردد

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۲۸-۱۶	جریان راه‌اندازی هر پمپ	آمپر	
۲۸-۱۷	راندمان هر پمپ		
۲۹	اطلاعات هسته ترانسفورماتور:		
۲۹-۱	سه ستونه / پنج ستونه		
۲۹-۲	نحوه لایه‌بندی هسته		
۲۹-۳	نحوه ورقه ورقه کردن هسته		
۲۹-٤	ضخامت هر ورقه	میلی‌متر	
۲۹-۵	سازنده ورق هسته		
۲۹-٦	عایق هسته		
۲۹-٦-۱	بین ورقه‌ها		
۲۹-٦-۲	پیچهای هسته (در صورت وجود)		
۲۹-٦-۳	تسمه‌ها		
۳۰	تانک		
۳۰-۱	نوع تانک (متداول / زنگی)		
۳۰-۲	ضخامت ورقه‌های تانک		
۳۰-۲-۱	پوشش سقف	میلی‌متر	
۳۰-۲-۲	دیواره‌ها	میلی‌متر	
۳۰-۲-۳	کف	میلی‌متر	
۳۰-۲-٤	صفحات رادیاتورها	میلی‌متر	
۳۰-۲-۵	کنسرواتور	میلی‌متر	
۳۰-۳	توانایی تحمل خلاء:		
۳۰-۳-۱	تانک	میلی‌متر جیوه	
۳۰-۳-۲	رادیاتورها	میلی‌متر جیوه	
۳۰-۳-۳	کنسرواتور	میلی‌متر جیوه	
۳۰-٤	توانایی تحمل فشار مثبت توسط ترانسفورماتور کامل	میلی‌متر جیوه	
۳۱	لرزش در فرکانس و ولتاژ نامی و در ۷۵ درجه سانتی‌گراد	میکرومتر	
۳۲	پیش‌بینی برای نصب برقگیر؟	بلی/خیر	
۳۳	پیش‌بینی صفحه لرزه‌گیر؟	بلی/خیر	

جدول ترانسفورماتور قدرت شماره(II)

خصوصیات فنی داده‌های تضمین‌شده ترانسفورماتورهای قدرت که باید توسط پیشنهاددهنده به همراه مناقصه ارائه گردد.

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۳٤	روغن:		
۱-۳٤	سازنده		
۲-۳٤	کشور سازنده		
۳-۳٤	پایه نفتانیک یا پارافینیک؟		
٤-۳٤	کلاس عایقی (مطابق IEC شماره ۶۰۲۹۶)		
۵-۳٤	نوع (بدون ماده افزودنی – با ماده افزودنی)		
٦-۳٤	جزئیات ماده افزودنی (در صورت وجود)		
۷-۳٤	استقامت عایقی و استاندارد آزمون:		
۱-۷-۳٤	- روغن استفاده نشده	کیلوولت	
۲-۷-۳٤	- روغن استفاده شده پس از آماده‌سازی	کیلوولت	
۸-۳٤	حجم روغن:		
۱-۸-۳٤	تانک اصلی	لیتر	
۲-۸-۳٤	کنسرواتور	لیتر	
۳-۸-۳٤	رادیاتورها	لیتر	
۹-۳٤	کل حجم مورد نیاز روغن برای راه‌اندازی ترانس	لیتر	
۱۰-۳٤	کل حجم روغن تحویلی (به علاوه ٪۵)	لیتر	
۱۱-۳٤	نحوه انتقال (نفت‌کش یا بشکه)		
۱۲-۳٤	تعداد بشکه‌ها		
۳۵	سطح صدا (مطابق استاندارد IEC شماره ۱۰-۶۰۰۷۶)		
۱-۳۵	با تجهیزات جانبی	دسی‌بل	
۲-۳۵	بدون تجهیزات جانبی	دسی‌بل	
۳٦	استاندارد قابل اعمال در اضافه بار		
۳۷	اطلاعات ظاهری:		
۱-۳۷	ارتفاع کل شامل بوشینگ‌ها	میلی‌متر	
۲-۳۷	پهنای کل شامل تجهیزات جانبی	میلی‌متر	
۳-۳۷	طول کل شامل تجهیزات جانبی	میلی‌متر	
٤-۳۷	ارتفاع لازم جهت بلند کردن هسته و سیم‌پیچ‌ها	میلی‌متر	
۵-۳۷	حداکثر ابعاد در حمل و نقل	متر×متر×متر	
٦-۳۷	وزن هسته و سیم‌پیچ‌ها	کیلوگرم	
۷-۳۷	وزن تانک و سیستم خنک‌کنندگی	کیلوگرم	

جدول ترانسفورماتور قدرت شماره(II)

خصوصیات فنی داده‌های تضمین‌شده ترانسفورماتورهای قدرت که باید

توسط پیشنهاددهنده به همراه مناقصه ارائه گردد.

