جمهوری اسلامی ایران

مشخصات فنی عمومی و اجرایی
پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال
مقره های پست‌های فشار قوی (جلد دوم)

نشریه شماره ۲-۴۲۹

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.org.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

جمهوری اسلامی ایران

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال مقره های پست های فشارقوی

نشریه شماره ۲-۴۲۹

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

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	**شماره :** ۱۰۰/۱۶۱۷۵
	تاریخ : ۱۳۸۷/۲/۲۴

موضوع :
مشخصات فنی عمومی و اجرایی خطوط فوق توزیع و انتقال – مقره‌های 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 ۴۲۳۳۹/ت ۳۳۴۹۷هـ ، مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۴۲۹ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله، در دو مجلد با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی خطوط فوق توزیع و انتقال – مقره‌های 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 امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله ارسال کنند.

امیرمنصور برقعی
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

omoorepeyman.ir

ویرایش شد.میرمحسنی۱۳۸۶/۱۱/۱۶

481758

omoorepeyman.ir

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

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.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 ریاست جمهور(معاونت نظارت راهبردی – دفتر نظام 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– مقره‌های پست‌هـای فشار قوی– جلد دوم» در بر گیرنده مباحث مربوط به معرفی و شـناخت، معیارهـای انتخـاب، آزمـون‌هـای مقـره هـای سـرامیکی، شیشـه ای وترکیبـی، و همچنـین دسـتورالعمل‌هـای نگهـداری و بهـره بـرداری مقره های پست‌های فشار قوی در سطح ولتاژ ۶۳ تا ۴۰۰ کیلو ولت می‌باشد.

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 نموده‌اند سپاسگزاری و قدردانی نموده و توفیق روزافزون آنان را از درگاه ایزد یکتا آرزومند است.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۸۷

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطـوط فـوق توزیـع و انتقـال - مقرهـای پست های فشار قوی (جلددوم) نشریه شماره ۲-۴۲۹

تهیه کننده

این مجموعه به وسیله شرکت مهندسین مشاور نیرو با همکاری آقایان مهندسین علیرضا سرودی، شهرام کاظمی، دکتر عارف درودی و خانم مهندس طاهره نوری تهیه و تـدوین شـده اسـت و توسـط آقـای اسـماعیل زارعـی مـورد 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 رحمت‌الله اکرم	شرکت مشانیر
آقای مهندس بهمن‌الله مرادی	سازمان توسعه برق
آقای دکتر عارف درودی	مهندسین مشاور نیرو
آقای مهندس رضا صائمی	شرکت مشانیر
آقای مهندس هادی قیاسی معاصر	مهندسین مشاور قدس نیرو
آقای مهندس بهروز قربانی	سازمان توسعه برق
آقای مهندس علی اصغر کسائیان	شرکت قدس نیرو
اقای مهندس احسان الله زمانی	وزارت نیرو – سازمان توانیر – دبیر کمیته فنی

مسوولیت کنتـرل و بررسـی نشـریه در راسـتای اهـداف دفتـر نظـام فنـی اجرایـی بـه عهـده آقایـان مهندسـین محمدرضا طلاکوب و پرویز سیداحمدی بوده است.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول ـ معرفی و شناخت مقره‌های مورد استفاده در پست‌های فشارقوی

۱-۱- کلیات ۳

۱-۲- تعاریف ۳

۱-۲-۱- زنجیره مقره ۳

۱-۲-۲- مجموعه ۴

۱-۲-۳- ولتاژ تحمل موج ضربه صاعقه در شرایط خشک ۴

۱-۲-۴- قوس الکتریکی ۴

۱-۲-۵- ولتاژ جرقه ۵۰ درصد موج ضربه صاعقه در شرایط خشک ۴

۱-۲-۶- ولتاژ تحمل موج ضربه کلیدزنی در شرایط مرطوب ۴

۱-۲-۷- ولتاژ جرقه ۵۰ درصد موج ضربه کلیدزنی در شرایط مرطوب ۴

۱-۲-۸- ولتاژ تحمل فرکانس قدرت در شرایط مرطوب ۴

۱-۲-۹- ولتاژ جرقه فرکانس قدرت در شرایط مرطوب ۵

۱-۲-۱۰- ولتاژ سوراخ‌شدن ۵

۱-۲-۱۱- نیروی شکست مکانیکی ۵

۱-۲-۱۲- فاصله خزشی ۵

۱-۲-۱۳- مشخصه تعیین شده ۵

۱-۲-۱۴- مقره اتکایی ۵

۱-۲-۱۵- کوپلینگ ۶

۱-۲-۱۶- توازی سطوح انتهایی ۶

۱-۲-۱۷- انحراف از مرکز ۶

۱-۲-۱۸- انحراف زاویه‌ای سوراخ‌های نصب ۶

۱-۲-۱۹- سازه شینه سخت ۶

۱-۲-۲۰- سازه شینه نرم ۶

۱-۲-۲۱- ولتاژ جرقه بحرانی (CFO) ۶

۱-۲-۲۲- دامنه جریان ضربه بحرانی ۷

۱-۲-۲۳- چگالی صاعقه‌های زمین ۷

۱-۲-۲۴- سطح کرونیک ۷

۱-۲-۲۵- امپدانس موجی ۷

۱-۲-۲۶- قوس برگشتی ۷

۱-۲-۲۷- هماهنگی عایقی ۷

omoorepeyman.ir

۱-۲-۲۸- ولتاژ نامی یک سیستم سه فاز (Un) ۷
۱-۲-۲۹- حداکثر ولتاژ یک سیستم سه فاز (Um) ۸
۱-۲-۳۰- اضافه ولتاژ ۸
۱-۳- مواد عایقی تشکیل‌دهنده مقره‌ها ۸
۱-۳-۱- مقره‌های چینی ۸
۱-۳-۲- مقره‌های شیشه‌ای ۹
۱-۳-۳- مقره‌های ترکیبی ۱۰
۱-۴- طراحی شکل مقره‌ها ۱۱
۱-۵- انواع مختلف مقره‌های مورد استفاده در پست‌های فشارقوی ۱۲

فصل دوم ـ معیارهای انتخاب مقره‌ها در پست‌های فشارقوی

۲-۱- کلیات ۱۹
۲-۲- انتخاب مقره‌ها براساس معیارهای الکتریکی ۱۹
۲-۲-۱- ملاحظات کلی ۱۹
۲-۲-۲- روش انتخاب مقره‌ها براساس اضافه ولتاژهای خارجی ۲۱
۲-۲-۳- روش انتخاب مقره‌ها براساس اضافه ولتاژهای داخلی ۲۳
۲-۲-۳-۱- روش انتخاب مقره‌ها براساس اضافه ولتاژهای کلیدزنی ۲۴
۲-۲-۳-۲- روش انتخاب مقره‌ها باتوجه به ولتاژهای فرکانس قدرت و آلودگی ۲۵
۲-۲-۴- کرونا و تداخلات رادیویی ۳۵
۲-۳- انتخاب مقره‌ها براساس معیارهای مکانیکی ۳۵
۲-۴- انتخاب نهایی مقره‌ها ۳۶
۲-۵- یک نمونه از طراحی ۳۶

فصل سوم ـ الزامات و آزمونها

۳-۱- الزامات و آزمونهای مقره‌های زنجیره‌ای ۴۱
۳-۲- الزامات و آزمونهای مقره‌های اتکایی ۴۱
۳-۲-۱- مقادیر مشخص‌کننده یک مقره اتکایی (برای پستهای روباز) ۴۱
۳-۲-۲- دسته‌بندی آزمونها ۴۲
۳-۲-۲-۱- آزمونهای نوعی ۴۲
۳-۲-۲-۲- آزمونهای نمونه‌ای ۴۲
۳-۲-۲-۳- آزمونهای جاری ۴۲
۳-۲-۳- آزمون‌های قابل اعمال به مقره‌های اتکایی ۴۳
۳-۲-۳-۱- آزمونهای نوعی ۴۳
۳-۲-۳-۲- آزمونهای نمونه‌ای ۴۳

omoorepeyman.ir

۳-۲-۳-۳- آزمونهای جاری ۴۴
۳-۲-۴- تضمین کیفیت ۴۴
۳-۲-۵- الزامات عمومی برای آزمونهای نوعی ۴۴
۳-۲-۵-۱- انتخاب مقره برای آزمونهای نوعی ۴۴
۳-۲-۵-۲- کنترل ابعاد مقره ۴۴
۳-۲-۵-۳- آزمونهای نوعی الکتریکی ۴۴
۳-۲-۵-۴- آزمونهای نوعی نیروی شکست مکانیکی ۴۵
۳-۲-۶- الزامات عمومی برای آزمونهای نمونه‌ای ۴۶
۳-۲-۶-۱- قواعد نمونه‌برداری و رویه‌ها برای آزمونهای نمونه‌ای ۴۶
۳-۲-۶-۲- روش آزمون مجدد برای آزمونهای نمونه‌ای ۴۷
۳-۲-۷- رویه‌های آزمون برای آزمونهای الکتریکی ۴۷
۳-۲-۷-۱- الزامات عمومی برای آزمونهای فشارقوی بالا ۴۸
۳-۲-۷-۲- شرایط محیطی استاندارد و ضرایب تصحیح برای آزمونهای الکتریکی ۴۸
۳-۲-۷-۳- پارامترهای باران مصنوعی برای آزمونهای شرایط مرطوب ۴۹
۳-۲-۷-۴- آرایش استقرار مقره برای آزمونهای الکتریکی ۴۹
۳-۲-۷-۵- آزمون ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه صاعقه در شرایط خشک (آزمون نوعی) ۵۱
۳-۲-۷-۶- آزمونهای ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه کلیدزنی در شرایط مرطوب (آزمون نوعی) ۵۲
۳-۲-۷-۷- آزمون ولتاژ تحمل فرکانس قدرت در شرایط مرطوب (آزمون نوعی) ۵۳
۳-۲-۸- رویه‌های آزمون برای آزمونهای مکانیکی و سایر آزمونها ۵۳
۳-۲-۸-۱- کنترل ابعاد مقره (آزمون نوعی و نمونه‌ای) ۵۳
۳-۲-۸-۲- آزمون نیروی شکست مکانیکی (آزمون نوعی و نمونه‌ای) ۵۵
۳-۲-۸-۳- آزمون بررسی خمیدگی تحت بار (آزمون نوعی ویژه) ۵۸
۳-۲-۸-۴- آزمون چرخه حرارتی (آزمون نمونه‌ای) ۵۸
۳-۲-۸-۵- آزمون تخلخل (آزمون نمونه‌ای) ۵۹
۳-۲-۸-۶- آزمون روکش‌روی (گالوانیزاسیون) (آزمون نمونه‌ای) ۵۹
۳-۲-۸-۷- بازرسی بصری جاری ۶۱
۳-۲-۸-۸- آزمون مکانیکی جاری ۶۲

فصل چهارم ـ مشخصات و دستورالعملهای اجرایی

۴-۱- اهداف و دامنه کاربرد ۷۵
۴-۲- کلیات ۷۵
۴-۳- دستورالعملهای مقابله با آلودگی مقره‌ها ۷۵
فهرست منابع و مراجع ۷۹

omoorepeyman.ir

فصل ۱

معرفی و شناخت
مقره‌های مورد استفاده در
پست‌های فشارقوی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

در پست‌های فشارقوی مقره‌ها عامل اصلی عایق‌سازی هادی‌ها از استراکچرها و دیگر نقاط زمین شده بوده و برای اینکه بتوانند وظایف خود را که درحقیقت تأمین فاصله عایقی مناسب می‌باشد به خوبی انجام دهند، می‌بایستی دارای خواص مکانیکی و الکتریکی معینی باشند. انتخاب مناسب مقره‌ها در قابلیت اطمینان سیستم، هزینه‌های احداث و بهره‌برداری از پست‌ها، ابعاد و اندازه استراکچرهای پست و ... دارای اهمیت فراوان است. در این فصل انواع متداول مقره‌هایی که در پست‌های فشارقوی جهت نگهداری هادی‌ها و شینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند معرفی شده و برخی از خصوصیات آنها مورد مطالعه قرار می‌گیرند.

۱-۱- کلیات

در پست‌های فشارقوی به جهت وجود اختلاف ولتاژ بین هادی‌ها، هادی‌ها و استراکچرهای فلزی زمین‌شده و هادی‌ها با زمین، ناگزیر جهت نگهداری هادی‌ها بر روی استراکچرهای تکیه‌گاهی می‌بایستی از وسایل عایق‌کننده استفاده نمود. این عایق‌کننده‌ها که عموماً به صورت مقره در پست‌های فشار قوی به کار می‌روند، عمدتاً دارای وظایف زیر هستند:

مقره‌ها می‌بایستی دارای استقامت مکانیکی مناسبی بوده و قادر باشند بارهای مکانیکی اعمالی را تحت شرایط محتمل از قبیل: یخ، باد، اتصال کوتاه و غیره به خوبی تحمل نمایند. ازطرف دیگر مقره‌ها باید دارای خواص عایقی خوب بوده تا بتوانند از نظر الکتریکی هادی‌های دارای ولتاژ را بخوبی از زمین و تجهیزات غیر هم‌پتانسیل عایق نمایند و علاوه بر تحمل ولتاژ شرایط کار عادی، در مقابل اضافه ولتاژهای فرکانس قدرت و اضافه ولتاژهای ضربه‌ای ناشی از صاعقه و کلیدزنی نیز به خوبی مقاومت کنند.

درضمن جریان نشتی مقره‌ها که ممکن است در اثر تخلیه کرونا، تلفات عایقی مواد داخلی مقره و عبور جریان نشتی سطحی روی آنها بوجود آید، می‌بایستی تا حد ممکن ناچیز باشد. شکست ولتاژ اعمال‌شده روی مقره ممکن است بدلیل تخلیه الکتریکی در هوای اطراف مقره، تخلیه الکتریکی سطحی از طریق گرد و غبار و آلودگی‌های روی سطح مقره و یا تخلیه الکتریکی از داخل خود مقره صورت گیرد که درحالت اخیر منجر به خرابی مقره می‌گردد.

ضریب اطمینان شبکه‌های قدرت به کیفیت و ضریب اطمینان مقره‌ها بستگی داشته و از این رو انتخاب مناسب مقره‌ها حائز اهمیت فراوان می‌باشد.

۱-۲- تعاریف

۱-۲-۱- زنجیره مقره [1]

یک یا تعدادی واحد مقره متصل به یکدیگر که در نقاط اتصال دارای قابلیت انعطاف بوده و وظیفه نگهداری هادی و تحمل نیروها را بعهده دارند. زنجیره مقره‌ها عموماً بوسیله نیروهای کششی تحت تنش قرار می‌گیرند.

omoorepeyman.ir

1. Insulator string

۱-۲-۲- مجموعه [1]

تعدادی از مقره‌ها با طراحی و شرایط ساخت یکسان که ازطرف یک سازنده جهت تحویل، ارائه می‌گردند. یک یا چند مجموعه ممکن است با هم جهت تحویل، ارائه گردند؛ مجموعه یا مجموعه‌ها ممکن است تمام یا قسمتی از کل مقره‌های درخواستی را شامل شوند.

۱-۲-۳- ولتاژ تحمل موج ضربه صاعقه در شرایط خشک [2]

ولتاژ ضربه صاعقه‌ای که مقره خشک تحت شرایط مشخصی از آزمون تحمل می‌کند.

۱-۲-٤- قوس الکتریکی [3]

تخلیه مخرب در سطح مقره که موجب برقراری ارتباط قسمتهایی می‌گردد که معمولاً بین آنها ولتاژ بهره‌برداری برقرار است.

۱-۲-۵- ولتاژ جرقه ۵۰ درصد موج ضربه صاعقه در شرایط خشک [4]

دامنه ولتاژ ضربه صاعقه که تحت شرایط مشخصی از آزمون به احتمال ۵۰ درصد موجب بروز قوس الکتریکی بر روی مقره خشک می‌گردد.

۱-۲-٦- ولتاژ تحمل موج ضربه کلیدزنی در شرایط مرطوب [5]

ولتاژ ضربه کلیدزنی که مقره مرطوب تحت شرایط مشخصی از آزمون تحمل می‌کند.

۱-۲-۷- ولتاژ جرقه ۵۰ درصد موج ضربه کلیدزنی در شرایط مرطوب [6]

دامنه ولتاژ ضربه کلیدزنی که تحت شرایط مشخصی از آزمون به احتمال ۵۰ درصد موجب بروز قوس الکتریکی بر روی مقره مرطوب می‌گردد.

۱-۲-۸- ولتاژ تحمل فرکانس قدرت در شرایط مرطوب [7]

دامنه ولتاژ فرکانس قدرتی که مقره مرطوب تحت شرایط مشخصی از آزمون تحمل می‌کند.

1. Lot
2. Dry lightning impulse withstand voltage
3. Flashover
4. 50% dry lightning impulse flashover voltage
5. Wet switching impulse withstand voltage
6. 50% wet switching impulse flashover voltage
7. Wet power frequency withstand voltage

omoorepeyman.ir

۱-۲-۹- ولتاژ جرقه فرکانس قدرت در شرایط مرطوب[1]

مقدار متوسط حسابی ولتاژهای فرکانس قدرت اندازه‌گیری شده‌ای که تحت شرایط مشخصی از آزمون، موجب بروز قوس الکتریکی در مقره مرطوب شده‌اند.

۱-۲-۱۰- ولتاژ سوراخ‌شدن [2]

دامنه ولتاژی که تحت شرایط مشخصی موجب سوراخ‌شدن مقره می‌گردد. در این وضعیت جریان الکتریکی از داخل مقره و یا زنجیره مقره عبور می‌نماید.

۱-۲-۱۱- نیروی شکست مکانیکی [3]

حداکثر نیروی مکانیکی که مقره و یا زنجیره مقره تحت شرایط مشخصی از آزمون می‌تواند تحمل نماید.

۱-۲-۱۲- فاصله خزشی [4]

کوتاهترین فاصله یا مجموع کوتاهترین فواصل در امتداد بخشهای عایقی مقره بین قسمتهایی که ولتاژ بهره‌برداری بین آنها برقرار است. دراین تعریف طول فواصل غیرعایقی مابین مقره‌ها جزء فاصله خزشی محسوب نمی‌گردد. درصورت استفاده از لعاب مقاومتی بر روی قسمتهایی از عایق مقره، این بخشها همچنان به عنوان سطوح عایقی مؤثر شناخته می‌شوند و طول فاصله خزشی آنها نیز جزء فواصل خزشی محسوب می‌شود. مقاومت سطحی این لعاب معمولاً درحدود 10^5 تا 10^6 اهم می‌باشد. چنانچه کل سطح مقره با لعاب مقاومتی پوشیده شود، قضاوت درمورد مقاومت سطحی و فاصله خزشی می‌بایستی با توافق سازنده و خریدار صورت گیرد.

۱-۲-۱۳- مشخصه تعیین شده [5]

هر مقدار عددی ولتاژ یا نیروی مکانیکی و یا هرگونه مشخصه دیگری که در استانداردهای بین‌المللی مانند IEC تعریف شده و یا بین سازنده و خریدار توافق گردیده است. درهنگام استفاده از مشخصه‌های تعیین شده می‌بایستی به شرایط استاندارد درنظر گرفته شده درهنگام بیان آن مقدار دقت نمود. بعنوان مثال مقادیر عددی استاندارد برای ولتاژهای تحمل در برابر امواج ضربه تحت شرایط محیطی استاندارد ارائه می‌گردند.

۱-۲-۱۴- مقره اتکایی[6]

مقره استوانه‌ای شکل که دارای چترکهایی بر روی سطح استوانه‌ای خود بوده و از نظر ساخت می‌تواند به دو صورت توخالی و توپر ساخته شود. این مقره‌ها از طریق نشیمنگاه‌شان، برای نصب بر روی استراکچر طراحی می‌شوند.

1. Wet power frequency flashover voltage
2. Puncture voltage
3. Mechanical failing load
4. Creepage distance
5. Specified characteristic
6. Post insulator

omoorepeyman.ir

۱-۲-۱۵- کوپلینگ [1]

کوپلینگ بخشی از اتصالات فلزی مقره محسوب شده که توسط آن نیروی مکانیکی به یراق‌آلات یا استراکچر مربوطه منتقل می‌گردد.

۱-۲-۱٦- توازی سطوح انتهایی [2]

حداکثر اختلاف ارتفاع بدست آمده در یک مقره اتکایی تحت شرایطی که اندازه‌گیری مابین سطوح فیتینگهای فلزی صورت می‌پذیرد.

۱-۲-۱۷- انحراف از مرکز [3]

میزان جابجایی مشاهده شده، عمود بر محور مقره اتکایی، مابین نقاط مرکزی دایره‌های گام [4] سوراخهای نصبی [5] که در فیتینگهای فلزی بالا و پایین مقره تدارک دیده شده‌اند.

۱-۲-۱۸- انحراف زاویه‌ای سوراخ‌های نصب [6]

جابجایی دورانی، برحسب زاویه، مابین سوراخ‌های نصب متناظری که در فیتینگهای فلزی بالا و پایین مقره تدارک دیده شده‌اند.

۱-۲-۱۹- سازه شینه سخت [7]

ساختار شینه‌ای که متشکل از هادی‌های سخت (لوله) و مقره‌های اتکایی است.

۱-۲-۲۰- سازه شینه نرم [8]

ساختار شینه‌ای که متشکل از هادی‌های رشته‌ای و زنجیره مقره‌های کششی است.

۱-۲-۲۱- ولتاژ جرقه بحرانی (CFO)[9]

میزان اضافه ولتاژ گذرایی است که چنانچه به ترمینالهای تجهیز برسد، احتمال اینکه عایق تجهیز این اضافه ولتاژ را تحمل کند ۵۰ درصد است.

1. Coupling
2. Parallelism of the end faces
3. Eccentricity
4. Pitch circles
5. Fixing holes
6. Angular deviation of the fixing holes
7. Rigid – bus structure
8. Strain – bus structure
9. Critical flashover voltage

omoorepeyman.ir

۱-۲-۲۲- دامنه جریان ضربه بحرانی[1]

دامنه جریان موج ضربه‌ای است که چنانچه بر روی یک هادی جاری شود، می‌تواند موجب ایجاد ولتاژی برابر با ولتاژ جرقه بحرانی (CFO) آن هادی گردد.

۱-۲-۲۳- چگالی صاعقه‌های زمین[2]

تعداد متوسط برخورد صاعقه بر واحد سطح، در یک مکان مشخص را چگالی صاعقه‌های زمین در آن مکان گویند.

۱-۲-۲٤- سطح کرونیک[3]

تعداد متوسط روزها یا ساعتهایی از سال که رعد و برق در یک مکان مشخص به وقوع می‌پیوندد. سطح کرونیک به دو گونه زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

- سطح کرونیک روزانه : تعداد متوسط آماری روزهایی از سال که رعد و برق در یک دوره ۲۴ ساعته مشاهده می‌گردد.
- سطح کرونیک ساعتی : تعداد متوسط آماری ساعتهایی از سال که رعد و برق دریک دوره ۶۰ دقیقه‌ای مشاهده می‌گردد.

۱-۲-۲۵- امپدانس موجی[4]

نسبت ولتاژ به جریان موج سیاری که بر روی هادی حرکت می‌کند، امپدانس موجی نامیده می‌شود.

۱-۲-۲٦- قوس برگشتی[5]

قوس الکتریکی حاصله در بخش ایزولاسیون پست یا خط انتقال که در نتیجه برخورد صاعقه به بخشهایی از شبکه یا تجهیزات الکتریکی که عموماً دارای پتانسیلی برابر با زمین هستند (مانند سیم‌های گارد پست یا خط انتقال)، بوجود می‌آید.

۱-۲-۲۷- هماهنگی عایقی[6]

هماهنگی عایقی عبارت است از انتخاب استقامت عایقی تجهیزات با توجه به ولتاژهای احتمالی ظاهر شده در سیستم و مشخصه‌های وسایل حفاظت کننده در دسترس، به طوری که احتمال تنش‌های ولتاژی تحمیل شده به تجهیزات (که باعث معیوب شدن عایق تجهیزات یا وقفه در تداوم بار می‌شود) به یک سطح قابل قبول از نظر اقتصادی و فنی تقلیل یابد.

۱-۲-۲۸- ولتاژ نامی یک سیستم سه فاز (U_n)

مقدار موثر ولتاژ فاز به فازی است که توسط آن، سیستم معرفی شده و مشخصات کار معینی از سیستم به آن ارجاع می‌شود.

omoorepeyman.ir

1. Critical stroke amplitude
2. Ground flash density
3. Keraunic level
4. Surge impedance
5. Back flashover
6. Insulation coordination

۱-۲-۲۹- حداکثر ولتاژ یک سیستم سه فاز (U_m)

حداکثر ولتاژ موثر فاز به فازی است که تحت شرایط عادی کار سیستم، در هر منطقه از شبکه و درهر لحظه ممکن است به وجود آید. برای سطوح ولتاژی ۶۳ یا ۶۶، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت، مطابق استاندارد IEC این کمیت به ترتیب برابر ۷۲/۵، ۱۴۵، ۲۴۵ و ۴۲۰ کیلوولت می‌باشد.

۱-۲-۳۰- اضافه ولتاژ[1]

هر ولتاژ بین یک فاز و زمین که مقدار پیک آن از $\frac{U_m\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$ بزرگتر باشد، یا هر ولتاژ مابین هادیهای فازهای مختلف که مقدار پیک آن از $U_m\sqrt{2}$ بزرگتر باشد، اضافه ولتاژ نامیده می‌شود.

۱-۳- مواد عایقی تشکیل‌دهنده مقره‌ها

مواد مختلفی وجود دارند که بعنوان عایق الکتریکی در ساخت مقره‌ها به کار می‌روند. این مواد عمدتاً به دو گروه سرامیکی وغیرسرامیکی (پلاستیک) تقسیم می‌گردند. گروه سرامیکی که از اهمیت بیشتری برخوردار است خود انواع مختلفی را شامل می‌شود که عمدهٔ آنها شامل چینی و شیشه می‌باشند. تقریباً در تمامی پست‌های فشارقوی ایران از مقره‌های چینی در مقره‌های اتکایی و شیشه‌ای و یا سرامیکی در دیسکهای مقره‌های زنجیره‌ای استفاده شده است که در این بین مقره‌های چینی کاربرد گسترده‌تری دارند . هر یک از مقره‌های فوق‌الذکر دارای مزایا و معایب مختلفی بوده که با توجه به شرایط جغرافیایی محل پست، عملکرد آنها متفاوت می‌باشد که برحسب مورد می‌توانند انتخاب و مورد استفاده قرار گیرند. در زیر به برخی از ویژگیهای مهم انواع مقره‌های متداول در پست‌های فشارقوی اشاره می‌گردد [۱-۳].

۱-۳-۱- مقره‌های چینی[2]

مقره‌های چینی یا پورسلینی خود از انواع مختلفی تشکیل شده‌اند که بر حسب مورد در پست‌های فشارقوی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این نوع مقره‌ها را با مخلوطی از رس و کائولین و سیلیکات هیدراته و کوارتز، فلدسپات یا سیلیکو آلومینات، سود و پتاس می‌سازند و برای حفظ مشخصه‌های الکتریکی و مکانیکی ممکن است برحسب مورد از مواد دیگری نیز در ساخت آنها استفاده گردد. در ساختمان بعضی از پورسلینهای مخصوص ممکن است اکسیدهای ویژه شامل تیتان و زیرگونیم نیز موجود باشد. درصد کوارتز چیزی در حدود ۲۵ درصد و درصد فلدسپات یا سیلیکو آلومینات، سود و پتاس نیز در همین حدود است و خواص الکتریکی و مکانیکی مقره تابعی از درصد مواد تشکیل‌دهنده آن است. این مواد را پس از آردکردن، بخوبی مخلوط کرده و به شکل مطلوب درآورده و در کوره با حرارتی حدود ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد می‌پزند.

پورسیلن دارای خاصیت عایقی بسیار خوب و قوی بوده و گرادیان ولتاژی که باعث خرابی آن می‌گردد در حدود ۱۵ تا ۳۰ کیلوولت بر میلیمتر است و در مقابل ولتاژ ضربه تا ۴۹ کیلوولت بر میلیمتر تحمل دارد. مقاومت مخصوص آن زیاد و در حدود

1. Over voltage
2. Porcelain insulators

omoorepeyman.ir

Ω-cm ^{14}۱۰×۳ است که در نتیجه جریان نشتی آن ناچیز می‌باشد. ثابت دی‌الکتریک پورسلین (ε_r) ۶/۵-۴ است. پورسلین در مقابل فشار حدود ۵۰کیلوگرم بر میلیمتر مربع و در مقابل کشش تا حدود ۰/۱ مقدار فوق از خود مقاومت مکانیکی خوبی نشان می‌دهد. با ازدیاد کوارتز مقاومت مکانیکی آن افزایش یافته و افزایش درصد رس آن، اثرات درجه حرارت را بر روی آن کاهش می‌دهد. پورسلین به راحتی لعابدار می‌شود و این کار مقاومتش را در مقابل ترک خوردن و یا لب پریدگی زیاد می‌کند و براحتی تمیز می‌شود. از طرفی هدایت لعاب سطح آن باعث توزیع یکنواخت ولتاژ در سراسر طول مقره می‌گردد. مرور زمان و تغییرات شرایط محیطی در دراز مدت ممکن است باعث آشکارشدن خلل و فرج و خرابی این مقره بشود. این نوع مقره در مقابل ضربه، معمولاً ترک برمی‌دارد یا دارای لب‌پریدگی می‌شود ولی کاملاً خرد نمی‌شود. از معایب پورسیلن این است که چنانچه تحت اثر موج ولتاژی، تخلیه الکتریکی در داخل آن صورت گیرد موجب ایجاد کانال بسیار باریک و غیر قابل دیدن می‌گردد که سبب کاهش خواص عایقی آن می‌شود.

پورسلین‌ها خود به چهار نوع عمده تقسیم می‌گردند که عبارتند از :

- پورسلین معمولی یا پورسلین فلدسپات، که استقامت مکانیکی آن در مقابل خمش درحدود ۶۰۰ الی ۱۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع است.
- پورسلین آلومینیومی که به منظور افزایش استقامت مکانیکی به جای پورسلین معمولی به کار می‌رود. استقامت مکانیکی آن در مقابل خمش تقریباً دو برابر پورسلین معمولی و برابر با ۱۰۰۰ تا ۱۷۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است .
- پورسلین کریستو بالایت که از مزایای آن یکنواختی بهتر مواد آن است .
- پورسلین کریستوبالایت آلومینیومی که از جدیدترین انواع پورسلین بوده و دارای مزایای پورسلین کریستوبالایت از جمله یکنواختی مواد و نیز دارای مزایای پرسلین آلومینیومی یعنی استقامت مکانیکی خوب می‌باشد.

۱-۳-۲- مقره‌های شیشه‌ای[1]

از شیشه نیز در ساخت مقره‌ها استفاده می‌شود. بدلیل پایین بودن استقامت مکانیکی شیشه لازم است به طریقی آن را تقویت نمود . شیشه مخلوطی از سیلیس (S_iO_2 در حدود ۷۰ درصد)، اکسید سدیم (Na_2O)، اکسید کلسیم (CaO) و اکسید منیزیم (MgO) است که در درجه حرارت حدود ۱۴۰۰ درجه سانتیگراد ذوب و پخته می‌شود . خنک‌شدن شیشه پس از پخته شدن ممکن است به دو صورت کند و تدریجی و یا خنک شدن ناگهانی به کمک دمیدن هوا صورت گیرد که در حالت اخیر سطح خارجی شیشه زود سرد و سخت‌شده، در حالیکه قسمت داخلی آن هنوز حرارت خود را دارا است. در نتیجه پس از خنک شدن تدریجی قسمت داخلی آن تحت کشش و قسمت خارجی و سطح شیشه تحت فشار قرار خواهد داشت.

استقامت الکتریکی شیشه در حالت معمولی بهتر از پورسلین بوده (در حدود ۶۰ الی ۱۲۰ کیلوولت بر میلیمتر) و در مقابل ولتاژ ضربه استقامت آن تا ۱۹۵ کیلوولت بر میلیمتر است. مقاومت مخصوص آن در حدود Ω-cm ^{19}۱۰ – ^{12}۱۰ بوده و با افزایش درجه حرارت مقدار آن کاهش می‌یابد، بطوری که در حرارتهای بالاتر از ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد به مقداری کمتر از Ω-cm ۱۰ می‌رسد. ثابت دی‌الکتریک شیشه ۱۰-۵/۵ است .

1.Glass insulators

omoorepeyman.ir

از خصوصیات مقره‌های شیشه‌ای این است که در مقابل ضربه معمولاً خرد می‌شوند و مقاومت مکانیکی آن با زمان تحمل نیرو کاهش یافته و در حد گسیختگی به $\frac{2}{3}$ تقلیل می‌یابد. مقاومت مقره‌های شیشه‌ای در مقابل شکنندگی و تغییرات ناگهانی جوی در مقایسه با پورسلین چندان خوب نیست.

از معایب عمده شیشه این است که چون در ساختمان آن ترکیبات قلیایی شامل اکسیدکلسیم و اکسیدسدیم وجود دارد، هنگامی که جریان نشتی زیادی بر روی سطح آن در اثر آلودگی سطح مقره ایجاد گردد، ترکیبات مزبور در مقابل رطوبت واکنش نشان داده و باعث خوردگی سطح شیشه می‌شود که در نهایت ممکن است بدلیل برهم‌زدن تعادل نیروهای سطحی و داخلی منجر به شکستن مقره شود. به همین دلیل در مناطق با آلودگی زیاد از شیشه استفاده نمی‌شود.

از مزایای شیشه شفافیت آن است به طوری که شکستگی و ترک در داخل آن با چشم قابل رؤیت می‌باشد. کم بودن ضریب انبساط و ارزانی قیمت آن در مقایسه با پورسلین از دیگر مزایای آن هستند (در ایران معمولاً از مقره‌های اتکایی و زنجیره‌ای از نوع پروسلین استفاده می‌شود و استفاده از مقره شیشه‌ای محدود به مقره‌های زنجیره‌ای می‌باشد).

۱-۳-۳- مقره‌های ترکیبی[1]

علاوه بر مقره‌های چینی و شیشه‌ای که عمدتاً دارای ترکیبات معدنی می‌باشند، در برخی موارد از مقره‌هایی که عمدتاً از مواد مصنوعی ساخته می‌شوند و با عناوین مختلفی از جمله مقره‌های ترکیبی یا Silicon Rubber معرفی می‌شوند، نیز استفاده می‌گردد. همانند مقره‌های چینی و شیشه‌ای این نوع مقره‌ها نیز به شکل‌های مختلفی ساخته شده که یکی از کاربردهای انحصاری آنها استفاده در خطوط انتقال کمپاکت است.

وزن این مقره‌ها حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد وزن مقره‌های چینی می‌باشد، حمل و نقل آنها آسانتر بوده و احتمال تخریب آنها در زمان حمل و نصب کمتر است. در مقایسه با سایر مقره‌ها مواد آلوده و قطرات آب در سطح آنها کمتر جمع می‌شوند. در عوض قیمت آنها بیشتر است، وزن کم آن باعث انحراف بیشتر زنجیره مقره‌ها در اثر وزش باد می‌شود و در نتیجه در مناطق بادخیز احتمال افزایش فواصل فازی بیشتر است. عدم اطمینان از عملکرد مواد پلیمری پوشش روی مقره‌ها در اثر پیری، طول عمر کمتر و خوردگی آنها نیز از جمله معایب این قبیل مقره‌ها محسوب می‌گردد. به علت محدودیت ساخت در نوع ضد مه در این نوع مقره‌ها، برای ایجاد فاصله خزشی زیادتر، طول زنجیره مقره افزایش می‌یابد و با توجه به سبکی این مقره‌ها، اتصالات drop از dead end به suspension و بالعکس دارای مشکلات فاصله عایقی[2] خواهد گردید.

مزیت این مقره‌ها در دفع خوب آب می‌باشد زیرا پلاستیک این مزیت را دارد که قطرات آب باران روی سطح آن جاری نمی‌شود تا با قطرات دیگر ترکیب شده و مسیری را برای هدایت قوس فراهم کند، در صورتیکه در مقره‌های شیشه‌ای و پرسلینی قطرات آب به راحتی روی سطح مقره جاری می‌شود.

omoorepeyman.ir

1.Composite insulators
2. Clearance

۱-٤- طراحی شکل مقره‌ها

شکست الکتریکی بر روی مقره عمدتاً به دو علت ایجاد جرقه از داخل مقره و یا روی سطح آن (جرقه سطحی) می‌تواند صورت پذیرد که نوع اول به دلیل سوراخ شدن عایق حائز اهمیت بیشتری است. تخلیه نوع دوم خود ممکن است به سه صورت مختلف بوقوع بپیوندد :

- تخلیه بین هادی و استراکچر زمین‌شده از طریق هدایت سطحی عایق که معمولاً در شرایطی که مقره به علت کثیف بودن، آلودگی و مرطوب بودن خاصیت عایقی کمتری دارد ممکن است رخ دهد. در این حالت کوتاه ترین مسیر بر روی سطح مقره که هادی را به بدنه مربوط می‌سازد فاصله خزشی محسوب می‌شود.
- تخلیه ناشی از افزایش ولتاژ ناگهانی بین هادی و استراکچر زمین‌شده، هنگامی که سطح مقره خشک و نسبتاً تمیز باشد که معمولاً از طریق کوتاهترین مسیر ممکن انجام می‌گیرد.
- تخلیه ناشی از افزایش ولتاژ ناگهانی بین هادی و استراکچر زمین‌شده، هنگامی که سطح مقره مرطوب باشد. در این حالت تخلیه مسیر طولانی‌تری را نسبت به حالت قبلی طی کرده و به سطح مقره نزدیکی بیشتری را نشان می‌دهد .

با توجه به لزوم پایداری شبکه‌های فشار قوی و با اطلاع از مسائل فوق‌الذکر توجه به مسائل متعددی در طرح شکل و نحوهٔ کاربرد مقره‌ها اهمیت پیدا می‌کند. برخی از این نکات طراحی و رسیدن به طرح مناسب از جهات مختلف ممکن است با یکدیگر متضاد باشند. بدیهی است که در چنین شرایطی حالت بهینه انتخاب می‌گردد. پاره‌ای از نکات مهم که در مورد انتخاب شکل مقره‌ها باید در نظر داشت به شرح زیر است [۳]:

- سطح مقره صاف باشد تا از نشستن و تشکیل گرد و غبار و آلودگی‌های موجود در هوا که باعث کاهش ایزولاسیون سطحی و بالطبع افزایش جریان نشتی و افزایش احتمال وقوع تخلیه سطحی می‌گردد حتی‌الامکان جلوگیری شود . این امر در مناطق با هوای خیلی آلوده مستلزم به کاربردن مقره‌هایی با چترکهای کم عمق‌تر است.
- به منظور کاهش جریان نشتی و احتمال وقوع تخلیه، طول فاصلهٔ خزشی حتی‌الامکان بیشتر شود. این امر مستلزم ایجاد چترکهای عمیق بر روی سطح زیرین مقره‌ها می‌باشد.
- شکل مقره چنان طراحی گردد که آب باران بر روی سطح آن نماند و حتی‌الامکان سریع خشک شود. این امر عمدتاً به طراحی مقره‌های چتری شکل منجر شده است که از خواص مطلوب آن این است که در شرایط بارانی اگر باد نباشد معمولاً بخش زیرین آن خشک باقی می‌ماند.
- ضخامت قسمتی از مقره که قسمتهای فلزی کوپلینگ را از نظر الکتریکی از هم جدا می‌کند طوری انتخاب شود که در صورت افزایش ولتاژ، قبل از وقوع تخلیه الکتریکی از داخل، جرقه در سطح مقره تشکیل گردد. هر چه نسبت ولتاژ لازم برای وقوع تخلیهٔ الکتریکی از داخل یعنی ولتاژ سوراخ شدن به ولتاژ لازم جهت وقوع تخلیه سطحی بیشتر باشد این ضریب اطمینان افزایش می‌یابد.
- از آنجائیکه ثابت دی‌الکتریک هوا و مقره متفاوت است، خطوط میدان الکتریکی در هوا و در داخل عایق متفاوت بوده و دارای فشردگی بیشتر در هوا خواهند بود. این امر بخصوص در مواردی که عایق دارای چترکهای پیچیده باشد می‌تواند گاهی اوقات

omoorepeyman.ir

سبب تشکیل گرادیان ولتاژ قوی در هوا و در نتیجه وقوع تخلیه جزئی و نهایتاً تخلیهٔ الکتریکی کامل گردد. لذا این مسئله را با طراحی مناسب به نحوی باید مرتفع نمود.

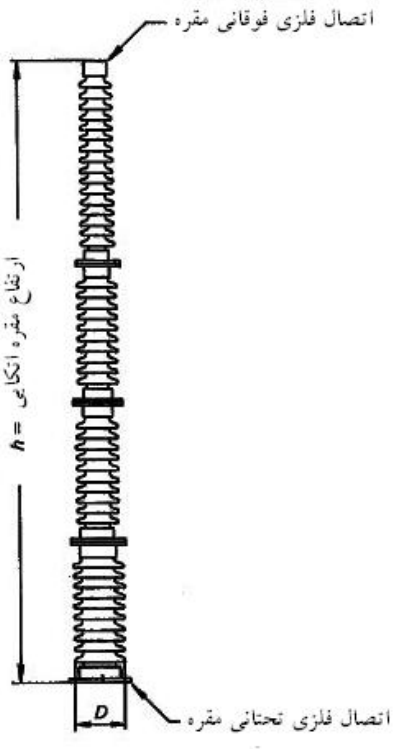
- در کاربرد و انتخاب مقره باید به شرایط جوی و محیطی منطقه و میزان و نوع آلودگی هوای محل توجه کامل شود.
- در انتخاب شکل و سطح عایقی مقره‌ها به نکات اقتصادی می‌بایستی توجه نمود. بخصوص توجه به این مطلب حائز اهمیت است که ولتاژ تحمل در نظرگرفته شده برای مقره نمی‌بایستی آنچنان باشد که سبب طولانی شدن بیش از حد مقره یا زنجیره مقره شده و در نتیجه موجب افزایش هزینه‌ها گردد. بعلاوه مسائل فنی پست اجازه انتخاب هر طولی برای مقره را نمی‌دهد.

۱-۵- انواع مختلف مقره‌های مورد استفاده در پست‌های فشارقوی

مقره‌های مورد استفاده در پست‌های فشارقوی دارای انواع مختلفی می‌باشند که با توجه به شرایط فنی، اقتصادی و محیطی محل پست انتخاب و مورد استفاده قرار می‌گیرند. ازنظر کاربرد مقره‌های مورد استفاده در پست‌های فشارقوی را می‌توان به دو دسته عمده مقره‌هایی که در شینه‌های نرم مورد استفاده قرار می‌گیرند و مقره‌هایی که در شینه‌های سخت به کار می‌روند تقسیم‌بندی نمود. تقریباً اغلب مقره‌هایی که در خطوط هوایی نیرو به کار برده می‌شوند در شینه‌های نرم پست‌های فشارقوی نیز قابل استفاده می‌باشند. این نوع مقره‌ها معمولاً به صورت زنجیره مقره به کار می‌روند و با توجه به نیروهای مکانیکی و سطوح ولتاژی می‌توان از آرایش‌های مختلفی از زنجیره مقره استفاده نمود. جهت آشنایی با انواع، آرایش زنجیره و مشخصات استاندارد این قبیل مقره‌ها به گزارش "مشخصات فنی ، عمومی و اجرایی مقره‌های خطوط انتقال _ جلد دوم" مراجعه نمایید.

در شینه‌های سخت پست‌های فشارقوی عمدتاً از مقره‌های اتکایی استفاده می‌شود. استاندارد **IEC** شماره ۶۰۲۷۳ مقادیر استاندارد مشخصه‌های الکتریکی، مشخصه‌های مکانیکی و ابعادی این قبیل مقره‌ها را ارائه می‌نماید. این استاندارد پنج نوع از این‌گونه مقره‌ها را شامل می‌شود. در پست‌های فشارقوی فضای باز احداث‌شده در ایران عمدتاً از نوع اول (مقره‌های اتکایی توپر) استفاده شده است. در شکل (۱-۱) نمونه‌ای از این‌گونه مقره‌های اتکایی نشان داده شده است . مشخصه‌های الکتریکی، مکانیکی و ابعادی این قبیل مقره‌ها نیز در جدول (۱-۱) ارائه شده‌اند [۴].

omoorepeyman.ir



شکل ۱-۱: یک نمونه از مقره‌های اتکایی مورد استفاده در پست‌های فشارقوی فضای باز با فیتینگهای بیرونی [1]

در جدول (۱-۱) برای مشخص‌کردن مقره‌های اتکایی با فیتینگهای بیرونی، جهت استفاده در پستهای فشارقوی فضای باز، از حرف لاتین C استفاده شده است. به دنبال این حرف دوعدد قرار می‌گیرد که عدد اول نشان‌دهنده کلاس استقامت مکانیکی مقره در برابر نیروی خمشی برحسب کیلونیوتن و عدد بعدی سطح استقامت عایقی مقره در برابر موج ضربه صاعقه، برحسب کیلوولت، را مشخص می‌کند. به عنوان مثال علامت اختصاری C20-1550 مقره اتکایی با استقامت مکانیکی ۲۰ کیلونیوتن و سطح استقامت عایقی دربرابر امواج ضربه صاعقه ۱۵۵۰ کیلوولت را مشخص می‌کند.

omoorepeyman.ir

1. External fittings

جدول ۱-۱: مشخصه‌های الکتریکی، مکانیکی و ابعادی مقره‌های اتکایی با فیتینگهای بیرونی، جهت استفاده در پست‌های فشارقوی فضای باز