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۳۷-۸	وزن روغن	کیلوگرم	
۳۷-۹	وزن تپ‌چنجر تحت بار	کیلوگرم	
۳۷-۱۰	وزن ترانسفورماتور کامل	کیلوگرم	
۳۷-۱۱	حداکثر وزن در حمل و نقل	کیلوگرم	
۳۷-۱۲	وزن کل سیم‌پیچها	کیلوگرم	
۳۷-۱۳	وزن کل هسته	کیلوگرم	
۳۷-۱٤	وزن کل بخشهای فولادی (تانک، کنسرواتور و...)	کیلوگرم	
۳۸	چرخها:		
۳۸-۱	ساده / لبه‌دار		
۳۸-۲	یک جهته/ دو جهته		
۳۸-۳	پهنا	میلی‌متر	
۳۹	نوع و سازنده تجهیزات جانبی:		
۳۹-۱	رله بوخهلتز		
۳۹-۱-۱	کنسرواتور اصلی		
۳۹-۱-۲	کنسرواتور تپ‌چنجر تحت بار		
۳۹-۲	اندازه‌گیرهای دما:		
۳۹-۲-۱	روغن		
۳۹-۲-۲	سیم‌پیچ فشارقوی		
۳۹-۲-۳	سیم‌پیچ فشارضعیف		
۳۹-۲-٤	سیم‌پیچ ثالثیه		
۳۹-۳	نوع کنسرواتور (نرمال / کیسه هوایی)		
۳۹-٤	سیلیکاژل		
۳۹-۵	کابلها		
۳۹-٦	تابلوهای کنترل		
۳۹-۷	سیستم اطفاء حریق		
٤۰	سیستم مونیتورینگ بلادرنگ گاز:		
٤۰-۱	آیا این سیستم فراهم شده؟	بلی/خیر	
٤۰-۲	نوع		
٤۰-۳	سازنده		
٤۰-٤	کشور سازنده		

جدول ترانسفورماتور قدرت شماره(II)

خصوصیات فنی داده‌های تضمین‌شده ترانسفورماتورهای قدرت که باید

توسط پیشنهاددهنده به همراه مناقصه ارائه گردد.

ردیف	شرح		مشخصات فنی
٤٠-٥	محدوده اندازه‌گیری سنسور	ppm	
٤٠-٦	دقت سنسور	%	
٤٠-٧	گازهای قابل آشکارسازی		
٤٠-٨	امکان آشکارسازی رطوبت	بلی/خیر	
٤٠-٩	حساسیت نسبی به گازهای		
٤٠-٩-١	CO	%	
٤٠-٩-٢	C_2H_2	%	
٤٠-٩-٣	C_2H_4	%	
٤٠-٩-٤	سایر	%	
٤٠-١٠	زمان پاسخ	دقیقه	
٤٠-١١	سخت‌افزار		
٤٠-١٢	نرم‌افزار		
٤٠-١٣	محدوده دمایی عملکرد (روغن / محیط)	درجه سانتی‌گراد	
٤٠-١٤	ابعاد		
٤٠-١٤-١	- قطر × ارتفاع (نوع استوانه‌ای)	سانتی‌متر×سانتی‌متر	
٤٠-١٤-٢	- طول × عرض× ارتفاع (نوع مکعب مستطیلی)	سانتی‌متر×سانتی‌متر×سانتی‌متر	
٤٠-١٥	وزن	کیلوگرم	
٤٠-١٦	تواناییها		
٤٠-١٧	صفحه‌های نمایش		
٤٠-١٨	امکانات خروجی		
٤٠-١٩	توان الکتریکی	وات	
٤٠-٢٠	آلارم گاز		
٤٠-٢١	پورت ارتباطی سوپروایزری		
٤٠-٢٢	پورت مخابراتی		
٤٠-٢٣	کالیبره کننده		
٤٠-٢٤	نرم‌افزار کامپیوتر مرکزی		
٤٠-٢٥	مودم		
٤٠-٢٦	سایر تجهیزات مرکزی		
٤٠-٢٧	نصب شده بر روی تانک یا زمین		
٤٠-٢٨	آیا کاتالوگ سیستم پیوست مشخصات فنی شده است؟	بلی/خیر	

جدول ترانسفورماتور قدرت شماره(II)

خصوصیات فنی داده‌های تضمین‌شده ترانسفورماتورهای قدرت که باید

توسط پیشنهاددهنده به همراه مناقصه ارائه گردد.