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
علامت اختصاری مقره اتکایی	سطح استقامت عایقی در برابر موج ضربه صاعقه	سطح استقامت عایقی در برابر موج ضربه کلیدزنی در شرایط مرطوب	ولتاژ تحمل فرکانس قدرت در شرایط مرطوب	ارتفاع مقره اتکایی	حداقل فاصله خزش نامی		حداکثر قطر دایره تماس خارجی	استقامت مکانیکی مقره		قطر دایره گام اتصال فولادی مقره	قطر دایره گام اتصال آلومینیومی مقره
					کلاس I	کلاس II		نیروی خمشی	نیروی پیچشی		
	(kV)	(kV)	(kV)	h (mm)	(mm)	(mm)	D (mm)	F (N)	(Nm)	(mm)	(mm)
C2-325							225	2 000	1 200	127	127
C4-325							225	4 000	2 000	127	127
C6-325							225	6 000	2 500	127	127
C8-325							260	8 000	3 000	127	127
C10-325	325	—	140	770±1	1 160	1 600	270	10 000	4 000	127	127
C12,5-325							270	12 500	4 000	127	127
C16-325							300	16 000	5 000	127	225
C20-325							300	20 000	6 000	127	254
C2-450							235	2 000	1 800	127	127
C4-450							235	4 000	2 500	127	127 or 178
C6-450							260	6 000	3 500	127	127 or 178
C8-450							260	8 000	4 000	127	127 or 200
C10-450	450	—	185	1 020±1	1 600	2 300	290	10 000	4 000	127	127 or 225
C12,5-450							300	12 500	6 000	127	225
C16-450							300	16 000	6 000	127	254
C20-450							300	20 000	6 000	127	254
C2-550							300	2 000	2 000	127	127
C4-550							300	4 000	3 000	127	127 or 178
C6-550							300	6 000	4 000	127	127 or 200
C8-550							300	8 000	4 000	127	127 or 200
C10-550	550	—	230	1 220±1	1 970	2 900	350	10 000	4 000	127	127 or 225
C12,5-550							350	12 500	6 000	127	254
C16-550							350	16 000	6 000	127	254
C20-550							350	20 000	6 000	127	275
C2-650							350	2 000	2 000	127	127 or 178
C4-650							350	4 000	3 000	127	127 or 200
C6-650							350	6 000	3 000	127	127 or 200
C8-650							350	8 000	4 000	127 or 225	127 or 225
C10-650	650	—	275	1 500±2,5	2 300	3 350	400	10 000	4 000	127 or 225	254
C12,5-650							400	12 500	6 000	127 or 225	254
C16-650							400	16 000	6 000	225	275
C20-650							420	20 000	6 000	225	300
C2-750							350	2 000	2 000	127	127 or 178
C4-750							350	4 000	3 000	127	127 or 200
C6-750							350	6 000	3 000	127 or 225	127 or 225
C8-750							350	8 000	4 000	127 or 225	127 or 225
C10-750	750	—	325	1 700±2,5	2 700	3 900	400	10 000	4 000	127 or 225	254
C12,5-750							400	12 500	6 000	127 or 225	254
C16-750							400	16 000	6 000	225 or 254	275
C20-750							420	20 000	6 000	225 or 254	300

omoorepeyman.ir

ادامهٔ جدول ۱-۱

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
علامت اختصاری مقره تکی	سطح استقامت عایقی در برابر موج ضربه صاعقه	سطح استقامت عایقی در برابر موج ضربه کلیدزنی در شرایط مرطوب	ولتاژ تحمل فرکانس قدرت در شرایط مرطوب	ارتفاع مقره تکی	حداقل فاصله خزشی تعیین شده		مساحت قسمت فلزی پخش عایقی	استحکام مکانیکی مقره: نیروی خمشی	نیروی پیچشی	قطر دایره گام اتصال قرقره‌ای مقره	قطر دایره گام اتصال تعلیق مقره
					کلاس I	کلاس II					
	(kV)	(kV)	(kV)	h (mm)	(mm)	(mm)	D (mm)	F_b (N)	(Nm)	(mm)	(mm)
C4-850							400	4 000	3 000	127	200
C6-850							400	6 000	3 000	127 or 225	225
C8-850							400	8 000	4 000	127 or 225	254
C10-850	850	—	360	1 900 ± 3,5	3 100	4 400	400	10 000	4 000	127 or 225	254
C12,5-850							400	12 500	6 000	127 or 225 or 254	254
C16-850							400	16 000	6 000	225 or 254	275
C20-850							420	20 000	6 000	225 or 254	300
C4-950							450	4 000	3 000	127	200
C6-950							450	6 000	3 000	127 or 225	225
C8-950							450	8 000	4 000	127 or 225	254
C10-950	950	750	395	2 100 ± 3,5	3 400	4 900	450	10 000	4 000	127 or 225	254
C12,5-950							450	12 500	6 000	127 or 225 or 254	275
C16-950							450	16 000	6 000	225 or 254	300
C20-950							450	20 000	6 000	225 or 254	325
C4-1050							450	4 000	3 000	127	200
C6-1050							450	6 000	3 000	127 or 225	225
C8-1050							450	8 000	4 000	127 or 225	254
C10-1050	1 050	750	460	2 300 ± 3,5	4 000	5 650	450	10 000	4 000	127 or 225	275
C12,5-1050							450	12 500	6 000	127 or 225 or 254	275
C16-1050							450	16 000	6 000	225 or 254	300
C20-1050							450	20 000	6 000	225 or 254	325
C4-1175							450	4 000	3 000	127 or 225	225
C6-1175							450	6 000	3 000	127 or 225	254
C8-1175							450	8 000	4 000	127 or 225	254
C10-1175	1 175	850	—	2 650 ± 4,5	4 600	6 500	450	10 000	4 000	127 or 225	275
C12,5-1175							450	12 500	6 000	127 or 225 or 254	300
C16-1175							450	16 000	6 000	225 or 254	325
C20-1175							450	20 000	6 000	225 or 254	356
C4-1300							450	4 000	3 000	127 or 225	225
C6-1300							450	6 000	3 000	127 or 225	254
C8-1300							450	8 000	4 000	127 or 225	275
C10-1300	1 300	950	—	2 900 ± 4,5	5 100	7 000	450	10 000	4 000	127 or 225	275
C12,5-1300							450	12 500	6 000	127 or 225 or 254	300
C16-1300							450	16 000	6 000	225 or 254	325
C20-1300							450	20 000	6 000	225 or 254	356
C4-1425							450	4 000	3 000	127 or 225	225
C6-1425							450	6 000	3 000	127 or 225	254
C8-1425							450	8 000	4 000	127 or 225	275
C10-1425	1 425	950	—	3 150 ± 4,5	5 600	7 800	450	10 000	4 000	127 or 225	300
C12,5-1425							450	12 500	6 000	127 or 225 or 254	325
C16-1425							450	16 000	6 000	225 or 254	356
C20-1425							450	20 000	6 000	225 or 254	356

omoorepeyman.ir

ادامهٔ جدول ۱-۱

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
علامت اختصاری مقره مخابر	سطح استقامت عایقی در برابر موج ضربه صاعقه	سطح استقامت عایقی در برابر امواج ضربه کلیدزنی در شرایط مرطوب	ولتاژ تحمل فرکانس قدرت در شرایط مرطوب	ارتفاع مقره اکلیر	حداقل فاصله خزشی مابی		حداکثر قطر کار یعنی مابی	استقامت مکانیکی مقره		قطر دایره گام اتصال ترقانی مقره	قطر دایره گام اتصال تحتانی مقره
					تحس I	تحس II					
	(kV)	(kV)	(kV)	h (mm)	(mm)	(mm)	d (mm)	F_R (N)	(Nm)	(mm)	(mm)
C4-1550							450	4 000	3 000	127 or 225	225
C6-1550							450	6 000	3 000	127 or 225	254
C8-1550							450	8 000	4 000	127 or 225	275
C10-1550	1 550	1 050	-	3 350 ± 4,5	6 200	8 500	450	10 000	4 000	127 or 225	300
C12,5-1550							450	12 500	6 000	127 or 225 or 254	325
C16-1550							450	16 000	6 000	225 or 254	356
C20-1550							450	20 000	6 000	225 or 254	356
C4-1675							450	4 000	3 000	127 or 225	254
C6-1675							450	6 000	3 000	127 or 225	275
C8-1675							450	8 000	4 000	127 or 225	300
C10-1675	1 675	1 050	-	3 650 ± 5,5	6 350	9 400	450	10 000	4 000	127 or 225	300
C12,5-1675							450	12 500	6 000	225 or 254	325
C16-1675							450	16 000	6 000	225 or 254	356
C4-1800							450	4 000	3 000	225 or 254	254
C6-1800							450	6 000	3 000	225 or 254	275
C8-1800							450	8 000	4 000	225 or 254	300
C10-1800	1 800	1 175	-	4 000 ± 5,5	6 900	10 250	450	10 000	4 000	225 or 254	325
C12,5-1800							450	12 500	6 000	225 or 254	356
C16-1800							450	16 000	6 000	225 or 254	356
C4-1950							450	4 000	3 000	225 or 254	254
C6-1950							450	6 000	3 000	225 or 254	275
C8-1950							450	8 000	4 000	225 or 254	300
C10-1950	1 950	1 300	---	4 400 ± 5,5	7 650	11 350	450	10 000	4 000	225 or 254	325
C12,5-1950							450	12 500	6 000	225 or 254	356
C4-2100							450	4 000	3 000	225 or 254	254
C6-2100							450	6 000	3 000	225 or 254	275
C8-2100	2 100	1 300	—	4 700 ± 5,5	8 250	12 250	450	8 000	4 000	225 or 254	300
C10-2100							450	10 000	4 000	225 or 254	325
C12,5-2100							450	12 500	6 000	225 or 254	356
C4-2250							450	4 000	3 000	225 or 254	254
C6-2250							450	6 000	3 000	225 or 254	300
C8-2250	2 250	1 425	- -	5 000 ± 6,5	8 700	13 200	450	8 000	4 000	225 or 254	325
C10-2250							450	10 000	4 000	225 or 254	356
C12,5-2250							450	12 500	6 000	225 or 254	356
C4-2400							450	4 000	3 000	225 or 254	254
C6-2400							450	6 000	3 000	225 or 254	300
C8-2400	2 400	1 425	- -	5 300 ± 6,5	9 200	14 100	450	8 000	4 000	225 or 254	325
C10-2400							450	10 000	4 000	225 or 254	356
C12,5-2400							450	12 500	6 000	225 or 254	356
C4-2550							450	4 000	3 000	225 or 254	275
C6-2550							450	6 000	3 000	225 or 254	300
C8-2550	2 550	1 550		5 700 ± 6,5	9 800	15 000	450	8 000	4 000	225 or 254	325
C10-2550							450	10 000	4 000	225 or 254	356

omoorepeyman.ir

فصل ۲

معیارهای انتخاب مقره‌ها در پست‌های فشارقوی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

در این فصل معیارهای انتخاب مقره در پست‌های فشارقوی جهت سطوح ولتاژی ۶۳ الی ۴۰۰ کیلوولت بیان می‌گردد. در پایان جهت آشنایی با روش طراحی یک مثال کاربردی نیز ارائه خواهد شد.

۲-۱- کلیات

یکی از مهمترین مسائل در طراحی پست‌های فشارقوی، طراحی و انتخاب مقره‌ها می‌باشد. مقره‌های پست‌های فشارقوی علاوه بر تحت تنش قرار گرفتن دائمی بوسیله ولتاژ بهره‌برداری پست، همواره در معرض تنشهای ولتاژی ناخواسته دیگری از قبیل اضافه ولتاژهای خارجی ناشی از رعد و برق و برخورد صاعقه به تجهیزات پست و خطوط انتقال منتهی به پست و اضافه ولتاژهای داخلی ناشی از کلیدزنی و فرکانس قدرت قرار دارند. علاوه بر تنشهای الکتریکی، مقره‌ها درمعرض تنشهای مکانیکی نیز قرار دارند که این تنش‌ها بواسطه نیروهای اتصال کوتاه، زلزله، وزن هادی‌های شینه و نیروهای ناشی از باد و یخ به تنهایی و یا بصورت ترکیبی به آنها اعمال می‌گردد. بنابراین مقره‌ها در پست‌های فشارقوی می‌بایستی به گونه‌ای انتخاب شوند که ضمن دارا بودن استقامت مکانیکی مطلوب از لحاظ الکتریکی نیز معیارهای لازم را برآورده نمایند.

بطورکلی انتخاب مقره‌های پست‌های فشارقوی سه مرحله گزینشی زیر را شامل می‌شود:

- مرحله اول : انتخاب مقره‌ها بر اساس معیارهای الکتریکی همچون اضافه ولتاژهای داخلی، اضافه ولتاژهای خارجی، کرونا و آلودگی. این مرحله جزء مطالعات هماهنگی عایقی پست محسوب شده و بر اساس نتایج حاصل از این مطالعات معیارهای الکتریکی مقره‌ها تعیین می‌شود.
- مرحله دوم : انتخاب مقره‌ها از نقطه‌نظر مشخصات مکانیکی. این مرحله به مطالعات بارگذاری پست مربوط شده و بر اساس نتایج حاصل از این مطالعات معیارهای مکانیکی مقره‌ها تعیین می‌شود.
- مرحله سوم : انتخاب مقره‌هایی که هر دو معیار الکتریکی و مکانیکی را یکجا برآورده نمایند. بدیهی است که در کلیه مراحل فوق معیارهای فنی ذکر شده می‌بایستی با معیارهای اقتصادی نیز توام باشند. به عبارت دیگر انتخاب نهایی مقره‌ها در پست‌های فشارقوی می‌بایستی به گونه‌ای صورت گیرد که به یک طرح بهینه از لحاظ فنی و اقتصادی منجر گردد.

۲-۲- انتخاب مقره‌ها بر اساس معیارهای الکتریکی

۲-۲-۱- ملاحظات کلی

در هر سطحی از ولتاژ، تعداد (طول) و نوع مقره‌های مورد استفاده در پست‌های فشارقوی متاثر از اضافه ولتاژهای اعمال شده به آنها، شرایط محیطی و میزان آلودگی در محل پست، کرونا و مشخصات استراکچرهای شینه می‌باشد. در انتخاب مقره بر اساس معیارهای الکتریکی نکات مختلفی ازجمله موارد زیر می‌بایستی مورد توجه قرار گیرند:

- اضافه ولتاژهای داخلی :

اضافه ولتاژهای داخلی یکی از عوامل مؤثر در انتخاب مقره‌ها می‌باشند. این اضافه ولتاژها به دو دسته تقسیم می‌شوند: ۱- اضافه ولتاژهای فرکانس قدرت (موقت)، ۲- اضافه ولتاژهای موجی (ضربه‌ای). از دسته اول می‌توان به افزایش ولتاژ فاز سالم در اثر اتصال

omoorepeyman.ir

کوتاه در فازهای دیگر، پدیده تشدید و اثر فرانتی و ... اشاره کرد و برای دسته دوم می‌توان از کلیدزنی به عنوان یکی از علل بوجود آورنده این نوع اضافه ولتاژها در پست‌های فشارقوی نام برد. با توجه به اینکه در ولتاژهای بالای ۲۳۰ کیلوولت این عوامل نقش مؤثری را در انتخاب مقره‌ها ایفا می‌نمایند، ضروری است که درسطوح ولتاژی بالا با دقت بیشتری این مسئله مورد بررسی قرار گیرد.

- اضافه ولتاژهای خارجی :

اضافه ولتاژهای خارجی تحت تأثیر برخورد مستقیم صاعقه به تجهیزات پست و خطوط هوایی منتهی به پست بوجود می‌آیند. گرچه در طراحی پست‌ها و خطوط نیرو سعی می‌شود که با استفاده از سیم‌های گارد و میله‌های حفاظت از صاعقه از برخورد مستقیم صاعقه به هادی‌های فاز ممانعت بعمل آید، اما این بدین مفهوم نیست که برخورد صاعقه هیچگونه حادثه‌ای در پست به وجود نمی‌آورد. حتی اگر صاعقه به سیم گارد یا میله حفاظت از صاعقه هم برخورد نماید، ممکن است با توجه به مقاومت زمین پست و مقاومت زمین پای برج‌ها اضافه ولتاژهای بزرگی در دو سر مقره‌های پست ظاهر شود که در برخی موارد می‌تواند موجب بروز جرقه (قوس برگشتی) گردد. در طراحی خطوط نیرو و پستهای فشارقوی سعی می‌شود با استفاده از تجهیزات حفاظتی همچون برقگیرها و تقلیل مقاومت برج‌های خط انتقال و شبکه زمین پست، شدت و فراوانی این پدیده را تا حد ممکن (حد بهینه از لحاظ فنی و اقتصادی) کاهش داد.

- شرایط محیطی :

معمولاً مشخصه‌های الکتریکی مقره‌ها بر مبنای آزمونهای آزمایشگاهی تعیین و برای شرایط استاندارد (فشار هوای ۷۶ سانتیمتر جیوه، درجه حرارت ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۱ گرم بر متر مکعب) تبدیل و اعلام می‌گردند. از آنجا که در عمل پست‌های فشارقوی در مکان‌های مختلفی احداث می‌گردند، که قطعاً برخی از شرایط محیطی آن با شرایط استاندارد مغایرت خواهد داشت، ضروری است که مشخصه‌های الکتریکی مقره‌ها با توجه به شرایط واقعی محل پست اصلاح شوند.

- آلودگی محیط :

آلودگی محیط نیز یکی از عوامل مؤثر در انتخاب نوع و تعداد (طول) مقره‌ها بوده که باتوجه به درجه آلودگی و شرایط محیطی محل پست می‌بایستی نسبت به انتخاب نوع و تعداد (طول) آنها اقدام نمود. در برخی مکانها که میزان آلودگی بسیار بالا است علاوه بر انتخاب نوع و تعداد (طول) مناسب از مقره‌ها، تدابیر دیگری همچون شستشوی دوره‌ای مقره‌ها و استفاده از گریسهای سیلیکونی و لعاب نیمه هادی جهت مقابله با این پدیده می‌تواند مفید واقع گردد.

- کرونا:

کرونا یکی دیگر از عوامل مؤثری است که در طراحی پست‌ها و خطوط نیرو مورد توجه قرار می‌گیرد. در پست‌های فشارقوی، نویز رادیویی باید حتی‌الامکان کم باشد به طوری که نویز رادیویی ناشی از کرونا بر روی هادی و همچنین بر روی مقره‌ها از حدود مجاز تجاوز ننماید. این پدیده در سطوح ولتاژ ۴۰۰ کیلوولت و بالاتر اهمیت پیدا می‌کند.

- حداقل فاصله هوایی مجاز بین هادی‌های فاز و استراکچرها :

هنگام طراحی و انتخاب نوع و تعداد (طول) مقره‌ها می‌بایستی طول مقره‌ها نیز در نظر گرفته شود به نحوی که حداقل فاصله هوایی بین هادی‌های فاز و استراکچرهای شینه با توجه به شرایط محتملی همچون اتصال کوتاه (که به موجب آن هادی‌های شینه نرم شروع به تاب‌خوردن می‌کنند) و شرایط محیطی منطقه از حدود مجاز کمتر نشود. معمولاً طول فاصله هوایی بین هادی‌های فاز و

omoorepeyman.ir

استراکچرهای شینه چنان انتخاب می‌شود که تحت حداکثر انحراف زنجیره مقره (که منجر به حداقل فاصله هوایی بین هادی‌های فاز و استراکچرهای شینه می‌شود) در صورت ایجاد اضافه ولتاژی در فاصله هوایی مزبور، تخلیه الکتریکی بر روی سطح مقره یا شاخکهای آن زودتر اتفاق بیفتد.

۲-۲-۲- روش انتخاب مقره‌ها براساس اضافه ولتاژهای خارجی

صاعقه اصلی‌ترین عامل بروز اضافه ولتاژهای خارجی در پست‌ها و خطوط نیرو می‌باشد. برخورد مستقیم صاعقه به هادی‌ها یا استراکچرهای فلزی پست یا خطوط انتقال منتهی به پست سبب اعمال اضافه ولتاژهای گذرایی به مقره‌های پست می‌شود که ممکن است منجر به بروز قوس از طریق مقره‌ها یا فواصل هوایی گردد. به طور کلی ایجاد و دامنه اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه و احتمال بروز جرقه در دو سر مقره‌ها به عوامل مختلف زیر بستگی دارند:

- ارتفاع استراکچرهای فلزی پست و خطوط انتقال منتهی به پست.
- تعداد سیم‌های گارد پست و خطوط انتقال منتهی به پست.
- محل نصب سیم‌های گارد و میله‌های حفاظت از صاعقه نسبت به هادی‌های فاز.
- طول اسپن‌های انتهایی خطوط در محدوده پست.
- امپدانس موجی استراکچرهای پست، برجهای خطوط انتقال منتهی به پست، هادی‌های فاز و سیم‌های گارد.
- مقاومت پایه برجهای خطوط انتقال منتهی به پست و مقاومت شبکه زمین پست.
- اندازه و شیب پیشانی موج ضربه جریان صاعقه.
- حداقل فاصله هوایی بین نقاط برقدار و نقاط زمین‌شده.
- سطح کرونیک در محل پست و در مسیر خطوط منتهی به پست.

معمولاً طراحی سیستم حفاظت از صاعقه خطوط هوایی انتقال نیرو و پست‌های فشارقوی به‌گونه‌ای صورت می‌گیرد که از برخورد مستقیم صاعقه‌های مشخصی با هادی‌های فاز ممانعت به عمل آید. آن دسته از ضربات صاعقه‌ای که قادرند از سیستم حفاظت از صاعقه عبور نموده و به هادی‌های فاز برخورد نمایند عمدتاً دارای جریانهای کوچکتر از جریان بحرانی پست بوده و معمولاً نمی‌توانند استقامت الکتریکی پست را با مشکل مواجه سازند. اما از طرف دیگر برخورد صاعقه با دامنه‌های بزرگ به سیم‌های گارد، میله‌های حفاظت از صاعقه، استراکچرهای شینه و برجهای خطوط انتقال منتهی به پست در برخی موارد می‌توانند پدیده جرقه برگشتی را به دنبال داشته باشند.

در عمل انتخاب مقره‌ها براساس اضافه ولتاژهای خارجی با استفاده از نرخ مطلوبی از تعداد قطعی‌هایی که بواسطه این قبیل اضافه ولتاژها حاصل می‌آیند، صورت می‌گیرد. در این انتخاب، نقش عوامل محدودکننده این قبیل اضافه ولتاژها (همچون برقگیرها و فواصل جرقه‌گیر) به همراه مسائل فنی و اقتصادی طراحی پست و خطوط انتقال منتهی به آن مورد توجه قرار می‌گیرد. در ادامه روش گام به گام انتخاب مقره‌های پست‌های فشارقوی براساس اضافه ولتاژهای خارجی ارائه می‌گردد:

گام اول:

مقادیر استاندارد ولتاژ تحمل موج ضربه ناشی از صاعقه برای استراکچرهای شینه پست تعیین می‌گردند. این مقادیر به عنوان شاخص‌های طراحی جهت انتخاب مقره‌ها در نظر گرفته شده و شیوه استخراج آنها مبتنی بر مطالعات هماهنگی عایقی پست می‌باشد.

omoorepeyman.ir

گام دوم:

در شینه‌های سخت، که از مقره‌های اتکایی جهت نگهداری هادی‌های شینه استفاده می‌شود، سطح تحمل عایقی در برابر امواج ضربه صاعقه مقره‌های اتکایی می‌بایستی حداقل برابر با ولتاژ تحمل موج ضربه صاعقه استراکچر شینه‌ای باشد که مقره‌ها در آنجا مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از آنجا که تأثیر شرایط محیطی در مطالعات هماهنگی عایقی لحاظ شده است، مقادیر استقامت عایقی استراکچر شینه و مقره‌های اتکایی به ازای شرایط محیطی استاندارد می‌باشند.

گام سوم:

در استراکچرهای شینه نرم، که از زنجیره مقره جهت نگهداری هادی‌های شینه استفاده می‌شود، با استفاده از مقادیر ولتاژ تحمل موج ضربه صاعقه استانداردی که در گام اول ارائه شده‌اند، حداقل فاصله هوایی مجاز جهت حصول به این سطح استقامت عایقی تعیین می‌شود. استقامت عایقی فواصل هوایی پست‌های فشارقوی در برابر امواج ضربه صاعقه با پلاریته منفی برابر $۶۰۵\,\mathrm{kV/mm}$ در نظر گرفته می‌شود، لذا حداقل فاصله هوایی مجاز تحت شرایط محیطی استاندارد برابر خواهد بود با [۱]:

$$S_L = \frac{CFO_{LS}}{605} \qquad (۱-۲)$$

که در آن:

S_L: حداقل فاصله هوایی مجاز جهت حصول به استقامت عایقی مناسب در قبال امواج ضربه صاعقه، بر حسب میلی‌متر

CFO_{LS}: ولتاژ جرقه بحرانی موج ضربه صاعقه تحت شرایط محیطی استاندارد، (برحسب کیلوولت پیک) است و با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$CFO_{LS} = \frac{LIWL}{1-1.28\frac{\sigma_{fL}}{CFO_{LS}}} \qquad (۲-۲)$$

که در آن:

LIWL: ولتاژ تحمل موج ضربه صاعقه استاندارد استراکچری از شینه که مقره‌ها در آنجا مورد استفاده قرار گرفته‌اند، برحسب کیلوولت پیک

σ_{fL}: انحراف معیار آماری ولتاژهای استقامت فواصل هوایی در برابر امواج ضربه صاعقه، برحسب کیلوولت پیک، می‌باشد.

درمورد امواج ضربه صاعقه مقدار σ_{fL} نوعاً برابر ۳ درصد CFO_{LS} در نظر گرفته می‌شود و براین اساس مقدار $\frac{\sigma_{fL}}{CFO_{LS}}$ برابر ۰/۰۳ خواهد شد.

با استفاده از مقدار استخراج‌شده برای S_L، طول زنجیره مقره و تعداد مقره‌های مورد نیاز برای هر سطح استقامت عایقی از استراکچرهای شینه پست تعیین می‌گردد. طول زنجیره مقره حداقل می‌بایستی برابر S_L باشد.

پس از تعیین طول زنجیره مقره، باتوجه به طول واحدهای مقره‌ای مورد استفاده در زنجیره مقره، می‌توان تعداد واحدهای مقره‌ای موردنیاز را تعیین نمود.

omoorepeyman.ir

۲-۲-۳- روش انتخاب مقره‌ها براساس اضافه ولتاژهای داخلی

اضافه ولتاژهای کلیدزنی اصلی‌ترین گروه از اضافه ولتاژهای داخلی در خطوط انتقال و پست‌های فشارقوی می‌باشند. امواج گذرای ناشی از کلیدزنی بسیار سریع میرا می‌شوند، اما زمان میرایی آنها بیشتر از امواج گذرای ناشی از برخورد صاعقه با خطوط انتقال نیرو است. گرچه شکل موج و زمان تداوم اضافه ولتاژها بیش از عوامل تولیدکننده آنها در طراحی عایقی خطوط انتقال نیرو مؤثر می‌باشد، اما دسته‌بندی و شناخت عوامل مؤثر در ایجاد اضافه ولتاژها می‌توانند عامل مؤثری در کنترل و مهار آنها باشد. اضافه ولتاژهای ناشی از کلیدزنی نوعاً در اثر مانورهای زیر به وجود می‌آیند [۲و۳] :

- برقدار کردن خطوط انتقال
- وصل مجدد خطوط انتقال
- بروز و رفع اتصال کوتاه
- قطع بارهای خازنی
- قطع بارهای سلفی

میزان اضافه ولتاژ کلیدزنی تابعی از پارامترهای سیستم، نوع شبکه، وضعیت در مداربودن نیروگاهها و خطوط انتقال نیرو و همچنین مشخصات تجهیزات بخصوص نوع کلیدهای قدرت شبکه و تجهیزات حفاظتی استفاده شده می‌باشد. علاوه‌براین برخلاف اضافه ولتاژهای صاعقه که عملاً ارتباط مستقیمی با ولتاژ سیستم ندارند، اضافه ولتاژهای کلیدزنی مستقیماً به ولتاژ سیستم وابسته بوده و با افزایش سطح ولتاژ پست نقش این قبیل اضافه ولتاژها در تعیین سطوح عایقی پست بیشتر مطرح می‌شود.

دسته دیگری از اضافه ولتاژهای داخلی، اضافه ولتاژهای موقت هستند که دارای شکل نوسانی بوده و در مقایسه با سایر اضافه ولتاژها دارای تداوم زمانی بیشتری می‌باشند. این قبیل اضافه ولتاژها تحت عوامل مختلفی از جمله موارد زیر به وجود می‌آیند [۲ و ۳] :

- بروز اتصال کوتاه تک فاز به زمین (بخصوص در شبکه‌هایی که ضریب اتصال زمین در آنها بزرگتر از ۱/۳ است).
- تغییرات ناگهانی بار
- بازشدن ناگهانی خط
- اضافه ولتاژ ناشی از بی‌باری خط
- تشدید و تشدید آهنی

در عمل، انتخاب مقره‌ها براساس اضافه ولتاژهای داخلی با استفاده از نرخ مطلوبی از تعداد قطعی‌هایی که بواسطه این قبیل شرایط حاصل می‌آیند، صورت می‌گیرد. در این انتخاب نقش عوامل محدودکننده اضافه ولتاژها (همچون: برقگیرها، فواصل جرقه‌گیر، مقاومتهای وصل و عملکرد وصل مجدد در کلیدهای قدرت شبکه) و به همراه مسائل فنی و اقتصادی طراحی پست و خطوط انتقال منتهی به آن مورد توجه قرار می‌گیرد. در ادامه روش گام به گام انتخاب مقره‌های پست‌های فشارقوی براساس اضافه ولتاژهای داخلی ارائه می‌گردد.

omoorepeyman.ir

۲-۲-۳-۱- روش انتخاب مقره‌ها براساس اضافه ولتاژهای کلیدزنی

گام اول:

مقادیر استاندارد ولتاژ تحمل موج ضربه ناشی از کلیدزنی برای تحمل عایقی استراکچرهای شینه پست تعیین می‌گردد. این مقادیر به عنوان شاخص‌های طراحی جهت انتخاب مقره‌ها در نظر گرفته می‌شوند و شیوه استخراج آنها مبتنی بر مطالعات هماهنگی عایقی پست می‌باشد.

گام دوم:

در استراکچرهای شینه سخت، که از مقره‌های اتکایی جهت نگهداری هادی‌های شینه استفاده می‌شود، سطح تحمل عایقی در برابر امواج کلیدزنی مقره‌های اتکایی می‌بایستی حداقل برابر با ولتاژ تحمل موج ضربه کلیدزنی استراکچر شینه‌ای باشد که مقره‌ها در آنجا مورد استفاده قرارگرفته‌اند. از آنجا که تأثیر شرایط محیطی در مطالعات هماهنگی عایقی لحاظ شده است، مقادیر تحمل عایقی استراکچر شینه و مقره‌های اتکایی به ازای شرایط محیطی استاندارد می‌باشند.

گام سوم:

در استراکچرهای شینه نرم، که از زنجیره مقره جهت نگهداری هادی‌های شینه استفاده می‌شود، با استفاده از مقادیر ولتاژ تحمل موج ضربه کلیدزنی استانداردی که در گام اول ارائه شده‌اند، حداقل فاصله هوایی مجاز جهت حصول به این سطح استقامت عایقی تعیین می‌شود. این فاصله هوایی با استفاده از رابطه (۲-۳) تعیین می‌شود [۱و۴].

$$S_S = \frac{8}{\frac{0.96(3400)K_g}{CFO_{SS}} - 1} \qquad (۳-۲)$$

که در آن:

S_S: حداقل فاصله هوایی مجاز جهت حصول به استقامت عایقی مناسب در قبال امواج ضربه کلیدزنی، برحسب متر.

K_g: ضریب شکل فاصله هوایی می‌باشد. مقدار این ضریب برای هادی‌های فازی که از داخل دروازه‌های فلزی پست (گنتری‌ها) عبور می‌نمایند برابر ۱/۲۵ و برای فازهایی که احیاناً خارج از دروازه‌های فلزی پست و برروی بازوهای متصل به آنها قرار می‌گیرند برابر ۱/۴۵ پیشنهاد شده است [۵].

CFO_{SS}: ولتاژ جرقه بحرانی موج ضربه کلیدزنی تحت شرایط محیطی استاندارد، برحسب کیلوولت پیک، می‌باشد و با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$CFO_{SS} = \frac{SIWL}{1 - 1.28\frac{\sigma_{fs}}{CFO_{SS}}} \qquad (۴-۲)$$

در رابطه (۲-۴):

SIWL: ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه کلیدزنی استاندارد استراکچری از شینه که مقره‌ها در آنجا مورد استفاده قرارگرفته‌اند، برحسب کیلوولت پیک

omoorepeyman.ir

σ_{fs}: انحراف معیار آماری ولتاژهای استقامت فواصل هوایی در برابر امواج ضربه کلیدزنی، برحسب کیلوولت پیک می‌باشد. در مورد امواج ضربه کلیدزنی مقدار σ_{fs} نوعاً برابر ۶ درصد CFO_{SS} بوده و براین اساس مقدار $\frac{\sigma_{fs}}{CFO_{SS}}$ برابر ۰/۰۶ خواهد شد.

با استفاده از مقدار استخراج‌شده برای S_S، طول زنجیره مقره و تعداد مقره‌های مورد نیاز برای هر سطح استقامت عایقی از استراکچرهای شینه پست تعیین می‌گردد. طول زنجیره مقره برابر ۱/۰۵ تا ۱/۱ حداقل فاصله هوایی مجاز S_S در نظر گرفته می‌شود. پس از تعیین طول زنجیره مقره، باتوجه به طول واحدهای مقره‌ای مورد استفاده در زنجیره مقره، می‌توان تعداد واحدهای مقره‌ای مورد نیاز را تعیین نمود.

۲-۲-۳-۲- روش انتخاب مقره‌ها باتوجه به ولتاژهای فرکانس قدرت و آلودگی

یکی از عواملی که همواره به عنوان مانعی در تداوم برق‌رسانی شناخته شده است عبارت است از کاهش تدریجی کیفیت عایقی تجهیزات پست‌ها و خطوط انتقال به علت قرارگیری در مناطق آلوده، به طوری که در اثر نشستن آلودگی بر روی سطح مقره‌ها به تدریج خاصیت عایقی آنها کاهش یافته و جرقه‌های جزئی برروی سطح آنها مشاهده می‌شود. اصولاً خاصیت عایقی مقره‌ها در حضور آلودگی همراه با رطوبت به شدت کاهش می‌یابد. درجه آلودگی و تاثیر آن در کاهش میزان سطح عایقی مقره‌ها تابعی از نوع آلودگی، درصد مواد و املاح موجود در مواد آلوده‌کننده می‌باشد. به عبارت دیگر قابلیت اطمینان خطوط نیرو و پست‌های فشارقوی از این دیدگاه تابعی است از شرایط منطقه‌ای که خط انتقال یا پست در آن واقع شده است. تحت چنین شرایطی نوع املاح آلوده‌کننده، رطوبت هوا، درجه حرارت محیط و دیگر شرایط منطقه در انتخاب نوع و طول فاصله خزشی مقره‌ها نقش کلیدی را ایفاء می‌نماید.

ابتدایی‌ترین راه برای مقابله با پدیده آلودگی افزایش فاصله خزشی مقره‌ها می‌باشد، اما استفاده از این روش در برخی مناطق که میزان آلودگی در آنجا بسیار سنگین است می‌تواند مشکلاتی را به همراه داشته باشد. به عنوان مثال دست‌یافتن به فاصله خزشی موردنیاز ممکن است مستلزم استفاده از زنجیره مقره یا مقره‌های طویلی باشد که می‌توانند منجر به افزایش فواصل هوایی موردنیاز در پست گردند که این مسئله از لحاظ فنی و اقتصادی قابل قبول نخواهد بود. از طرف دیگر طراحی و ساخت مقره‌های معمولی که جهت مناطق آلوده مورد استفاده قرار می‌گیرند علاوه بر مشکلات فنی و اجرایی خاص خود (در هنگام ساخت، حمل و نقل، نصب و نگهداری) در برخی موارد نیز از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست. براین اساس انتخاب مقره‌ها با توجه به ولتاژهای فرکانس قدرت و آلودگی، بویژه در مناطقی که میزان آلودگی در آنها بسیار سنگین یا ویژه است، مستلزم بررسی‌های خاصی خواهد بود. با انجام این بررسی‌ها طراح تصمیم می‌گیرد که یک یا تعدادی از تدابیر زیر را انتخاب نماید:

- افزایش فاصله خزشی مقره با استفاده از مقره‌های اتکایی با فاصله خزشی بزرگتر
- استفاده از مقره‌های مخصوص مناطق آلوده در زنجیره مقره‌ها (مانند مقره‌های ضد مه)
- شستشوی دوره‌ای
- گریسکاری مقره‌ها
- استفاده از مقره‌های با لعاب نیمه هادی[1]
- استفاده از مقره‌های ترکیبی

omoorepeyman.ir

1. Semiconducting glaze insulators

- استفاده از مقره‌های یکپارچه * در زنجیره مقره

در ادامه روش انتخاب مقره‌ها براساس ولتاژهای فرکانس قدرت و آلودگی، با استفاده از دستورالعملهای ارائه‌شده در استاندارد IEC شماره ۶۰۸۱۵، ارائه می‌شود [۶]. دستورالعملهای ارائه‌شده در استاندارد مذکور برای مقره‌های شیشه‌ای و چینی متداولی که در پست‌های فشارقوی به کار می‌روند مورد استفاده قرار می‌گیرد و استفاده مستقیم از مطالب آن برای مقره‌های خاصی همچون مقره‌های ترکیبی و مقره‌های با لعاب نیمه هادی توصیه نمی‌شود. در چنین مواردی می‌توان از توصیه‌های ارائه‌شده از سوی سازندگان این قبیل مقره‌ها که با دلایل متقن به اثبات رسیده باشد، استفاده نمود.

روش گام به گام طراحی به شرح ذیل می‌باشد:

گام اول:

در رابطه با اضافه ولتاژهای فرکانس قدرت، زنجیره مقره یا مقره‌های اتکایی می‌بایستی به‌گونه‌ای انتخاب شوند که سطح استقامت عایقی آنها در برابر اضافه ولتاژهای فرکانس قدرت، تحت شرایط محیطی استاندارد، حداقل برابر با مقدار استاندارد ولتاژ تحمل فرکانس قدرتی باشد که با استفاده از مطالعات هماهنگی عایقی، برای استراکچری از شینه که مقره‌ها در آنجا مورد استفاده قرارگرفته‌اند، تعیین شده است. استفاده از این اضافه‌ولتاژها به عنوان مبنای انتخاب مقره‌ها از دیدگاه پدیده آلودگی صحیح نمی‌باشد، بلکه مبنای انتخاب مقره‌ها از دیدگاه پدیده آلودگی می‌بایستی ولتاژ فرکانس قدرتی باشد که تقریباً به طور دائم به مقره‌ها اعمال می‌شود. درصورتی که زمان و دامنه مشاهده شده برای این قبیل اضافه ولتاژها فراتر از حدود مجاز باشد، تدابیر خاصی به منظور کنترل اضافه ولتاژها و احیاناً انتخاب این قبیل اضافه ولتاژها به عنوان مبنای انتخاب مقره‌ها با توجه به پدیده آلودگی می‌بایستی اتخاذ گردد.

گام دوم:

سطح آلودگی مورد انتظار در محل پست تعیین می‌گردد. مطابق استاندارد IEC شماره ۶۰۸۱۵ این سطوح به چهار گروه: سبک، متوسط، سنگین و خیلی سنگین تقسیم‌بندی می‌شوند. برای تعیین سطح آلودگی مورد انتظار در محل پست فشارقوی در مناطق مختلف ایران می‌توان از اطلاعات ارائه‌شده در گزارش "طبقه‌بندی شرایط اقلیمی و محیطی" استفاده نمود.

گام سوم:

براساس سطح آلودگی مورد انتظار در محل پست، مطابق جدول (۲-۱) حداقل فاصله خزشی نامی برحسب میلی‌متر بر کیلوولت حداکثر ولتاژ فاز- فاز سیستم، تعیین می‌شود.

جدول ۲-۱: حداقل فاصله خزشی نامی باتوجه به سطح آلودگی موردانتظار در محل پست

سطح آلودگی	حداقل فاصله خزشی نامی برحسب میلیمتر برکیلوولت حداکثر ولتاژ فاز- فاز سیستم
سبک	۱۶
متوسط	۲۰
سنگین	۲۵
خیلی سنگین	۳۱

omoorepeyman.ir

1. Long rod insulators

توجه:

- در مناطقی که میزان آلودگی در آنجا ناچیز است، می‌توان از فواصل خزشی کمتر از ۱۶ نیز استفاده نمود اما حد پایین این فاصله نمی‌بایستی کمتر از ۱۲ باشد.
- در مناطقی که میزان آلودگی در آنجا بسیار زیاد یا ویژه می‌باشد، میزان فاصله خزشی ۳۱ ممکن است کفایت ننماید که درچنین مواردی براساس تجارب و نتایج آزمونهای آزمایشگاهی می‌توان مقادیر بزرگتری از فاصله خزشی را مورد استفاده قرارداد. در برخی موارد شاید استفاده از گزینه‌های دیگری همچون: شستشوی دوره‌ای مقره‌ها، گریس‌زدن مقره‌ها و ... مناسب‌تر باشد.

گام چهارم:

کل فاصله خزشی موردنیاز در زنجیره مقره یا مقره اتکایی تعیین می‌شود. برای این کار از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$L_e = U_m \ CD_I \ K_d \qquad (۵-۲)$$

که در آن :

L_e: کل فاصله خزشی مورد نیاز در زنجیره مقره یا مقره اتکایی، بر حسب میلی‌متر

U_m: حداکثر مقدار موثر ولتاژ فاز به فاز فرکانس قدرت سیستم، برحسب کیلوولت

CD_I: حداقل فاصله خزشی نامی، بر حسب میلیمتر بر کیلوولت، می‌باشد که در گام سوم تعیین شده است و

K_d: ضریب اصلاح فاصله خزشی مقره‌های اتکایی بر اساس مقدار قطر متوسط آنها می‌باشد و از رابطه (۲-۶) بدست می‌آید. مقدار این ضریب برای زنجیره مقره‌ها نوعاً برابر یک درنظر گرفته می‌شود.

گام پنجم:

با استفاده از مقدار استخراج شده برای L_e، طول زنجیره مقره،تعداد و نوع مقره‌ها جهت حصول به عملکرد رضایت بخش زنجیره مقره در شرایط آلودگی محل پست، تعیین می‌شود. درمورد مقره‌های اتکایی نیز، مقره انتخاب شده می‌بایستی دارای فاصله خزشی برابر یا بزرگتر از L_e باشد. درمورد زنجیره مقره، پس از انتخاب نوع خاصی از واحدهای مقره‌ای، تعداد مقره‌ها با تقسیم L_e بر طول فاصله خزشی واحد مقره انتخاب شده بدست می‌آید و در نهایت طول زنجیره مقره با ضرب کردن تعداد مقره‌ها در طول نامی یکی از مقره‌ها تعیین می‌شود.

- اثر قطر مقره

آزمایشهای مختلف نشان می‌دهد که عملکرد مقره‌های اتکایی تحت شرایط آلودگی با افزایش قطر متوسط آنها کاهش پیدا می‌کند. این ویژگی توسط پارامتر K_d مشخص می‌شود و مقادیر زیر که برای K_d پیشنهاد شده‌اند، باعث افزایش فاصله خزشی مقره با توجه به مقدار متوسط قطر مقره می‌شوند.

$$\begin{cases} K_d=1 & \text{اگر } D_m<300mm \\ K_d=1.1 & \text{اگر } 300\le D_m\le 500mm \\ K_d=1.2 & \text{اگر } D_m>500mm \end{cases} \qquad (۶-۲)$$

که در آن D_m قطر متوسط مقره، بر حسب میلیمتر، می‌باشد و با توجه به شکل‌های (۲-۷) و (۲-۸) از روابط زیر تعیین می‌شود:

omoorepeyman.ir

$$D_m = \frac{D_e + D_i}{2}$$ برای مقره‌های نشان داده شده درشکل (۲-۷) (۲-۷)

$$D_m = \frac{D_{e1} + D_{e2} + 2D_i}{4}$$ برای مقره‌های نشان داده شده درشکل (۲-۸) (۲-۸)

گام ششم:

برای استفاده درست و مفید از فاصله خزشی بدست‌آمده از گام قبلی، پارامترهای مشخص‌کننده ابعاد مقره‌ها نیز باید در محاسبات وارد شوند. این پارامترها عمدتاً از تجربیات و آزمونها بدست آمده‌اند و به عوامل مختلفی از قبیل: شکل چترها یا پروفیل مقره، قطر و نحوه نصب مقره در هنگام بهره‌برداری وابسته می‌باشند. این پارامترها عبارتند از:

- حداقل فاصله بین چترهای مقره، C

پارامتر C، نشان‌دهنده کمترین فاصله بین چترهای مجاور هم که دارای یک قطر هستند، می‌باشد و آن عبارت است از طول خطی که از پایین‌ترین نقطه شیار بیرونی چتر به چتر پائینی که با آن هم قطر است، عمود گردد. این پارامتر در شکل (۲-۱) نشان داده شده است.

این فاصله از این نظر که در شرایط بارانی از اتصال کوتاه‌شدن بین دو چتر متوالی اجتناب گردد لازم می‌باشد. مطابق اطلاعاتی که در حال حاضر موجود است، انتخاب مقداری در حدود ۳۰ میلیمتر یا بیشتر برای پارامتر C می‌تواند این نیازمندی را برآورده سازد. برای مقره‌هایی که طول کلی آنها کمتر یا برابر ۵۵۰ میلیمتر بوده و یا برای مقره‌هایی که طول بازوی کوچک آنها (P_2 در شکل ۲-۴) کمتر یا مساوی ۴۰ میلیمتر است، مقدار C می‌تواند در حدود ۲۰ میلیمتر نیز درنظر گرفته شود.

- نسبت بین فاصله دوچتر متوالی و طول بازوی چتر، $\frac{S}{P}$

به منظور جلوگیری از ایجاد فواصل خزشی بزرگ اختیاری، در نتیجه بکارگیری ابعاد غیرمتعارفی از بازوی چتر (P) یا افزایش بیش از حد تعداد چترها، از عامل محدودکننده‌ای که به کمک نسبت $\frac{S}{P}$ تعیین می‌شود استفاده به عمل می‌آید. این نسبت ازنظر خاصیت خودشویندگی مقره‌ها مهم است. نسبت $\frac{S}{P}$ می‌بایستی برابر یا بزرگتر از ۰/۸ باشد. تجربه نشان می‌دهد که این مقدار برای مقره‌هایی که چتر آنها صاف و بدون شیار است می‌تواند تا مقدار ۰/۶۵ نیز کاهش پیداکند.

S فاصله عمودی بین دو نقطه مشابه از چترهای متوالی و P حداکثر طول بازوی چتر می‌باشد. این پارامترها در شکل‌های (۲-۳) تا (۲-۶) نشان داده شده‌اند.

- نسبت بین فاصله خزشی و فاصله هوایی، $\frac{L_d}{d}$

نسبت $\frac{L_d}{d}$ در تنظیم فاصله خزشی به‌گونه‌ای که از ایجاد اتصال کوتاه موضعی اجتناب گردد به کار گرفته می‌شود. مقدار این نسبت می‌بایستی کوچکتر از ۵ باشد. این نسبت در هر مقطعی می‌بایستی برای بدترین حالت کنترل گردد (به عنوان مثال در بخشهای زیرین پروفیل مقره ضدمه [1]).

1. Antifog insulator

omoorepeyman.ir

d فاصله مستقیم هوایی بین آن دو نقطه انتخاب شده است. این دو نقطه می‌تواند روی عایق مقره و یا بین یک نقطه از عایق مقره و یک نقطه از قسمت فلزی مقره باشد. L_d نیز قسمتی از فاصله خزشی است که مابین دو نقطه مذکور محدود می‌شود. این پارامترها در شکل‌های (۲-۳) تا (۲-۶) نشان داده شده‌اند.

- مقره‌هایی با چترهای متفاوت

تفاضل P_1-P_2 بین بازوهای دو چتر متوالی، به منظور جلوگیری از اتصال کوتاه بین آنها در هنگام بارندگی، مهم است. P_1 طول بازوی چتر برای چتر بزرگتر و P_2 طول بازوی چتر برای چتر کوچکتر می‌باشد. این تفاضل می‌بایستی بزرگتر یا مساوی ۱۵ میلیمتر باشد.

- شیب چترها

این پارامتر از جهت خاصیت خودشویندگی مقره‌ها حائز اهمیت است. برای رویه چتر، حداقل شیب چتر (α در شکل ۲-۲) می‌بایستی بزرگتر از ۵ درجه باشد. برای قسمت زیرین چتر هیچگونه مقدار حداقلی ارائه نشده است. با این حال، اگر قسمت زیرین چتر فاقد شیار است، مقدار حداقل زاویه ۲ درجه برای شیب چتر توصیه می‌شود.

- فاکتورهای فاصله خزشی و پروفیل قطری و پارامترهای تعیین‌کننده

مقره‌ها براساس عملکردی که از آنها تحت شرایط آلودگی متفاوت انتظار می‌رود، به روشهای مختلفی طراحی می‌شوند. وقتی که شدت آلودگی افزایش می‌یابد، یک راه‌حل برای بدست‌آوردن فاصله خزشی موردنیاز، افزودن طول مقره بدون تغییر پروفیل چتر می‌باشد. با این حال، این راه‌حل برای مناطق با آلودگی بالا اقتصادی نمی‌باشد. بنابراین می‌بایستی از مقره‌هایی با پروفیل‌های متفاوت برای نقاط با شدت آلودگی مختلف استفاده نمود. این مسئله باعث تعریف ضرایب محدودکننده‌ای که در زیر تعریف می‌گردند شده است. پارامترهای مختلفی که تا بحال مورد بحث قرار گرفته‌اند، تنها بخشهایی از پروفیل مقره را بصورت موضعی معین می‌نمایند. اما دو پارامتری که اکنون معرفی می‌شوند، یعنی فاکتور فاصله خزشی (CF) و فاکتور پروفیل (PF)، مقره را به صورت کلی مشخص می‌سازند. این دو پارامتر به شدت آلودگی منطقه وابسته هستند.