ردیف	شرح		مشخصات فنی			
			اولیه	ثانویه	ثالثیه	نوترال
٤١	بوشینگ:					
١-٤١	سازنده					
٢-٤١	نام مشخصه					
٣-٤١	ولتاژ نامی	کیلوولت				
٤-٤١	نوع (روغنی / رزینی)					
٥-٤١	جریان نامی	آمپر				
٦-٤١	جریان اتصال کوتاه حرارتی (٢ ثانیه)	کیلوآمپر				
٧-٤١	سطح تداخل رادیویی اندازه‌گیری شده در $\frac{1/1}{\sqrt{3}}U_m$ و					
	در فرکانس یک مگاهرتز	میکروولت				
٨-٤١	نوع عایق					
٩-٤١	مقدار روغن بوشینگ	لیتر				
١٠-٤١	آیا نشان‌دهنده روغن مغناطیسی فراهم شده؟	بلی/خیر				
١١-٤١	ظرفیت الکترواستاتیکی بوشینگ	میکروفاراد				
١٢-٤١	زاویه تلفات در ولتاژ نامی					
١٣-٤١	روش آزمون تخلیه داخلی					
١٤-٤١	سطح ولتاژ آزمون تخلیه داخلی	کیلوولت				
١٥-٤١	کل فاصله خزشی خارجی	میلی‌متر				
١٦-٤١	فاصله خزشی حفاظت شده	میلی‌متر				
١٧-٤١	حداکثر قطر خارجی ترانسفورماتور جریان نوع حلقوی					
	که بر روی بوشینگ نصب می‌شود	میلی‌متر				
١٨-٤١	کل وزن بوشینگ و ملحقات آن	کیلوگرم				
١٩-٤١	حداقل ولتاژ شروع کرونا	کیلوولت				
٢٠-٤١	حداکثر بار استاتیکی قابل تحمل بوشینگ					
١-٢٠-٤١	عمودی	نیوتن				
٢-٢٠-٤١	افقی	نیوتن				
٢١-٤١	حداکثر بار دینامیکی قابل تحمل					
١-٢١-٤١	عمودی					
٢-٢١-٤١	افقی					

جدول ترانسفورماتور قدرت شماره(II)

خصوصیات فنی داده‌های تضمین‌شده ترانسفورماتورهای قدرت که باید

توسط پیشنهاددهنده به همراه مناقصه ارائه گردد.

ردیف	شرح		مشخصات فنی			
			اولیه	ثانویه	ثالثیه	نوترال
۴۱-۲۲	آیا بوشینگ قابل شستشو در حالت برقدار می‌باشد؟	بلی / خیر				
۴۱-۲۳	آیا خروجی آزمون فراهم شده ؟	بلی/ خیر				
۴۲	ترانسفورماتور جریان بوشینگی					
۴۲-۱	نسبت تبدیل					
۴۲-۲	بار نامی	ولت آمپر				
۴۲-۳	دقت					
۴۲-۴	تعداد هسته					
۴۲-۵	ولتاژ نقطه زانو	ولت				
۴۲-۶	امپدانس بی‌باری	اهم				

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی- فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی **http://tec.mporg.ir** قابل دستیابی می‌باشد.

دفتر نظام فنی اجرایی

این نشریه

با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال – ترانسفورماتورهای قدرت در پست‌های فشار قوی » جلد اول از مجموعه دو جلدی است. در این مجلد مباحث مربوط به طراحی و ساخت ، آزمون های استاندارد لازم، لوازم یدکی و و سایل مخصوص، نقشه ها و مدارک، و نصب و راه اندازی ترانسفورماتورهای قدرت در پست های فشار قوی می باشد که به دو زبان فارسی و انگلیسی ارایه شده است.