CF یک مفهوم تئوری و علمی دارد، در حالی که PF یک مفهوم عملی مبتنی بر تجربه دارد. CF را می‌توان برای معین نمودن پروفیل انواع مقره‌ها مورد استفاده قرار داد، در حالیکه PF برای مقره‌های بشقابی قابل استفاده نمی‌باشد.

- فاکتور فاصله خزشی، CF

فاکتور فاصله خزشی برابر نسبت $\frac{L_t}{S_t}$ است که L_t مشخص‌کننده کل فاصله خزشی یک مقره و S_t کوتاهترین فاصله جرقه در هوا و درخارج از مقره (بدون درنظر گرفتن شاخکهای هوایی مقره) و مابین قسمتهای فلزی است که عموماً ولتاژ بهره‌برداری به آنها اعمال می‌گردد. مقادیر پیشنهاد شده برای این ضریب در مناطق با آلودگی سبک و متوسط کوچکتر یا مساوی ۳/۵ و در مناطق با آلودگی سنگین و خیلی سنگین کوچکتر یا مساوی ۴ است.

لازم به توضیح است که اگر مقره‌ای دارای CF بزرگتر از مقادیر فوق باشد، پروفیل مقره در صورتی قابل قبول خواهد بود که یا در آن محل به صورت تجربی امتحان خود را داده باشد و یا در آزمونهای به عمل آمده در شرایط محیطی مشابه، عملکرد درست و قابل قبولی را از خود نشان داده باشد.

omoorepeyman.ir

- فاکتور پروفیل، PF

فاکتور پروفیل به صورت نسبت بین فاصله خزشی ساده شده به فاصله خزشی واقعی که در حد فاصل دو نقطه به فاصله S از هم وجود دارد، تعریف می‌شود. فاصله خزشی ساده شده به صورت زیر تعریف می‌شود:

2P+S برای مقره‌های نشان داده شده درشکل‌های (۲-۳) و (۲-۶) و $2P_1+2P_2+S$ برای مقره‌های نشان داده شده در شکل (۲-۴). پارامترهای P، S ، P_1 و P_2 درشکل‌های (۲-۳) و (۲-۶) نشان داده شده‌اند.

بنابراین فاکتور پروفیل برابر است با :

$$PF = \frac{2P + S}{L}$$ (۲-۹) برای مقره‌های نشان داده شده در شکل‌های (۲-۳) و (۲-۶)

$$PF = \frac{2P_1 + 2P_2 + S}{L}$$ (۲-۱۰) برای مقره‌های نشان داده شده درشکل (۲-۴)

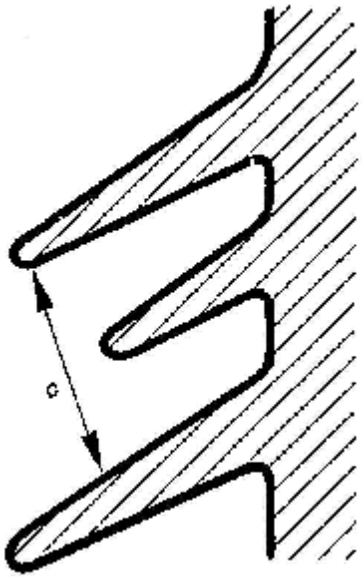
در روابط فوق L فاصله خزشی واقعی مقره بین دو نقطه‌ای است که از آن دو نقطه مقدار S مشخص شده است. مقادیر پیشنهاد شده برای فاکتور پروفیل در مناطق با آلودگی سبک و متوسط بزرگتر از ۰/۸ و برای مناطق با آلودگی سنگین و خیلی سنگین بزرگتر از ۰/۷ می‌باشد.

لازم به توضیح است که اگر مقره‌ای دارای PF کوچکتر از مقادیر فوق باشد در صورتی پروفیل مقره قابل قبول خواهد بود که یا در آن محل به صورت تجربی امتحان خود را داده باشد و یا در آزمونهای به عمل آمده در شرایط محیطی مشابه عملکرد درست وقابل قبولی از خود نشان داده باشد.

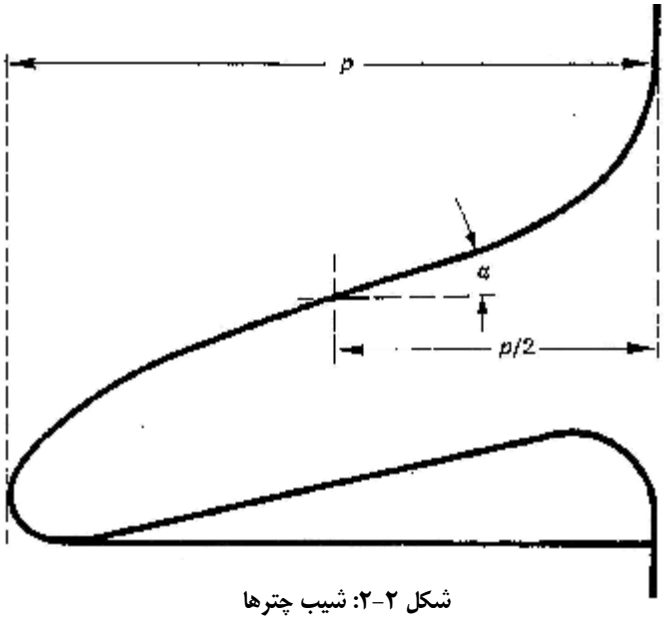
توجه :

- وقتیکه مقره تمیزی به زنجیره مقره اضافه می‌شود و یا واحد مقره آلوده‌ای تعویض می‌گردد، کل زنجیره مقره قبل از اعمال ولتاژ به زنجیره مقره می‌بایستی تمیز گردد.
- فاصله خزشی حفاظت شده نباید به عنوان یک پارامتر تعیین‌کننده پروفیل چتر تعریف گردد. زیرا برای باز بودن یا بسته بودن پروفیل چتر هیچگونه قانون عمومی قابل تعریف نبوده و این مسئله به شرایط آلودگی محیط، شرایط خود شویندگی مقره و نحوه نصب و قرارگیری مقره (شیب زاویه) در پست وابسته می‌باشد. به عنوان مثال برای مقره‌هایی که به صورت عمودی در محوطه‌های آلوده به طوفانهای نمکی و بارانهای شدید و متناوب نصب می‌گردند، پروفیل‌های حفاظت شده (پروفیل‌هایی با شیارهای تحتانی یا زاویه چتر تند) مفید خواهند بود. اما برای مقره‌هایی که در محوطه‌هایی با شدت باران کم یا مناطق کویری و صنعتی (که ذرات آلودگی توسط هوا حمل می‌شوند) مورد استفاده قرار می‌گیرند، استفاده ازمقره‌هایی با پروفیل باز (یا آیرودینامیک) عملکرد مطلوب‌تری را به دنبال خواهد داشت. تحت چنین شرایطی فاصله خزشی شیارهای پایینی مقره می‌تواند بواسطه پرشدن با املاح آلودگی از کار باز بماند.

omoorepeyman.ir

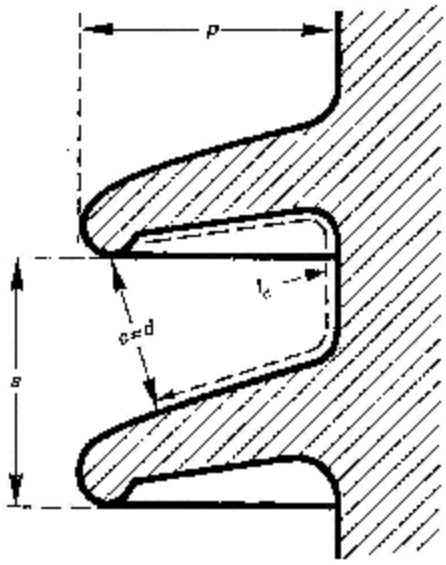


شکل ۲-۱: حداقل فاصله C مابین چترها

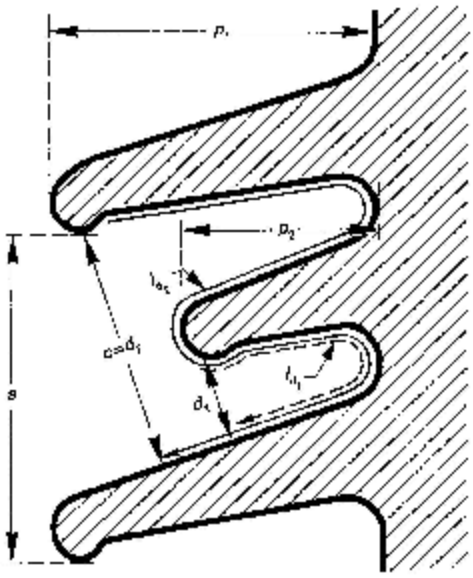


شکل ۲-۲: شیب چترها

omoorepeyman.ir

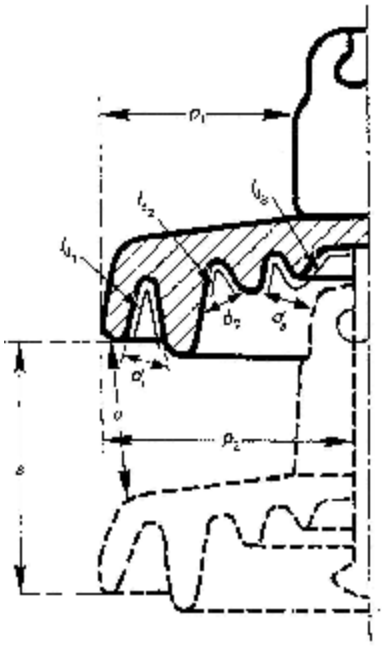


شکل۲-۳: چترهای معمولی

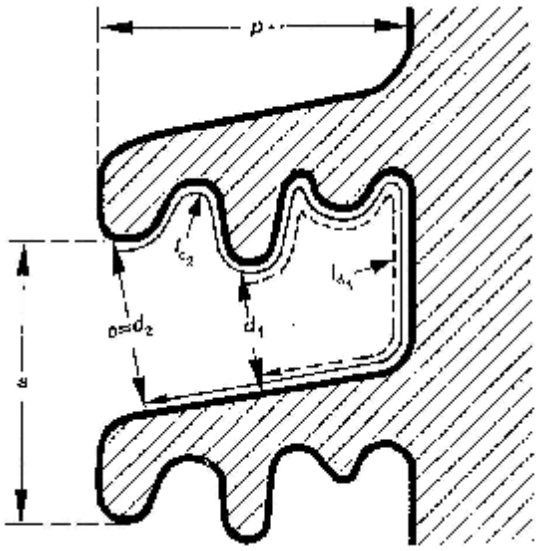


شکل ۲-٤: نمونه چترهای دیگر

omoorepeyman.ir

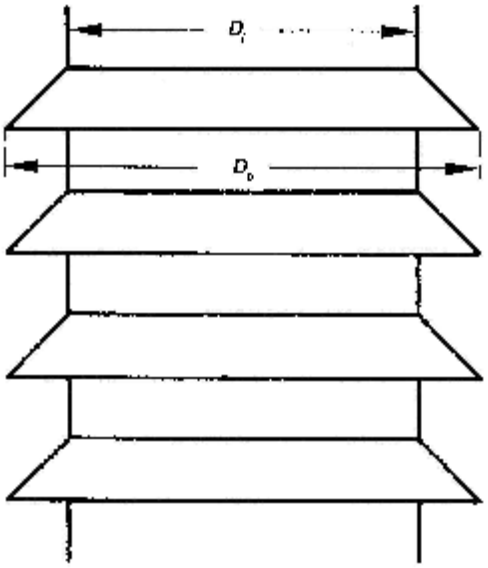


شکل ۲-۵: مقره‌های بشقابی از نوع Cap &Pin

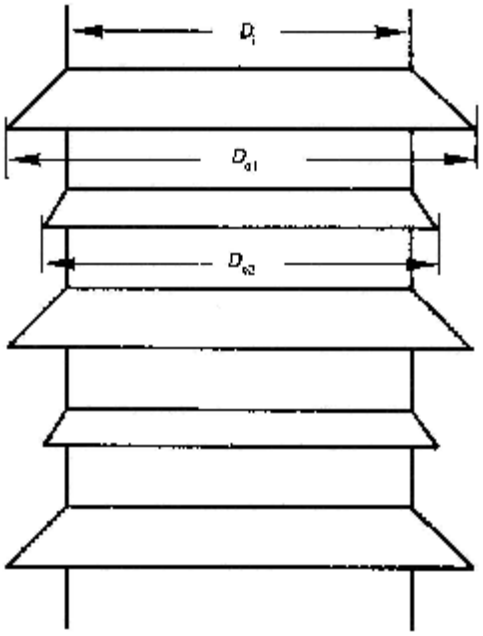


شکل ۲-٦: چترهای با شیارهای زیرین

omoorepeyman.ir



شکل ۲-۷: مقره اتکایی با چترهای معمولی



شکل ۲-۸: مقره اتکایی با چترهای متفاوت

omoorepeyman.ir

۲-۲-٤- کرونا و تداخلات رادیویی*

کرونا سبب انتشار امواجی با فرکانس بالا شده که این امر به نوبه خود باعث ایجاد پارازیت و نویز در گیرنده‌های رادیویی نزدیک می‌گردد. در سطوح ولتاژی انتقال این اثرات بسیار مهم است و با اهمیت‌تر از بررسی تلفات کرونا خواهد بود. تداخل در امواج رادیویی در هوای بارانی و مرطوب بیشتر بوده و می‌تواند مزاحم جدی برای ساکنان مجاور پست فشارقوی باشد.

درخطوط و پستهای فشار قوی نویز رادیویی می‌بایستی حتی‌الامکان کم باشد به طوری که نویز رادیویی ناشی از کرونا بر روی هادی و همچنین بر روی مقره‌ها هر دو از حدود مجاز تجاوز ننمایند. در عمل بیان اینکه چه سطحی از تداخلات رادیویی موجب نویز غیر مجاز می‌شوند بسیار مشکل است. این بدان معنی است که همیشه مقداری سطح تداخل در محیط (بدون وجود خطوط انتقال و پست‌های فشارقوی و ناشی از عوامل دیگر) وجود دارد و از سوی دیگر شدت سیگنال دریافتی رادیویی در محل نیز بسیار مهم است. پست‌های فشارقوی که در اطراف شهرها به علت پائین بودن سطح تداخل رادیویی در محیط و همچنین پایین بودن شدت سیگنال رادیویی دریافتی به عنوان پست اغتشاشی محسوب می‌گردد در یک منطقه شهری که سطح اغتشاشات محیطی و نیز سیگنال رادیویی دریافتی قوی می‌باشد به عنوان پست با اغتشاش کم مطرح می‌شود. به همین دلیل از کمیت سیگنال به نویز (SNR) برای روشن شدن این مسئله استفاده می‌شود. این کمیت به معنای نسبت قدرت متوسط سیگنال در یک باند رادیویی به قدرت متوسط سطح نویز در همان باند رادیویی می‌باشد.

عموماً در طراحی خطوط انتقال و پست‌های فشارقوی میزان نویز به حدی کاهش داده می‌شود که نسبت سیگنال به نویز بیش از مقدار مشخصی باشد. استاندارد IEC شماره ۶۰۴۳۷ نحوه اندازه‌گیری تداخلات رادیویی را برای مقره‌های خشک و تمیز بیان نموده است. علاوه بر این از استانداردهای NEMA شماره ۱۰۷، ANSI C29.1 و IEEE شماره ۵۳۹ نیز می‌توان برای مقاصد ذکر شده استفاده نمود.

در عمل با انتخاب یراق‌آلات مناسب برای مقره‌های اتکایی و زنجیره مقره‌ها (همچون رینگهای کرونا) می‌توان به نحو مؤثری از بروز پدیده کرونا و تداخلات رادیویی جلوگیری نموده و یا حداقل شدت آن را کاهش داد.

۲-۳- انتخاب مقره‌ها بر اساس معیارهای مکانیکی

مقره‌های پست‌های فشارقوی می‌بایستی از نظر استقامت مکانیکی چنان باشند که بتوانند نیروهای اعمال شده را در شرایط طبیعی و نرمال، از جمله وزن هادی، نیروهای ناشی از وزش باد، وزن یخ و برف را تحمل کنند و همچنین تحمل نیروهای غیرطبیعی ناشی از اتصال کوتاه، نوسان هادیها و زمین لرزه را داشته باشند. همچنین قابلیت اطمینان مقره‌ها می‌بایستی طولانی مدت باشد.

برای محاسبه نیروهای اعمال شده بر مقره‌های اتکایی و زنجیره مقره‌های مورد استفاده در شینه‌های پست‌های فشارقوی و نیز اطلاع از نحوه ترکیب بارگذاری (ترکیب بار شماره ۱: باد معمولی همراه یخ، ترکیب بار شماره ۲: باد شدید بدون یخ، ترکیب بار شماره ۳: باد شدید بدون یخ همراه با بار اتصال کوتاه، ترکیب بار شماره ۴: بار زلزله در جهت هادی، بار اتصال کوتاه، بدون باد و یخ، ترکیب بار شماره ۵: بار زلزله در جهت عمود بر هادی، بار اتصال کوتاه، بدون باد و یخ) و تأثیر این نیروها و حواشی ایمنی مورد نیاز (ضرائب اطمینان برای مقره‌های اتکایی برای حالت استاتیکی (بدون زلزله و یا بدون اتصال کوتاه) برابر ۲/۵ و برای حالت دینامیکی (با زلزله و

1. Radio interference

omoorepeyman.ir

یا با اتصال کوتاه) برابر ۱/۵ می‌باشد) می‌توان به گزارشهای " ترکیبات بارگذاری در پست‌های فشارقوی"، " مشخصات فنی، عمومی و اجرایی شینه‌ها و هادی‌ها در پست‌های فشارقوی" و "مشخصات فنی، عمومی و اجرایی مقره‌های خطوط انتقال" مراجعه نمود.

۲-٤- انتخاب نهایی مقره‌ها

گزینش نهایی مقره‌ها بر اساس معیارهای فنی و اقتصادی موثردر طراحی پست‌های فشارقوی صورت می‌پذیرد. در این انتخاب نهایی، ملاک‌های زیر می‌بایستی در نظر گرفته شوند:

- مقره‌های انتخاب شده می‌بایستی معیارهای الکتریکی و مکانیکی بندهای (۲-۲) و (۲-۳) را برآورده سازند.
- مقره‌های انتخاب شده می‌بایستی قابلیت اطمینان خود را در طولانی‌مدت از دست ندهند.
- مقره‌های اتکایی و زنجیره مقره‌ها به همراه یراق‌آلات، می‌بایستی به یک طرح بهینه از لحاظ فنی و اقتصادی منجر شود.
- در صورت استفاده از تجهیزات حفاظتی همچون جرقه‌گیرها، برقگیرها و رینگ‌های کرونا در مقره‌های اتکایی و زنجیره مقره‌ها، می‌بایستی مشخصات این قبیل تجهیزات نیز در هنگام انتخاب مقره‌ها مورد توجه قرار گیرد (در چنین مواردی پیشنهاد می‌شودکه از اطلاعات ارائه شده از سوی سازندگان مقره‌ها و این قبیل تجهیزات حفاظتی استفاده گردد).

۲-۵- یک نمونه از طراحی

دراین بخش یک مثال کاربردی از انتخاب مقره‌های اتکایی در یک پست فشارقوی ارائه می‌شود. اطلاعات ورودی موردنیاز به شرح ذیل می‌باشند:

- ولتاژ نامی: ۲۳۰ کیلوولت
- حداکثر ولتاژ: ۲۴۵ کیلوولت
- ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه صاعقه در شرایط محیطی استاندارد: ۹۵۰ کیلوولت
- ولتاژ تحمل فرکانس قدرت در شرایط محیطی استاندارد: ۳۹۵ کیلوولت
- سطح آلودگی منطقه : سبک
- حداکثر نیروی خمشی که مقره‌های اتکایی می‌بایستی تحمل کنند: ۱۱ کیلونیوتن*

حل :

مطابق توضیحات ارائه شده در بندهای (۲-۲) تا (۲-۳)، مقره‌های اتکایی انتخاب شده از نقطه‌نظر مشخصات الکتریکی می‌بایستی حداقل قادر به تحمل ولتاژ موج ضربه صاعقه ۹۵۰ کیلوولت و ولتاژ فرکانس قدرت ۳۹۵ کیلوولت بوده و علاوه بر آن برای استفاده در مناطق با سطح آلودگی سبک مناسب باشد. از نقطه‌نظر استقامت مکانیکی نیز مقره‌های اتکایی انتخاب شده می‌بایستی نیروهای خمشی برابر یا بزرگتر از ۱۱ کیلونیوتن را تحمل نماید.

از نقطه نظر تحمل آلودگی محل پست، با استفاده از جدول (۲-۱) حداقل فاصله خزشی نامی، جهت مناطق با سطح آلودگی سبک، برابر ۱۶ میلیمتر بر کیلوولت انتخاب می‌گردد. با انتخاب مقدار نوعی ۱/۱ برای K_d و با استفاده از رابطه (۲-۵) کل فاصله خزشی موردنیاز جهت مقره‌های اتکایی مورد استفاده به صورت زیر تعیین می‌گردد:

omoorepeyman.ir

* این نیروها با توجه به ترکیبات بارگزاری محاسبه می شوند که جزئیات آن در گزارش مشخصات فنی و عمومی و اجرایی مقره های خطوط انتقال نیرو آورده شده است.

$L_e=U_mCD_I\ K_d$= ۲۴۵ ×۱۶×۱/۱=۴۳۱۲ mm

با مراجعه به جدول شماره (۱-۱)، مقره‌های اتکایی با علامت اختصاری C12.5-950 که فاصله خزشی مورد نیاز را فراهم می‌نماید (کلاس دوم فاصله خزشی)، می‌تواند هر دو معیارهای الکتریکی و مکانیکی را برآورده سازند. مقره‌های اتکایی انتخاب شده می‌بایستی دارای فاکتور خزشی کوچکتر یا مساوی ۳/۵ و فاکتور پروفیل بزرگتر از ۰/۸ باشند.

omoorepeyman.ir

فصل ۳

الزامات و آزمونها

omoorepeyman.ir

در این فصل نحوه انجام آزمونهای مقره‌های مورد استفاده در پست‌های فشار قوی با سطوح ولتاژی ۶۳ الی ۴۰۰ کیلوولت، جهت حصول اطمینان از کار صحیح و مورد انتظار آنها تشریح می‌گردد.

۳-۱- الزامات و آزمونهای مقره‌های زنجیره‌ای

مقره‌های مورد استفاده در شینه‌های نرم نوعاً همان مقره‌های مورد استفاده در خطوط انتقال نیرو می‌باشند. نحوه انجام آزمونهای الکتریکی و مکانیکی این قبیل مقره‌ها شامل آزمونهای نوعی، نمونه‌ای و جاری[1] و حدود مجاز پارامترهای اندازه‌گیری‌شده برای این قبیل مقره‌ها به طور مفصل در گزارش " مشخصات فنی، عمومی و اجرایی مقره‌های خطوط انتقال _ جلد دوم" ارائه شده است و جهت مقاصد این فصل می‌توان به این گزارش مراجعه نمود.

۳-۲- الزامات و آزمونهای مقره‌های اتکایی

جهت تکیه‌گاه شینه‌های سخت پست‌های فشار قوی ۶۳ الی ۴۰۰ کیلوولت ایران از مقره‌های اتکایی از جنس سرامیک که مجهز به فیتینگهای بیرونی هستند، استفاده به عمل می‌آید. لذا در این بخش نحوه انجام آزمونهای الکتریکی و مکانیکی مقره‌ها شامل آزمونهای نوعی، نمونه‌ای و جاری برای مقره‌های اتکایی از جنس سرامیک تشریح و حدود مجاز پارامترهای اندازه‌گیری‌شده برای این نوع مقره‌ها ارائه می‌گردد. درهنگام استفاده از این بخش به‌کارگیری مراجع ذکرشده الزامی است. مرجع اصلی الزامات و آزمونهای مقره‌های اتکایی مورد استفاده در پست‌های فشار قوی استاندارد IEC شماره ۶۰۱۶۸ می‌باشد.

۳-۲-۱- مقادیر مشخص‌کننده یک مقره اتکایی (برای پستهای روباز[2])

یک مقره اتکایی برحسب مورد ارائه اطلاعات زیر، مشخص می‌شود:

- مقدار تعیین‌شده ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه صاعقه در شرایط خشک.
- مقدار تعیین‌شده ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه کلیدزنی در شرایط مرطوب [*] .
- مقدار تعیین‌شده ولتاژ تحمل فرکانس قدرت در شرایط مرطوب.
- مقدار تعیین‌شده نیروی شکست مکانیکی.
- مقادیر تعیین‌شده ابعاد اصلی، شامل فاصله خزشی.

سایر مشخصه‌های زیر نیز درصورت توافق بین سازنده و خریدار می‌توانند ارائه گردند:

- میزان انحراف [3] تحت نیروی خمشی.
- مشخصه‌های تداخل رادیویی، مطابق با استاندارد IEC شماره ۶۰۴۳۷
- مشخصه‌های استقامت تحت شرایط آلودگی مصنوعی، مطابق با استاندارد IEC شمارهٔ ۶۰۵۰۷

1. Routine test
2. Outdoor

[*] ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه کلیدزنی تنها می‌بایستی برای مقره‌های اتکایی که در پست‌های فشارقوی با سطوح ولتاژی بزرگتر از ۲۳۰ کیلوولت مورد استفاده قرار می‌گیرند، تعیین شود.

3. Deflection

omoorepeyman.ir

کاربرد مشخصه‌های فوق‌الذکر، برحسب سطوح ولتاژی معینی از پست، می‌بایستی توسط معیارهای هماهنگی عایقی ارائه‌شده در استاندارد IEC سری ۶۰۰۷۱ تعیین شود.

۳-۲-۲- دسته‌بندی آزمونها

آزمونها را می‌توان به سه گروه زیر دسته‌بندی نمود:

۳-۲-۲-۱- آزمونهای نوعی[1]

آزمونهای نوعی به منظور تحقیق در مورد مشخصات اصلی مقره که اساساً به طراحی آن بستگی دارند، انجام می‌شوند. این قبیل آزمونها معمولاً بر روی تعداد کمی از مقره‌ها و تنها یک بار در زمان طراحی جدید یا فرآیند ساخت مقره بعمل می‌آیند و تنها زمانی تکرار می‌شوند که طراحی یا فرآیند ساخت مقره تغییر کند. در صورتی که تغییرات انجام گرفته تنها برخی مشخصه‌های معین از مقره را تحت تأثیر قرار دهد، آنگاه فقط ضروری است که آزمون یا آزمونهای مرتبط با این قبیل مشخصه‌ها مجدداً انجام گیرند. علاوه بر این درصورت وجود تأییدیه آزمون معتبر بر روی مقره اتکایی با طراحی و فرآیند ساخت مشابه، انجام آزمونهای نوعی الکتریکی و مکانیکی بر روی طراحی جدید مقره ضرورتی ندارد. مفهوم طراحی مشابه الکتریکی و مکانیکی در بندهای آتی ارائه می‌گردد.

نتایج آزمونهای نوعی بوسیله تأییدیه‌های آزمونی که مورد قبول خریدار بوده و یا بوسیله تأییدیه‌های آزمونی که از یک سازمان ذی‌صلاح اقتباس شده است، تائید می‌شوند. برای آزمونهای مکانیکی، تاییدیه ارائه‌شده از تاریخ صدور برای مدت زمان ۱۰ سال معتبر می‌باشد. برای آزمونهای الکتریکی محدودیت زمانی جهت اعتبار تأییدیه‌ها وجود ندارد.

آزمونهای نوعی می‌بایستی تنها برروی مقره‌هایی صورت گیرند که کلیه الزامات آزمونهای جاری و نمونه‌ای (غیراز آزمون مکانیکی نمونه‌ای) را برآورده باشند.

۳-۲-۲-۲- آزمونهای نمونه‌ای[2]

آزمونهای نمونه‌ای به منظور تحقیق آن دسته از مشخصه‌های مقره که با فرآیند ساخت و کیفیت مواد المانهای مقره می‌توانند تغییر نمایند، بعمل می‌آیند. آزمونهای نمونه‌ای به عنوان آزمونهای پذیرش بر روی نمونه‌ای از مقره‌ها که به صورت اتفاقی از مجموعه‌ای که الزامات آزمونهای جاری مربوطه را برآورده نموده‌اند، انجام می‌شود.

۳-۲-۲-۳- آزمونهای جاری[3]

آزمونهای جاری به منظور آشکارشدن و جداسازی مقره‌های معیوب درحین فرآیند ساخت به کار می‌رود و می‌بایستی بر روی هر مقره انجام پذیرد.

توجه:

هنگامی که تحت شرایط خاصی، آزمونهای نوعی، نمونه‌ای و جاری به صورت یکجا بر روی طراحی جدیدی از مقره به عمل می‌آیند، عنوان آزمونهای نمونه اولیه[1] به آنها اطلاق می‌گردد.

omoorepeyman.ir

1. Type tests
2. Sample tests
3. Routine tests

۳-۲-۳- آزمون‌های قابل اعمال به مقره‌های اتکایی

۳-۲-۳-۱- آزمونهای نوعی

- آزمونهای استاندارد

آزمون‌های زیر می‌بایستی تنها برای یک‌بار بر روی مقره اتکایی انجام گیرند:

- آزمون ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه صاعقه در شرایط خشک، مطابق بند ۳-۲-۷-۵
- آزمون ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه کلیدزنی در شرایط مرطوب (در موارد مورد نیاز)، مطابق بند ۳-۲-۷-۶
- آزمون ولتاژ تحمل فرکانس قدرت در شرایط مرطوب، مطابق بند ۳-۲-۷-۷
- کنترل ابعاد مقره، مطابق بند ۳-۲-۸-۱
- آزمون نیروی شکست مکانیکی، مطابق بند ۳-۲-۸-۲

- آزمونهای ویژه

در موارد توافق شده بین سازنده و خریدار آزمونهای زیر نیز می‌توانند به عمل آیند:

- آزمونی به منظور بررسی میزان خمیدگی تحت بار مطابق بند ۳-۲-۸-۳
- آزمون تداخل رادیویی مطابق استاندارد IEC شمارهٔ ۶۰۴۳۷
- آزمون آلودگی مصنوعی مطابق استاندارد IEC شمارهٔ ۶۰۵۰۷

۳-۲-۳-۲- آزمونهای نمونه‌ای

آزمونهای نمونه‌ای زیر می‌بایستی بر روی تعدادی از مقره‌های اتکایی که به صورت اتفاقی از مجموعه مقره‌ها تهیه شده‌اند (مطابق بند ۳-۲-۶-۱) انجام گیرند:

- تحقیق ابعاد مقره، مطابق بند ۳-۲-۸-۱
- آزمون دوره‌ای حرارتی، مطابق بند ۳-۲-۸-۴
- آزمون نیروی شکست مکانیکی، مطابق بند ۳-۲-۸-۲
- آزمون تخلخل، مطابق بند ۳-۲-۸-۵
- آزمون روکش روی (گالوانیزاسیون)، مطابق بند ۳-۲-۸-۶

توزیع تعداد نمونه‌های انتخاب شده بین آزمونهای مختلف نیروی شکست مکانیکی (خمشی، پیچشی، کششی و فشاری) می‌بایستی براساس توافق سازنده و خریدار صورت گیرد. در مواردی که عوامل مؤثر ویژه‌ای در شرایط بهره‌برداری از مقره موجود نباشد، آزمون نیروی شکست مکانیکی عموماً می‌بایستی به صورت آزمون خمشی به عمل آید.

در مواقعی که به علت خطای یک مقره اتکایی یا فیتینگ فلزی آن معیار پذیرش یکی از آزمونهای نمونه‌ای برآورده نشود، آزمون مجدد مربوطه به آن می‌بایستی اعمال شود.

1.Prototype tests

omoorepeyman.ir

۳-۲-۳-۳- آزمونهای جاری

کلیه آزمونهای زیر می‌بایستی بر روی هر مقره اتکایی به عمل آیند.

- آزمون بازرسی بصری، مطابق بند ۳-۲-۸-۷
- آزمون مکانیکی، مطابق بند ۳-۲-۸-۸

۳-۲-٤- تضمین کیفیت[1]

برنامه تضمین کیفیت، جهت دستیابی به نیازمندیهای این بخش، می‌تواند پس از توافق بین خریدار و سازنده جهت تحقیق کیفیت مقره‌ها درحین مراحل ساخت، درنظر گرفته شود.

اطلاعات کامل‌تر در ارتباط با استفاده از تضمین کیفیت در استانداردهای بین‌المللی ISO شماره‌های ۹۰۰۰ تا ۹۰۰۴ ارائه شده است.

استانداردهای معتبر داخلی[2] نیز برای برنامه‌های تضمین کیفیت قابل رجوع می‌باشند.

۳-۲-۵- الزامات عمومی برای آزمونهای نوعی

۳-۲-۵-۱- انتخاب مقره برای آزمونهای نوعی

درحالت عادی، برای هر آزمونی تنها یک مقره اتکایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آزمون می‌بایستی بر روی مقره‌ای انجام گیرد که کلیه نیازمندیهای آزمونهای جاری و نمونه‌ای، غیر از آزمون مکانیکی نمونه‌ای را برآورده باشد. مقره‌هایی که جهت انجام آزمونهایی نوعی مورد استفاده قرار می‌گیرند، به جهت امکان تحت تأثیر قرارگرفتن مشخصه‌های مکانیکی و یا الکتریکی آنها درحین انجام آزمونها، نمی‌بایستی پس از اتمام آزمونها مورد استفاده قرار گیرند.

۳-۲-۵-۲- کنترل ابعاد مقره

قبل از آغاز آزمونها می‌بایستی ابعاد مورد نیاز مقره اتکایی که قرار است در آزمونهای نوعی مورد استفاده قرار گیرد کنترل شود. رویه انجام این کار در بندهای بعدی ارائه می‌شود.

توجه:

با توافق بین سازنده و خریدار، می‌توان مقره‌ای که تغییرات ابعاد آن فراتر از تلورانس‌های مشخص‌شده در نقشه یا استاندارد است، جهت انجام آزمونها مورد استفاده قرار داد. این وضعیت به شرطی قابل قبول خواهد بود که تغییرات بوجود آمده عملکرد مقره تحت آزمون را تحت تاثیر قرار ندهد. این موضوع درمورد انجام آزمونهای نوعی بر روی مقره‌ای که سطوح معیوب لعاب آن بیشتر از مقادیر مجاز ارائه شده در بندهای آتی می‌باشد نیز صادق است.

۳-۲-۵-۳- آزمونهای نوعی الکتریکی

آزمونهای نوعی الکتریکی می‌بایستی تنها یک بار و بر روی یک مقره اتکایی به عمل آیند.

omoorepeyman.ir

1. Quality assurance
2. National standards

نتایج بدست‌آمده از انجام آزمونهای نوعی الکتریکی بر روی یک مقره اتکایی می‌بایستی برای سایر مقره‌های اتکایی که از لحاظ طراحی الکتریکی معادل با مقره تحت آزمون درنظر گرفته می‌شوند یکسان تلقی گردند. مقره‌های معادل، می‌بایستی از مواد مشابه ساخته شده باشند و مشخصه‌های زیر، هنگام مقایسه با مقره اتکایی با طراحی الکتریکی معادل را دارا باشند:

- فاصله قوس [1] یکسان یا بزرگتر باشد.
- قطر نامی هسته یکسان یا کوچکتر باشد.
- تعداد و موقعیت تقریبی فیتینگهای فلزی مشابه باشد.
- فاصله نامی چترها[2]، در محدوده ۵ ± درصد تلورانس، مشابه باشد.
- برآمدگی نامی چترها[3]، در محدوده ۱۰ ± درصد تلورانس، مشابه باشد.
- پروفیل چترها یکسان باشد.

توجه:

۱- اثر شکل و سایز فیتینگهای فلزی بر روی معادل بودن طراحی الکتریکی مقره‌ها ممکن است مستلزم ملاحظات ویژه‌ای باشد.

۲- ولتاژهای تحمل و جرقه مقره‌ها تحت شرایط بهره‌برداری واقعی ممکن است با مقادیر بدست‌آمده تحت شرایط آزمون استاندارد متفاوت باشند. این ویژگی درموقع انجام آزمون موج ضربه صاعقه، بویژه برای تجهیزات فشار قوی با ولتاژهای خیلی بالا، قابل مشاهده خواهد بود. اما تأثیر شرایط محیطی و آرایش استقرار مقره اتکایی و اتصالات جانبی آن در مورد امواج ضربه کلیدزنی بیشتر است. این مسئله به جهت وجود اختلاف بین توزیع میدان الکتریکی در وضعیت آرایش استقرار مقره تحت شرایط آزمون استاندارد و شرایط کار و استقرار واقعی می‌باشد. بنابراین تحقیق ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه کلیدزنی معین‌شده ممکن است مستلزم استفاده از نحوه استقراری از مقره اتکایی باشد که به خوبی شرایط سرویس واقعی را به نمایش می‌گذارد. بنابراین جزئیات نحوه استقرار مقره می‌بایستی مطابق با توافق صورت گرفته بین سازنده و خریدار باشد.

۳- مفهوم طراحی الکتریکی معادل اساساً در این گزارش به آزمونها اختصاص دارد. تأثیر تفاوت فواصل خزشی نامی در مقره‌های اتکایی با طراحی الکتریکی معادل، ممکن است از نقطه نظر عملکرد آنها تحت شرایط آلودگی درنظر گرفته شود.

۳-۲-۵-٤- آزمونهای نوعی نیروی شکست مکانیکی

آزمون جهت تعیین استقامت مکانیکی تنها یک بار و بر روی یک مقره اتکایی به عمل می‌آید. درحالت عادی، این آزمون یک آزمون نیروی شکست مکانیکی است که به صورت خمشی اعمال می‌گردد. درمواقعی که اطلاعات اضافی مورد نیاز می‌باشد، با توافق سازنده و خریدار، یک یا تعدادی از آزمونهای زیر نیز ممکن است به صورت آزمون نوعی به عمل آیند:

- آزمون کششی[4]
- آزمون پیچشی[5]
- آزمون فشاری[6]

نتایج بدست‌آمده از انجام آزمونهای نوعی مکانیکی بر روی یک مقره اتکایی می‌بایستی برای سایر مقره‌های اتکایی که از لحاظ مکانیکی معادل با مقره تحت آزمون قرارگرفته هستند یکسان تلقی گردند.

1. Arcing distance
2. Nominal shed spacing
3. Nominal shed projection
4. Tensile test
5. Torsion test
6. Compression test

omoorepeyman.ir

مقره‌های معادل گرفته‌شده، می‌بایستی از مواد مشابه ساخته شده و فرآیند ساخت آنها نیز مشابه باشد. علاوه بر این می‌بایستی مشخصه‌های زیر، هنگام مقایسه با مقره اتکایی با طراحی مکانیکی مشابه، را دارا باشند:

- قطر نامی استوانه اصلی تشکیل‌دهنده مقره مشابه باشد.
- طراحی اتصال بین بخش عایقی و فیتینگهای فلزی مشابه باشد.
- شکل و سایز بخشهایی از فیتینگهای فلزی که المانهای عایقی را به هم متصل می‌کنند مشابه باشند.
- اختلاف ارتفاع نامی نمی‌بایستی بیش از ۲۰ ± درصد باشد.

توجه:

۱- از آنجا که کلیه عوامل تأثیرگذار در استقامت مکانیکی مقره‌های اتکایی (مواد، فرآیند ساخت و ابعاد) می‌بایستی مشابه باشند (جهت معادل بودن مقره‌ها از لحاظ مکانیکی)، مقادیر استقامت ممان خمشی ($P_0 \times h$)، استقامت کششی و استقامت پیچشی برای آن دسته از مقره‌هایی که از لحاظ طراحی مکانیکی معادل هستند، مشابه خواهد بود. مقادیر کوچکتر، نه بزرگتر، یک یا تعدادی از این مشخصه‌های استقامت مکانیکی، هنگام مقایسه با مقره اتکایی با طراحی مکانیکی معادل، ممکن است بین سازنده و خریدار توافق شود.

۲- هنگام استفاده از مفهوم طراحی مکانیکی معادل، تأثیر اختلاف ارتفاع در استقامت فشاری مقره اتکایی ممکن است مستلزم ملاحظات ویژه‌ای باشد.

۳- یک مقره اتکایی با طراحی مکانیکی معادل ممکن است دارای آرایش‌های نصب مختلفی باشد.

۴- درهنگام ارزیابی معادل‌بودن طراحی مکانیکی، تأثیر اختلاف قابل توجه در قطر خارجی نامی، به جهت تغییر برآمدگی چترها و فاصله چترها، ممکن است مستلزم ملاحظات ویژه‌ای باشد.

۳-۲-٦- الزامات عمومی برای آزمونهای نمونه‌ای

۳-۲-٦-۱- قواعد نمونه‌برداری و رویه‌ها برای آزمونهای نمونه‌ای

تعداد مقره‌های اتکایی مورد استفاده برای آزمون می‌بایستی مطابق با جدول (۳-۱) باشد. خریدار در انتخاب مقره‌ها از مجموعه‌ای که نیازمندیهای آزمونهای جاری را برآورده نموده‌اند حق تقدم دارد.

جدول ۳-۱: تعداد نمونه‌های لازم برای انجام آزمونهای نمونه‌ای

تعداد مقره‌های موجود در مجموعه *(N)*	تعداد نمونه‌های مورد نیاز
$N \leq ۱۰۰$	براساس توافق بین سازنده و خریدار
$۱۰۰ < N \leq ۵۰۰$	یک درصد*
$N > ۵۰۰$	$*4 + \frac{1/5N}{1000}$
* اگر درصد یا محاسبه به یک عدد صحیح منجر نشود، اولین عدد صحیح بزرگتر از مقدار بدست‌آمده می‌بایستی انتخاب گردد.	

آن دسته از مقره‌هایی که در آزمونهای نمونه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند، به جهت امکان تغییر مشخصه‌های مکانیکی و یا الکتریکی آنها در حین انجام آزمونها، نمی‌بایستی بعد از اتمام آزمونها مورد استفاده قرار گیرند.

omoorepeyman.ir

۳-۲-۶-۲- روش آزمون مجدد برای آزمونهای نمونه‌ای

اگر عدم اتمام آزمونهای نمونه‌ای تنها به جهت خطای یک مقره اتکایی یا فیتینگ فلزی آن باشد، یک دسته نمونه جدید، که تعداد مقره‌های موجود در آن معادل دو برابر تعداد مقره‌های اولیه مورد استفاده در آن آزمون است، می‌بایستی برای آزمون مجدد استفاده شود. روش آزمون مجدد می‌بایستی دربرگیرنده آزمونی که در آن خطا رخ داده است بوده و قبل از آن نیز می‌بایستی آن دسته از آزمونهایی که ممکن است اثر قابل توجهی بر روی نتایج آزمون اصلی را دارا باشند، انجام شوند.

اگر عدم اتمام آزمونهای نمونه‌ای به جهت خطای دو یا تعداد بیشتری مقره یا فیتینگهای فلزی آنها باشد، یا اینکه درحین انجام آزمون مجدد خطایی رخ دهد، کل مجموعه به صورت مردود تلقی شده و می‌بایستی به سازنده بازگردانده شود.

بافرض اینکه علت خطا را بتوان به وضوح مشخص نمود، سازنده ممکن است کلیه مقره‌هایی که دارای این نقیصه هستند را از مجموعه جدا کند. آنگاه مجموعه‌ای که مقره‌های ناقص از آن جدا شده است می‌تواند برای آزمون مجدد پذیرفته شود. در این حالت تعداد مقره‌های انتخاب‌شده می‌بایستی سه برابر تعداد مقره‌های اولیه مورد استفاده باشد. آزمون مجدد می‌بایستی دربرگیرنده همان آزمونی که در آن خطا رخ داده است باشد و قبل از آن می‌بایستی آن دسته از آزمونهایی که ممکن است اثر قابل توجهی بر روی نتایج آزمون اصلی را دارا باشند نیز انجام گیرند. اگر مقره‌ای درحین انجام این آزمون مجدد دچار خطا شود، کل مجموعه مردود تلقی می‌گردد.

توجه:

درمواقعی که بروز خطا در آزمون روکش روی (گالوانیزاسیون) به دلیل اعمال نیروی مکانیکی بیش از حد معمول در آزمون‌های پیشین باشد، آزمون مجدد ممکن است بر روی فیتینگهای فلزی مونتاژ نشده و یا سایر مقره‌های اتکایی موجود در مجموعه انجام گیرد.

اگر درحین انجام آزمونهای نمونه‌ای یک یا تعدادی از مقره‌های اتکایی قادر به برآورده کردن تلورانس‌های معین‌شده در بخش‌های آتی یا مقادیر مشخص‌شده در نقشه‌ها نباشند، آنگاه با توافق سازنده و خریدار رویه آزمون مجدد ممکن است با آزمون جاری کنترل تلورانس‌ها جایگزین شود.

توافقی هم ممکن است در رابطه با استفاده از واحدهای مقره اتکایی یا مقره‌های اتکایی که دارای تلورانسهایی خارج از تلورانس‌های معین‌شده هستند به عمل آید. درچنین مواردی، سازنده می‌بایستی یا بر روی هر واحد مقره اتکایی اندازه و محل مغایرت با تلورانس‌های معین‌شده را نشانه‌گذاری کند و یا اینکه درصورت امکان واحدها را به صورت مقره کامل مونتاژ نماید. واحدها و مغایرت‌های اندازه‌گیری‌شده نسبت به تلورانس‌های معین‌شده برای مقره اتکایی کامل، درصورت وجود، می‌بایستی به‌گونه‌ای نشانه‌گذاری شوند که خریدار قادر باشد، پس از تحویل گرفتن مقره به همان طریق مقره را مونتاژ نماید.

۳-۲-۷- رویه‌های آزمون برای آزمونهای الکتریکی

در این بخش رویه‌ها و الزامات مربوط به آزمونهای الکتریکی مقره‌های اتکایی ارائه می‌گردد. برای اطلاع از جزئیات کامل رویه‌های آزمون می‌بایستی به استاندارد IEC شمارهٔ ۱-۶۰۰۶۰ مراجعه نمود.

omoorepeyman.ir

۳-۲-۷-۱- الزامات عمومی برای آزمونهای فشارقوی بالا

- رویه آزمونهای موج ضربه صاعقه، موج ضربه کلیدزنی و ولتاژ فرکانس قدرت می‌بایستی مطابق با استاندارد IEC شمارهٔ ۱-۶۰۰۶۰ باشند.
- ولتاژهای ضربه صاعقه و کلیدزنی می‌بایستی برحسب مقادیر پیک خود و ولتاژهای فرکانس قدرت می‌بایستی برحسب مقدار پیک تقسیم بر $\sqrt{2}$ بیان شوند.
- وقتی که شرایط محیطی در زمان انجام آزمون متفاوت از شرایط استاندارد باشد، می‌بایستی از ضرایب تصحیح شرایط محیطی استفاده نمود. شرایط استاندارد و نحوه استفاده از ضرایب تصحیح شرایط محیطی در بند بعدی ارائه می‌شوند.
- قبل از آغاز آزمونهای فشارقوی مقره‌ها می‌بایستی تمیز و خشک باشند.
- تدابیر ویژه‌ای جهت جلوگیری از تقطیر آب بر روی سطح مقره‌ها می‌بایستی صورت گیرد، بویژه وقتی که رطوبت نسبی نسبتاً زیاد است. به عنوان مثال، مقره می‌بایستی در دمای محیط و در محل آزمون برای مدت زمان مناسبی قرارداده شود تا تعادل حرارتی قبل از آغاز آزمونها فراهم شود.

درصورتیکه رطوبت هوا بیش از ۸۵ درصد باشد، جز در موارد توافق‌شده مابین سازنده و خریدار، آزمونهای شرایط خشک نمی‌بایستی انجام شوند.

- به منظور کاهش آثار ناشی از ولتاژهای اعمالی قبلی در آزمونهای جرقه و تحمل، بازه‌های زمانی مناسبی می‌بایستی مابین اعمال پی‌درپی ولتاژها درنظر گرفته شود.

۳-۲-۷-۲- شرایط محیطی استاندارد و ضرایب تصحیح برای آزمونهای الکتریکی

- شرایط محیطی استاندارد:

شرایط محیطی استاندارد مطابق با شرایط ارائه‌شده در استاندارد IEC شمارهٔ ۱-۶۰۰۶۰ می‌باشند.

- ضرایب تصحیح شرایط محیطی:

ضرایب تصحیح شرایط محیطی می‌بایستی مطابق با استاندارد IEC شمارهٔ ۱-۶۰۰۶۰ تعیین گردند.

چنانچه شرایط محیطی در هنگام انجام آزمون متفاوت از شرایط محیطی استاندارد باشد، ابتدا می‌بایستی ضرایب تصحیحی برای چگالی هوا (K_1) و رطوبت نسبی هوا (K_2) محاسبه شده و آنگاه حاصل ضرب $K=K_1*K_2$ تعیین شود و سپس ولتاژهای آزمون به صورت زیر تصحیح می‌گردند:

ولتاژ آزمون اعمالی = ولتاژ استقامت تعیین‌شده در شرایط استاندارد × K (۱-۳)

$$\text{ولتاژ جرقه ثبت‌شده (برای شرایط استاندارد)} = \frac{\text{ولتاژ جرقه اندازه‌گیری شده}}{K} \quad (۲-۳)$$

توجه:

برای آزمونهای ولتاژ فرکانس قدرت و آزمونهای موج ضربه کلیدزنی در شرایط مرطوب، تصحیح رطوبت نسبی هوا لازم نیست و مقدار ضریب تصحیح مربوط به رطوبت برابر یک درنظر گرفته می‌شود ($K=K_1$, $K_2=1$).

omoorepeyman.ir

۳-۲-۷-۳- پارامترهای باران مصنوعی برای آزمونهای شرایط مرطوب

رویه آزمون در شرایط مرطوب که در استاندارد IEC شمارهٔ ۱-۶۰۰۶۰ ارائه شده است، می‌بایستی مورد استفاده قرار گیرد. مشخصه‌های باران مصنوعی نیز می‌بایستی مطابق با نیازمندیهای این استاندارد باشد.

توجه:

درهنگام انجام آزمونها بر روی مقره‌هایی که بصورت افقی یا شیب‌دار نصب می‌گردند، برای ملاحظه جهت ریزش باران، آرایش استقرار مقره می‌بایستی مطابق با توافق سازنده و خریدار باشد.

۳-۲-۷-٤- آرایش استقرار مقره برای آزمونهای الکتریکی

آرایش استقرار مقره‌های اتکایی برای انجام آزمون‌های الکتریکی به دو موضوع وابسته است: آیا آزمون موج ضربه کلیدزنی موردنیاز هست و آیا شرایط سرویس واقعی لازم است شبیه‌سازی شود یا خیر (لازم به تذکر است که در پاره‌ای از موارد با توجه به حداکثر ولتاژ کاری سیستمی که مقره در آن نصب می‌شود، ممکن است ضرورتی برای انجام آزمون کلیدزنی وجود نداشته باشد).

کلیه آزمون‌های الکتریکی بر روی مقره اتکایی می‌بایستی با استفاده از آرایش استقرار قابل اجرایی که جزئیات آن در ادامه ذکر می‌شود، انجام شوند.

آرایش استقرار استاندارد مقره اتکایی وقتی که آزمونهای موج ضربه کلیدزنی موردنیاز نمی‌باشند:

مقره می‌بایستی به صورت عمودی بر روی یک تکیه‌گاه فلزی افقی زمین‌شده که از ناودانی ساخته شده و بالهای آن به سمت پایین قرار گرفته‌اند، نصب گردد. تکیه‌گاه مذکور می‌بایستی دارای پهنایی تقریباً معادل با قطر پایه مقره تحت آزمون بوده و طول آن حداقل معادل دو برابر ارتفاع مقره باشد. برای مقره‌های اتکایی که ارتفاع آنها کمتر از ۱/۸ متر است، تکیه‌گاه می‌بایستی در ارتفاعی حداقل یک متر بالاتر از سطح زمین قرار گیرد. برای مقره‌های اتکایی با ارتفاع بیشتر، فاصله از سطح زمین می‌بایستی حداقل ۲/۵ متر باشد.

یک هادی استوانه‌ای به صورت موازی با سطح زمین و عمود بر تکیه‌گاه زمین‌شده می‌بایستی به قسمت فوقانی مقره اتکایی متصل شود. طول این هادی می‌بایستی حداقل معادل با ۱/۵ برابر ارتفاع مقره اتکایی بوده و می‌بایستی از هر دو طرف محور طولی مقره حداقل به اندازه یک متر امتداد داشته باشد. قطر هادی مذکور می‌بایستی تقریباً ۱/۵ درصد ارتفاع مقره اتکایی بوده و همچنین نمی‌بایستی از ۲۵ میلی‌متر کوچکتر باشد.

ولتاژ آزمون می‌بایستی بین هادی نصب‌شده بر روی مقره و تکیه‌گاه زمین‌شده اعمال شده و ارتباطات مربوط به ولتاژ فشارقوی می‌بایستی به یکی از دو سر هادی متصل گردد.

درحین انجام آزمون، غیراز اشیاء توصیف‌شده در این بند وجود هرگونه شی دیگری در مجاورت قسمت فوقانی مقره اتکایی که طول آن بزرگتر از ۱/۵ برابر طول مقره اتکایی یا یک متر، هرکدام که بزرگتر هستند، باشد مجاز نیست.

مقره اتکایی می‌بایستی با بخشهایی که جزو الزامات ساختار مقره اتکایی هستند و بوسیله سازنده مشخص می‌شوند، همراه گردد.

آرایش استقرار استاندارد مقره اتکایی وقتی که آزمونهای موج ضربه کلیدزنی موردنیاز می‌باشند:

مقره اتکایی می‌بایستی به صورت عمودی بر روی یک تکیه‌گاه فلزی قائم که زمین‌شده است، نصب گردد. سطح فوقانی تکیه‌گاه فلزی می‌بایستی ترجیحاً دارای سطح استقراری به شکل مربع باشد. پهنای هر یک از اضلاع این مربع می‌بایستی بین یک تا دو برابر

omoorepeyman.ir

قطر فیتینگ فلزی واقع در پایه مقره اتکایی تحت آزمون باشد. سطوح استقراری که به شکل دایره یا مستطیلی هستند نیز به شرطی که ابعاد آنها در چهارچوب توصیف شده برای سطح استقرار مربعی شکل قرار گیرند، قابل استفاده می‌باشند. شکل تکیه‌گاه در زیر سطح استقرار نمی‌بایستی نتایج آزمون را تحت تاثیر قرار دهد و برای اطمینان از این موضوع (بویژه درمورد آزمونهای ولتاژ ضربه کلیدزنی) هیچ قسمتی از تکیه‌گاه، بالاتر از ۵۰ درصد ارتفاع آن، نمی‌بایستی بیش از تصویر صفحه استقرار امتداد داشته باشد.

سطح استقرار تکیه‌گاه فلزی مقره‌های اتکایی مورد استفاده در پست‌های فضای باز می‌بایستی در ارتفاع H از سطح زمین، مطابق جدول (۳-۲) قرار گیرد.

جدول ۳-۲: ارتفاع قرارگیری مقره‌های اتکایی مورد استفاده در پست‌های فضای باز

ارتفاع کل مقره اتکایی *(h)* بر حسب میلی‌متر	ارتفاع قرارگیری سطح استقرار تکیه‌گاه فلزی از سطح زمین *(H)* بر حسب میلی‌متر
$h \leq ۲۵۰۰$	۲۵۰۰
$۲۵۰۰ < h \leq ۳۲۰۰$	۳۰۰۰
$۳۲۰۰ < h \leq ۴۲۰۰$	۴۰۰۰
$h > ۴۲۰۰$	۵۰۰۰

یک هادی استوانه‌ای افقی می‌بایستی به سر مقره اتکایی متصل شود. طول هادی در هر طرف محور مقره اتکایی می‌بایستی حداقل ۰/۷۵ ارتفاع مقره اتکایی باشد و برای آزمونهای ولتاژ ضربه کلیدزنی ترجیحاً می‌بایستی حداقل به اندازه ارتفاع مقره باشد. قطر هادی می‌بایستی بین ۱/۵ تا ۲ درصد ارتفاع مقره اتکایی باشد. به منظور جلوگیری از ایجاد جرقه ازطریق نقاط انتهایی هادی، هر یک از نقاط انتهایی هادی می‌بایستی با استفاده از وسیله مناسبی (به عنوان مثال، با استفاده از رینگ‌های فلزی) محافظت شود.

ولتاژ آزمون می‌بایستی بین هادی و تکیه‌گاه زمین‌شده اعمال شود و ارتباطات مربوط به ولتاژ فشار قوی می‌بایستی به یکی از دو سر هادی اتصال یابد.

در حین انجام آزمون، غیر از اشیاء توصیف شده در این بند وجود هرگونه شی دیگری در مجاورت قسمت فوقانی مقره اتکایی که طول آن بزرگتر از ۱/۵ برابر طول مقره اتکایی باشد، مجاز نیست.

مقره اتکایی می‌بایستی با بخشهایی که جزو الزامات ساختار مقره اتکایی (مانند حلقه‌های یکنواخت کننده ولتاژ) هستند و بوسیله سازنده مشخص می‌شوند، همراه گردد.

توجه:

۱- ارتفاع H که در جدول (۳-۲) مشخص شده، به منظور دستیابی به آرایش بهینه‌ای از آزمون جهت سنجش رفتار استقامتی انواع طرح‌های مقره اتکایی در برابر موج ضربه کلیدزنی انتخاب شده است.

۲- نتایج بدست‌آمده از این آزمونها لزوماً برای طراحی پست معتبر نمی‌باشند، بدلیل اینکه مقره‌های اتکایی اغلب بر روی تکیه‌گاه‌هایی با ارتفاع کمتر نصب می‌شوند. درچنین شرایطی، ممکن است ضروری باشد که آزمونها مطابق بند بعدی انجام شوند.

آرایش‌های استقرار وقتی که شرایط سرویس واقعی لحاظ می‌گردند:

درصورت توافق، آزمونها ممکن است تحت شرایطی که تا حد امکان به شرایط سرویس واقعی نزدیک شده است به عمل آیند. فضایی که شرایط سرویس در آن شبیه‌سازی می‌گردد می‌بایستی مورد توافق سازنده و خریدار باشد و کلیه عواملی که ممکن است عملکرد مقره اتکایی را تحت‌الشعاع قراردهد در آن لحاظ شده باشد.

omoorepeyman.ir

توجه:

تحت چنین شرایط غیراستانداردی، مشخصه‌های بدست آمده ممکن است با مقادیر اندازه‌گیری‌شده با استفاده از روش استقرار و نصب استاندارد متفاوت باشد. این اختلاف بویژه درموقع انجام آزمونهای موج ضربه کلیدزنی مقره‌های اتکایی با ارتفاع بزرگتر از ۱/۸ متر می‌تواند قابل توجه باشد.

۳-۲-۷-۵- آزمون ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه صاعقه در شرایط خشک (آزمون نوعی)

مقره اتکایی می‌بایستی تحت شرایط توصیف‌شده در بندهای ۳-۲-۷-۱، ۳-۲-۷-۲ و ۳-۲-۷-۴ تحت آزمون قرارگیرد. مولد موج ضربه می‌بایستی برای تولید موج ضربه صاعقه استاندارد $\frac{1/2}{50}$ میکروثانیه تنظیم شود.

موجهای ضربه‌ای از هر دو پلاریته مثبت و منفی می‌بایستی مورد استفاده قرارگیرد. با این حال، درصورتیکه مشخص باشد که کدام پلاریته منجر به ولتاژ جرقه کوچکتری می‌شود، انجام آزمون با این پلاریته کفایت می‌نماید.

عموماً دو رویه آزمونی زیر برای آزمون تحمل در برابر موج ضربه صاعقه متداول می‌باشد (رویه آزمونی انتخاب‌شده می‌بایستی مورد توافق سازنده و خریدار باشد):

- رویه ولتاژ تحمل با استفاده از ۱۵ موج ضربه
- رویه ولتاژ جرقه ۵۰ درصد که می‌تواند منجر به اطلاعات بیشتری گردد.

آزمون ولتاژ تحمل با استفاده از رویه ولتاژ تحمل:

آزمون ولتاژ تحمل می‌بایستی با استفاده از ولتاژ مشخصی که برای شرایط محیطی محل آزمون تصحیح شده است، صورت گیرد. پانزده موج ضربه می‌بایستی به مقره اتکایی اعمال شود.

مقره اتکایی با موفقیت آزمون را پشت سر خواهد گذاشت، اگر بیش از دو قوس الکتریکی در حین آزمون رخ ندهد.

مقره اتکایی نمی‌بایستی بواسطه این آزمونها معیوب شود، اما آثار جزئی بر روی سطوح بخشهای عایقی یا لب‌پریدگی سیمان یا سایر مواد استفاده‌شده برای سوارکردن مقره مجاز می‌باشد.

آزمون ولتاژ تحمل با استفاده از روش ولتاژ جرقه ۵۰ درصد :

ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه صاعقه می‌بایستی از طریق محاسبه و با استفاده از سطح ولتاژ جرقه ۵۰ درصد، که با استفاده از روش بالا و پایین [1] ارائه شده در استاندارد IEC شمارهٔ ۱-۶۰۰۶۰ مشخص شده است، تعیین گردد. ولتاژ موج ضربه صاعقه ۵۰ درصدی می‌بایستی برای شرایط محیطی محل آزمون تصحیح شود.

مقره اتکایی با موفقیت آزمون را پشت‌سر خواهد گذاشت، اگر ولتاژ جرقه موج ضربه صاعقه ۵۰ درصد کمتر از $\frac{1}{1-1/3\sigma}$ (= ۱/۰۴، با فرض ۳٪ = σ) برابر ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه صاعقه تعیین شده نباشد، که در آن σ انحراف معیار است.

مقره اتکایی نمی‌بایستی بواسطه این آزمونها معیوب شود، اما آثار جزئی بر روی سطوح بخشهای عایقی یا لب‌پریدگی سیمان یا سایر مواد استفاده‌شده برای مونتاژ مقره مجاز می‌باشد.

omoorepeyman.ir

1. Up and down method

۳-۲-۷-۶- آزمونهای ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه کلیدزنی در شرایط مرطوب (آزمون نوعی)

مقره اتکایی می‌بایستی تحت شرایط توصیف‌شده در بندهای ۳-۲-۷-۱ الی ۳-۲-۷-۴ تحت آزمون قرار گیرد. مولد موج ضربه می‌بایستی، مطابق استاندارد IEC شمارهٔ ۱-۶۰۰۶۰، برای تولید موج ضربه $\frac{250}{2500}$ میکروثانیه تنظیم شود.

موجهای ضربه‌ای از هر دو پلاریته مثبت و منفی می‌بایستی استفاده شود. با این حال، درصورتیکه مشخص باشد که کدام پلاریته منجر به ولتاژ تحمل کوچکتری می‌گردد، انجام آزمون با این پلاریته کفایت می‌نماید.

عموماً دو رویه آزمونی زیر برای آزمون تحمل موج ضربه ناشی از کلیدزنی متداول می‌باشد (رویه آزمونی انتخاب‌شده می‌بایستی مورد توافق سازنده وخریدار باشد) :

- رویه ولتاژ تحمل با استفاده از ۱۵ موج ضربه
- رویه ولتاژ جرقه ۵۰ درصد که می‌تواند به اطلاعات بیشتری منجر گردد.

توجه:

آزمونهای ولتاژ موج ضربه کلیدزنی می‌بایستی تنها بر روی مقره‌هایی که در سیستم‌های با ولتاژ نامی برابر یا بزرگتر از ۳۰۰ کیلوولت مورد استفاده قرار می‌گیرند، انجام شوند.

آزمون اضافه ولتاژ کلیدزنی با استفاده از رویه ولتاژ تحمل:

آزمون ولتاژ تحمل می‌بایستی با استفاده از ولتاژ مشخصی که برای شرایط محیطی محل آزمون تصحیح شده است، صورت گیرد. پانزده موج ضربه می‌بایستی به مقره اتکایی اعمال شود. مقره اتکایی با موفقیت آزمون را پشت‌سر خواهد گذاشت، اگر بیش از دو قوس الکتریکی در حین آزمون رخ ندهد.

مقره اتکایی نمی‌بایستی بواسطه این آزمونها معیوب شوند، اما آثار جزئی بر روی سطوح بخشهای عایقی یا لب‌پریدگی سیمان یا سایر مواد استفاده شده برای سوارکردن مقره، مجاز می‌باشد.

آزمون ولتاژ تحمل با استفاده از روش ولتاژ جرقه ۵۰ درصد:

ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه ناشی از کلیدزنی در شرایط مرطوب می‌بایستی ازطریق محاسبه و با استفاده از سطح ولتاژ جرقه ۵۰ درصد، که با استفاده از روش بالا و پایین ارائه شده در استاندارد IEC شمارهٔ ۱-۶۰۰۶۰ مشخص شده است، تعیین گردد. ولتاژ موج ضربه کلیدزنی ۵۰ درصدی می‌بایستی برای شرایط جوی زمان و مکان آزمون تصحیح شود.

مقره اتکایی با موفقیت آزمون را پشت سر خواهد گذاشت، اگر ولتاژ موج ضربه کلیدزنی ۵۰ درصد در شرایط مرطوب کمتر از ۱/۰۸۵ ($\frac{1}{1-1/3\sigma}$ =، با فرض σ =٪۶) برابر ولتاژ تحمل در برابر موج ضربه کلیدزنی در شرایط مرطوب تعیین‌شده نباشد، که در آن σ انحراف معیار است.

مقره اتکایی نمی‌بایستی بواسطه این آزمونها معیوب شود، اما آثار جزئی بر روی سطوح بخشهای عایقی یا لب‌پریدگی سیمان یا سایر مواد استفاده‌شده برای مقره مجاز می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۳-۲-۷-۷- آزمون ولتاژ تحمل فرکانس قدرت در شرایط مرطوب (آزمون نوعی)

رویه آزمون:

مدار آزمون می‌بایستی مطابق با استاندارد IEC شمارهٔ ۱-۶۰۰۶۰ باشد. مقره اتکایی می‌بایستی تحت شرایط مشخص‌شده در بندهای ۳-۲-۷-۱ تا ۳-۲-۷-۴ تحت آزمون قرار بگیرد. مطابق بند ۳-۲-۷-۲، مقدار ولتاژ اعمال‌شده به مقره می‌بایستی مقدار تصحیح‌شده ولتاژ تحمل فرکانس قدرت تعیین‌شده باشد. ولتاژ آزمون می‌بایستی برای مدت زمان یک دقیقه در این مقدار باقی بماند.

معیار پذیرش:

مقره اتکایی با موفقیت آزمون را پشت سر خواهد گذاشت، اگر هیچگونه قوس الکتریکی یا سوراخ‌شدگی درحین آزمون به وقوع نپیوندد.

توجه:

اگر جرقه‌ای بر روی یکی از مقره‌های تحت آزمون رخ دهد، آزمون دوم بر روی واحد مشابه می‌تواند پس از کنترل شرایط ریزش باران بعمل آید.

ولتاژ جرقه فرکانس قدرت در شرایط مرطوب:

به منظور تهیه اطلاعات، به ویژه درهنگام توافق بین سازنده و خریدار، ولتاژ جرقه در شرایط مرطوب مقره اتکایی را می‌توان بوسیله افزایش تدریجی ولتاژ از حدود ۷۵ درصد ولتاژ تحمل فرکانس قدرت در شرایط مرطوب مقره، با میزان نرخ افزایش ۲ درصد این ولتاژ بر ثانیه، تعیین نمود. ولتاژ جرقه در شرایط مرطوب برابر متوسط حسابی [1] پنج مقدار قرائت‌شده متوالی خواهد بود و این مقدار پس از تصحیح به شرایط جوی استاندارد (مطابق بند ۳-۲-۷-۲) بعنوان ولتاژ جرقه فرکانس قدرت در شرایط مرطوب برای مقره تحت شرایط جوی استاندارد ثبت می‌گردد.

۳-۲-۸- رویه‌های آزمون برای آزمونهای مکانیکی و سایر آزمونها

در این بخش رویه‌ها و نیازمندیهای آزمونهای مکانیکی و سایر آزمونهای مقره‌های اتکایی ارائه می‌شود.

۳-۲-۸-۱- کنترل ابعاد مقره (آزمون نوعی و نمونه‌ای)

ابعاد مقره‌های اتکایی می‌بایستی مطابق با نقشه‌های مطابق ساخت مورد کنترل قرارگیرد. این کار می‌بایستی با در نظرگرفتن میزان تلورانس مجاز برای هریک از ابعاد و جزئیات مؤثر در قابلیت جایگزینی و جابجایی مقره همراه باشد (همچون ارتفاع تعیین‌شده در استاندارد IEC شمارهٔ ۶۰۲۷۳ و ابعاد سوراخ‌های مقره).

الزامات عمومی:

جز در سایر موارد توافق‌شده بین خریدار و سازنده، درمورد ابعادی که تلورانسهای آنها مشخص نشده است می‌بایستی از تلورانسهای به شرح ذیل استفاده نمود (مگر آنکه بین خریدار و سازنده مقادیر دیگری توافق شده باشد):

($\pm$ (۱/۵ + ۰/۰۴ d) میلی‌متر وقتی که $d \leq$ ۳۰۰ میلی‌متر می‌باشد و

($\pm$ (۶ + ۰/۰۲۵ d) میلی‌متر وقتی که $d >$ ۳۰۰ میلی‌متر است.

1. Arithmetic mean

omoorepeyman.ir

که در آن d بعدی از مقره برحسب میلی‌متر است که اندازه آن تحت کنترل می‌باشد.

تلورانسهای فاصله خزشی:

اندازه‌گیری فاصله خزشی می‌بایستی براساس فاصله طراحی تعیین‌شده در نقشه مقره اتکایی باشد، هرچند که فاصله اندازه‌گیری شده ممکن است بیش از اندازه‌ای باشد که در ابتدا توسط خریدار درخواست شده است.

فاصله خزشی می‌بایستی تحت تلورانسهای زیر کنترل شود:

- درصورتی که فاصله خزشی به عنوان مقدار نامی تعیین‌شده باشد، شامل حداقل مقدار نامی که در استاندارد IEC شمارهٔ ۶۰۲۷۳ ارائه شده است، برابر (۱/۵ + ۰/۰۴ d) ± میلی‌متر و هنگامی که فاصله خزشی به عنوان حداقل مقدار تعیین‌شده باشد، تلورانس منفی وجود نخواهد داشت و تلورانس مثبت می‌بایستی برابر (۱/۵ + ۰/۰۴ d)×۲ میلی‌متر درنظر گرفته شود.

تلورانس‌های ویژه:

درمورد کلیه مقره‌های اتکایی (جز در موارد توافق‌شده) تلورانسهای مربوط به ارتفاع، سایز سوراخها ، توازی سطوح انتهایی، انحراف از مرکز و انحراف زاویه‌ای سوراخهای نصب می‌بایستی مطابق با نیازمندیهای ارائه‌شده در استاندارد IEC شمارهٔ ۶۰۲۷۳ باشد.

خمیدگی[1] واحد مقره اتکایی نمی‌بایستی بزرگتر از h ۰/۰۰۸ + ۱/۵ میلی‌متر باشد، که درآن h ارتفاع مقره برحسب میلی‌متر است.

حداکثر مقادیر تلورانس توازی[2]، انحراف از مرکز و انحراف زاویه‌ای مطابق با استاندارد BS شماره 3297 قسمت دوم به شرح زیر است:

– توازی– ۰/۵ hmm برای مقره به قطر ۲۵۰ mm

– انحراف از مرکز- ۲ (۱+h) mm

– انحراف زاویه‌ای– ۱° ساعتگرد یا پادساعتگرد (در این رابطه‌ها h طول مقره بر حسب متر می‌باشد).

فواصل سوراخهای فلنچهای فوقانی و تحتانی با تناسب پیچهای به کار رفته و لبه‌های صفحات و نیز گوشت مورد نیاز می‌بایست مطابق با نیازمندیهای ارائه شده در جداول اشتال باشد.

توجه:

روش‌های مناسبی برای انجام آزمونهای توازی سطوح انتهایی، وضعیت قرارگیری سوراخهای نصب واحد مقره اتکایی و خمیدگی مقره در پیوست (۳–۱) ارائه شده‌اند.

زاویه چتر:

درمواقعی که نقشه‌های طراحی خط مستقیمی را نشان دهد که شعاع را در ابتدا و انتهای چتر اتصال دهد، زاویه متوسط شیب سطح فوقانی چترهای مقره اتکایی می‌بایستی اندازه‌گیری شوند.

میزان تلورانسی که برای زاویه متوسط می‌بایستی درنظرگرفته شود برابر ۳ ± درجه می‌باشد.

omoorepeyman.ir

1. Camber
2. Parallelism

اندازه‌گیری‌ها می‌بایستی در چهار جهت متقاطع برهم و بر روی سه چتر که تقریباً در بالا، میانه و انتهای مقره اتکایی قرارگرفته‌اند، انجام شوند.

متوسط ۱۲ مقدار اندازه‌گیری‌شده می‌بایستی محاسبه‌شده و با مقدار تعیین‌شده در نقشه مقایسه گردد.

توجه:

۱- روشی مناسب جهت اندازه‌گیری زاویه چتر در پیوست (۳-۱) ارائه شده است.

۲- درمواقعی که نقشه طراحی نشان‌دهنده سطح فوقانی مقره‌ای با چترهای به شکل منحنی باشد، امکان اندازه‌گیری زاویه چتر وجود نخواهد داشت.

معیار پذیرش:

مقره اتکایی با موفقیت آزمون را پشت سر خواهد گذاشت اگر ابعاد اندازه‌گیری‌شده تلورانس‌های مجاز را برآورده نمایند.

اگر در هنگام اندازه‌گیری فاصله خزشی در آزمون‌های نمونه‌ای، مقدار واقعی تلورانسهای مثبت مجاز را برآورده ننماید، مجموعه می‌تواند بر اساس توافقی که بین سازنده و خریدار صورت می‌گیرد پذیرفته شود.

۳-۲-۸-۲- آزمون نیروی شکست مکانیکی (آزمون نوعی و نمونه‌ای)

الزامات عمومی:

آزمونهای نیروی شکست مکانیکی به منظور تعیین استقامت مقره اتکایی، درمواقعی که مقره تحت نیروهای مکانیکی خمشی، پیچشی، کششی یا فشاری قرارمی‌گیرد، به عمل می‌آیند.

آزمون مورد استفاده جهت بررسی استقامت مکانیکی مقره اتکایی شامل یک یا تعدادی از چهار آزمون زیر خواهد بود:

- آزمون خمشی
- آزمون کششی
- آزمون پیچشی
- آزمون فشاری

جز در سایر موارد توافق‌شده بین سازنده و خریدار، آزمون نیروی شکست مکانیکی می‌بایستی به صورت آزمون خمشی انجام شود.

توجه:

انتخاب آزمون برای بررسی استقامت مکانیکی مقره می‌بایستی با توجه به نحوه استفاده از مقره در هنگام بهره‌برداری واقعی انجام گیرد.

مقره اتکایی که در آزمون نیروی شکست مکانیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد، پس از انجام آزمون نمی‌بایستی مورد استفاده قرار گیرد.

آرایش استقرار:

مقره اتکایی می‌بایستی بر روی یک نشیمنگاه با استحکام کافی که قادر به تحمل همه نیروهای ممکن در حین آزمون، بدون بروز هرگونه تغییرشکلی در آن می‌باشد، نصب گردد. در آزمونهای نوعی و نمونه‌ای می‌بایستی از اتصالات یا پیچهایی با استقامت یکسان استفاده شود. اگر این اتصالات یا پیچها قابل جداشدن هستند، استقامت آنها را می‌توان درهنگام انجام آزمون نیروی شکست مقره افزایش داد.

omoorepeyman.ir

آرایش‌های بارگذاری:

اعمال نیرو می‌بایستی به تدریج با شروع از مقداری که نمی‌بایستی از نصف نیروی شکست مکانیکی معین‌شده بزرگتر باشد آغاز شده و تا زمانی که نیروی شکست مکانیکی معین‌شده حاصل گردد، افزایش یابد.

به منظور تهیه اطلاعات در مواردی که درخواست شده باشد، نیروی مکانیکی ممکن است تا زمانی که نیروی شکست مکانیکی واقعی حاصل گردد، افزایش یابد. مقدار نیرو اعمال‌شده می‌بایستی ثبت گردد.

توجه:

نیرو می‌بایستی از مقدار صفر تا حدود ۵۰ درصد نیروی شکست مکانیکی تعیین‌شده به سرعت اما به صورت پیوسته افزایش یابد و پس از آن به آرامی و تحت نرخ افزایشی مابین ۳۵ تا ۱۰۰ درصد نیروی شکست مکانیکی تعیین‌شده بر دقیقه افزایش یابد تا اینکه نیروی شکست تعیین‌شده و یا درصورت درخواست به نیروی شکست واقعی برسد.

آزمون خمشی:

- رویه آزمون:

به منظور کنترل نیروی شکست مکانیکی P_0، P_x یا P_{50} (مطابق تعاریف استاندارد IEC شمارهٔ ۶۰۲۷۳ که در آن اندیس‌های 0 , x , 50 به ترتیب نشان‌دهنده اعمال نیرو به سر مقره، x میلی‌متر بالاتر از سر مقره و ۵۰ میلی‌متر بالاتر از سر مقره می‌باشند)، نیروی خمشی می‌بایستی به مقره اتکایی کامل یا واحد مقره اتکایی اعمال شود. مواقعی که نیاز به کنترل ممان خمشی M در فیتینگ فلزی فوقانی مقره باشد، در این حالت نیز نیروی خمشی می‌بایستی به مقره اعمال گردد.

نیروی خمشی می‌بایستی به‌گونه‌ای اعمال شود که جهت بارگذاری از میان محور مقره اتکایی عبور نماید و این نیرو می‌بایستی عمود بر محور مقره باشد.

- آزمونهای مربوطه به مقره‌های اتکایی کامل:

هنگام انجام آزمون بر روی مقره‌های اتکایی کامل، شرایط زیر می‌بایستی اعمال گردند:

- نیروی P_0 می‌بایستی با اعمال نیرو به انتهای آزاد مقره اتکایی کنترل شود.
- نیروهای P_x و P_{50} می‌بایستی، با استفاده از قطعه الحاقی [1] مناسبی و با اعمال نیرو به نقاطی که به ترتیب در x میلی‌متر و ۵۰ میلی‌متر بالاتر از سطح فوقانی مقره قرارگرفته‌اند، کنترل شوند.

- آزمونهای مربوط به واحدهای مجزا:

هنگام انجام آزمون بر روی واحدهای مجزای مقره اتکایی، درصورت نیاز با استفاده از قطعه الحاقی مناسبی که امکان اعمال نیرو به نقاطی بالاتر از سطح فوقانی واحد را فراهم می‌نماید، می‌بایستی مطابق با شرایط زیر تحت آزمون قرارگیرد:

- درمواقعی که نیروی P_0 معین شده است، طول قطعه الحاقی می‌بایستی معادل با ارتفاع واحد یا واحدهایی باشد که قطعه جایگزین آنها می‌شود.
- در مواقعی که نیروی P_x معین شده است، طول قطعه الحاقی می‌بایستی به گونه‌ای انتخاب شود که شرایط اعمال نیرو به مکانی به فاصله x میلی‌متر بالاتراز سطح فوقانی مقره اتکایی کامل را شبیه‌سازی نماید.

omoorepeyman.ir

1. Extension piece

اگر دو (یا تعداد بیشتری) از واحدهای مقره اتکایی یکسان باشند، طول قطعات الحاقی می‌بایستی بر مبنای موقعیت واحد پایین‌تر (یا پایین‌ترین) انتخاب شوند.

- آزمونهای مربوط به فیتینگهای فلزی:

هنگام انجام آزمون به منظور تحقیق ممان M در فیتینگ فلزی فوقانی، یک قطعه الحاقی به منظور اعمال نیرو به سطح فوقانی مقره، جهت حصول به ممان خمشی که بوسیله استاندارد IEC شمارهٔ ۶۰۲۷۳ یا توافق سازنده و خریدار تعیین شده است، می‌بایستی مورد استفاده قرارگیرد.

مقادیر استاندارد ممان خمشی M ، مطابق با استاندارد IEC شمارهٔ ۶۰۲۷۳ ، عبارتند از:

- برای مقره‌های اتکایی با علامت اختصاری C4-60 تا C20-650 ، $M=0.5\ P_0h$: این ممان ممکن است با اعمال نیروی $P_x= 0.5P_0$ در ارتفاع x میلی‌متر بالاتر از سطح فوقانی مقره حاصل گردد، درصورتیکه مقره برای افزایش خطی استقامت از فیتینگ فلزی فوقانی تا مقدار P_0h در انتهای مقره طراحی شده باشد (*h* ارتفاع مقره برحسب میلی‌متر است).
- برای مقره‌های اتکایی با علامت اختصاری C2-750 تا C10-2550، $M=0.2P_0h$: این ممان ممکن است با اعمال نیروی P_x در ارتفاع x حاصل گردد، به شرط اینکه الزام افزایش خطی استقامت مکانیکی مجدداً در نظر گرفته شده باشد.

درمواردی که نیاز به افزایش خطی استقامت از مقدار معین M در فیتینگ فلزی فوقانی تا P_0h در انتهای مقره است، این مسئله می‌بایستی در هنگام عقد قرارداد بین سازنده و خریدار مورد توافق قرارگیرد.

توجه:

با توافق سازنده و خریدار، ممان خمشی M در فیتینگ فلزی فوقانی مقره ممکن است با قراردادن مقره اتکایی به صورت معکوس و اعمال نیرو به انتهای آزاد آن کنترل شود. این روش آزمونی همچنین در مواقعی که استقامت مکانیکی مقره اتکایی به صورت خطی افزایش نمی‌یابد می‌تواند مورد استفاده قرارگیرد.

آزمون پیچشی:

مقره اتکایی می‌بایستی در معرض نیروی پیچشی قرار گیرد و دراین حین هیچگونه ممان خمشی نمی‌بایستی به مقره اعمال گردد. استقامت پیچشی مقره اتکایی می‌تواند با انجام آزمون بر روی یک واحد مقره اتکایی تعیین شود (اگر مقره اتکایی شامل چند واحد متنوع باشد، نوع با کمترین استقامت می‌بایستی انتخاب شود).

آزمون کششی:

مقره اتکایی می‌بایستی در معرض نیروی کششی هم راستا با محور خود قرار گیرد. استقامت کششی مقره اتکایی ممکن است با انجام آزمون بر روی یک واحد مقره اتکایی تعیین شود (اگر مقره اتکایی شامل بیش از یک نوع باشد، نوع با کمترین استقامت می‌بایستی انتخاب شود).

آزمون فشاری:

مقره اتکایی می‌بایستی درمعرض نیروی فشاری هم‌راستا با محور خود قرار گیرد. استقامت فشاری دو واحد مقره اتکایی ممکن است با انجام آزمون برروی یک واحد مقره اتکایی تعیین شود (اگر مقره اتکایی شامل بیش از یک نوع باشد، نوع با کمترین استقامت می‌بایستی انتخاب شود). درمورد مقره‌های طویل‌تر (که ممکن است به جهت خمیدگی خراب شوند) ممکن است به انجام آزمون بر روی مقره اتکایی کامل نیاز باشد.

omoorepeyman.ir

معیار پذیرش:

اگر نیروی شکست مکانیکی به حد تعیین‌شده برسد، مقره اتکایی با موفقیت آزمون را پشت‌سر خواهد گذاشت.

۳-۲-۸-۳- آزمون بررسی خمیدگی تحت بار (آزمون نوعی ویژه)

ضرورت انجام این آزمون براساس توافق بین سازنده و خریدار تعیین می‌گردد. برای انجام آزمون، می‌بایستی نیروی خمشی به انتهای آزاد یا قطعه الحاقی متصل شده به مقره اتکایی کامل اعمال شود. میزان خمیدگی مقره می‌بایستی در سطح فوقانی مقره اندازه‌گیری شود. درحین افزایش نیرو میزان خمیدگی مقره، هنگامی که نیرو به ۲۰، ۵۰ و ۷۰ درصد نیروی شکست مکانیکی معین‌شده می‌رسد، می‌بایستی ثبت شود.

۳-۲-۸-٤- آزمون چرخه حرارتی [1] (آزمون نمونه‌ای)

- نیازمندیهای عمومی:

- آزمون می‌بایستی بر روی واحد مقره‌های اتکایی مجزا و قبل از آزمون نیروی شکست مکانیکی صورت گیرد.
- میزان آب موجود در هر حوضچه آزمون می‌بایستی به اندازه‌ای باشد که غوطه‌ورکردن مقره‌ها در داخل آن موجب تغییرات درجه حرارتی بیش از ۵ ± درجه سانتی‌گراد در آب نشود.
- درحین غوطه‌ورکردن مقره‌ها در حوضچه آب گرم یا سرد ممکن است از ظروف واسطه‌ای که به فرم سبدهای بافته‌شده و دارای جرم حرارتی پایین هستند و امکان دسترسی آزادانه به آب را فراهم می‌آورند، استفاده شود.

- رویه آزمون:

مقره‌های اتکایی به همراه کلیه فیتینگهای فلزی‌شان (درصورت وجود) می‌بایستی به سرعت و به طور کامل در حوضچه آبی که درجه حرارت آن ۵۰ درجه سانتی‌گراد بالاتر از درجه حرارت حوضچه آب سردی است که بعداً در این آزمون مورد استفاده قرار می‌گیرد، فرو برده شده و برای مدت زمان ۱۵+۰/۷m دقیقه (با حداکثر مقدار ۳۰ دقیقه، که در آن m جرم مقره اتکایی برحسب کیلوگرم است) غوطه‌ور نگه داشته شوند. پس از آن، آنها را می‌بایستی به سرعت و به طور کامل از حوضچه آب گرم بیرون آورده و در داخل یک حوضچه آب سرد برای مدت زمان مشابهی فرو برد.

این دوره گرمایش و سرمایش می‌بایستی برای سه مرتبه متوالی انجام شود. مدت زمان صرف‌شده برای انتقال مقره‌ها از یک حوضچه به حوضچه دیگر می‌بایستی تا حد امکان کوتاه باشد و نمی‌بایستی بیش از یک دقیقه طول بکشد.

به محض پایان دوره سوم، مقره‌ها می‌بایستی مورد بازرسی قرار گرفته تا مشخص شود که فاقد هرگونه ترک‌خوردگی یا سایر آثار نامطلوب دیگر هستند.

- معیار پذیرش:

مقره اتکایی با موفقیت آزمون را پشت‌سر خواهد گذاشت اگر هیچ‌گونه ترک‌خوردگی یا تخریب مکانیکی صورت نگرفته باشد. پس از آن مقره می‌بایستی الزامات مربوط به آزمون نیروی شکست مکانیکی را برآورده نماید.

omoorepeyman.ir

1. Temperature cycle test

۳-۲-۸-۵- آزمون تخلخل[1] (آزمون نمونه‌ای)

این آزمون تنها برای مقره‌های سرامیکی انجام می‌گیرد.

- رویه آزمون :

تکه‌های سرامیکی که از مقره برداشته شده‌اند یا در صورت توافق تکه‌هایی از سرامیک که در مجاورت مقره‌ها پخته شده‌اند، می‌بایستی در محلول ۳ درصدی از رنگ متین [2] قرمز / بنفش (همچون Astrazon یا Basonil) به فرم الکل متیل [3] یا الکل اتیل [4] ، تحت فشاری که نمی‌بایستی از ۱۵ مگاپاسکال کمتر باشد و برای مدت زمانی که حاصلضرب آن برحسب ساعت در فشار آزمون برحسب مگاپاسکال نمی‌بایستی کمتر از ۱۸۰ باشد، فرو برده شوند. پس از آن تکه‌های سرامیکی از محلول خارج شده و پس از شسته و خشک‌شدن دوباره شکسته می‌شوند.

- معیار پذیرش:

بررسی‌های انجام‌گرفته از سطوح تازه شکسته‌شده با استفاده از چشم غیرمسلح نمی‌بایستی هرگونه نفوذ رنگ را آشکار نماید. از نفوذ رنگ در شکافهای کوچکی که در مراحل اولیه شکستن بوجود آمده‌اند می‌بایستی صرفنظر شود.

۳-۲-۸-٦- آزمون روکش‌روی (گالوانیزاسیون)[5] (آزمون نمونه‌ای)

جز در مواردی که مشخص می‌شود، برای انجام این آزمون، استاندارد ISO شماره‌های ۱۴۵۹، ۱۴۶۰، ۱۴۶۱، ۱۴۶۳، ۲۰۶۴ و ۲۱۷۸ قابل استفاده می‌باشند.

توجه:

گرچه ارائه یک توصیه کلی مشکل است اما در مواردی انجام تعمیرات روکش روی بر روی سطوح کوچک آسیب‌دیده حاصلی رضایت‌بخش در بر خواهد داشت. درچنین شرایطی می‌بایستی تعمیرات لازم را به دقت و با استفاده از میله‌های آلیاژ روی با نقطه ذوب پایین که برای این منظور تهیه شده‌اند انجام داد. ضخامت روکش تعمیرشده می‌بایستی حداقل معادل با ضخامت لایه روکش روی قبلی باشد. حداکثر مساحتی که این قبیل تعمیرات برای آن قابل قبول است به جنس ماده زیرین و ابعاد آن بستگی دارد، اما به عنوان یک راهنمای کلی این مساحت برابر ۴۰ میلی‌مترمربع و حداکثر مقدار ۱۰۰ میلی‌مترمربع برای اتصالات بزرگ مقره پیشنهاد می‌شود. علی‌رغم تمام موارد فوق، تعمیر روکش آسیب‌دیده تنها درموارد استثنایی و در اثر خطاهای جزئی و پس از توافق سازنده و خریدار مجاز است. می‌بایستی توجه نمود که انجام تعمیرات با استفاده از میله‌های تعمیراتی مخصوص این کار تنها بر روی بخشهای آهنی مجزا امکان‌پذیر است چراکه دمای بخش آهنی درحین این عملیات حرارتی برای استفاده در مقره‌های مونتاژشده بسیار بالا می‌باشد.

- رویه آزمون:

بخشهای آهنی مقره می‌بایستی پس از تعیین جرم روکش روی (که با استفاده از روش آزمون مغناطیسی انجام می‌گیرد) مورد آزمون بازرسی وضعیت ظاهری قرار گیرد. در موارد بروز اختلاف درمورد نتایج حاصل از روش مغناطیسی، آزمون قطعیت [6] می‌بایستی انجام گیرد:

omoorepeyman.ir

1. Porosity test
2. Methin
3. Methyl alcohol
4. Ethyl alcohol
5. Galvanizing test
6. Decisive test

- یا بوسیله روش ثقل‌سنجی [1] برای موارد ریخته‌گری شده [2] و آهنگری‌شده [3] و برای واشرها با توافق. در این حالت نیازمندیهای استاندارد ISO شماره‌های ۱۴۶۰ مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- و یا به روش میکروسکوپی [4] برای پیچها، مهره‌ها و واشرها. در این حالت نیازمندیهای استاندارد ISO شماره‌های ۱۴۶۳ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

توجه:

با توافق سازنده و خریدار روشهای دیگری نیز می‌تواند مورد استفاده قرارگیرد، بعنوان مثال می‌توان آزمونهایی را با فروبردن در محلول سولفات مس و یا روش گازومتریک [5] مورد استفاده قرارداد. در توافق مذکور انتخاب یکی از روشها، روش انجام آن و شرایط عمومی انجام آزمون می‌بایستی مشخص گردد.

- آزمون بررسی وضعیت ظاهری:

قسمتهای فلزی مقره می‌بایستی به صورت چشمی مورد بازرسی قرارگیرند.

- تعیین جرم روکش روی با استفاده از روش آزمون مغناطیسی:

این آزمون می‌بایستی تحت شرایط مشخص‌شده در استاندارد ISO شماره‌های ۲۱۷۸، بویژه موارد ذکرشده در بند ۴ (فاکتورهای مؤثر دردقت اندازه‌گیری) و بند ۵ (کالیبره کردن) بعمل آید.

درمورد هر نمونه‌ای که مورد آزمون قرار می‌گیرد، مطابق با ابعاد نمونه، ۳ تا ۱۰ اندازه‌گیری می‌بایستی به عمل آید. این اندازه‌گیری‌ها می‌بایستی یکنواخت بوده و به طور اتفاقی در کل نمونه (به منظور اجتناب از نقاط تیز و لبه‌دار) توزیع گردند.

توجه:

تعیین جرم روکش روی بخشهای فلزی مقره با استفاده از روش مغناطیسی یک روش غیرمخرب، ساده، سریع، با دقت مطلوب و در بیشتر موارد قابل قبول است. درنتیجه، این روش به عنوان یک آزمون پایه شناخته می‌شود.

- معیار پذیرش:

- معیار پذیرش برای آزمون بررسی وضعیت ظاهری:

روکش روی می‌بایستی پیوسته، یکنواخت و درصورت امکان به منظور جلوگیری از آسیب‌دیدن در هنگام حمل ونقل نرم و هموار باشد و از هر موردی که در استاندارد ISO شماره‌های ۱۴۵۹ بند ۵-۴-۲ اشاره شده است به دور باشد.

لکه‌های کوچک فاقد روکش مجاز می‌باشند. حداکثر سطح یک لکه فاقد روکش می‌تواند برابر ۴ میلی‌مترمربع باشد، اما مساحت کل سطوح فاقد روکش نمی‌بایستی:

- حدوداً بیش از ۰/۵ درصد کل سطح بخش فلزی باشد، هنگامی که کل سطح کوچکتر از ۴۰۰۰ میلی‌مترمربع است.
- حدوداً بیش از ۲۰ میلی‌مترمربع باشد، هنگامی که کل سطح مابین ۴۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ میلی‌مترمربع است.
- حدوداً بیش از ۰/۰۲ درصد کل سطح بخش فلزی باشد، هنگامی که کل سطح فلزی بیش از ۱۰۰۰۰۰ میلی‌مترمربع است که در آن حداکثر سطح فاقد روکش ممکن است ۷ میلی‌مترمربع باشد.

روکش می‌بایستی به شیوه مناسبی به بخشهای فلزی بچسبد بدون اینکه پوست بیاندازد یا اینکه ورقه ورقه بشود.

omoorepeyman.ir

1. Gravimetric method
2. Casting
3. Forging
4. Microscopical
5. Gazometric

توجه:

قسمتهای دارای رزوه پس از رزوه‌کاری گالوانیزه می‌شوند. مهره‌ها و موارد مشابه آن، جز در موارد توافق‌شده بین سازنده و خریدار، پس از گالوانیزه‌کردن نوارپیچی و محافظت می‌شوند. پس از نوارپیچی، رزوه‌های داخلی می‌بایستی با استفاده از روکش مناسبی از روغن، گریس یا سایر مواد مناسب دیگر محافظت شوند.

- معیار پذیرش برای مقدار جرم روکش:

مقدار جرم روکشی که با استفاده از متوسط حسابی اندازه‌گیری‌ها بدست آمده است نمی‌بایستی از حداقل مقدار معین‌شده زیر کوچکتر باشد. جز در موارد توافق‌شده بین سازنده و خریدار مبنی بر اولویت مقادیر بزرگتر در مواقعی که مقره‌ها در شرایط سرویس غیرمعمول مورد استفاده قرار می‌گیرند، حداقل متوسط مقادیر استاندارد زیر قابل استفاده است:

- برای آهن و فولاد ریخته‌گری‌شده یا آهنگری‌شده برابر ۶۰۰ گرم بر مترمربع برای کلیه نمونه‌ها و ۵۰۰ گرم برمترمربع بر روی هر نمونه مجزا.
- برای پیچها، مهره‌ها و واشرها برابر ۳۷۵ گرم بر مترمربع برای کلیه نمونه‌ها و ۳۰۰ گرم بر مترمربع بر روی هر نمونه مجزا.

توجه:

بعنوان راهنمایی، مقدار ضخامت تقریبی معادل با مقادیر بالا برابرند با:

$$600\,g/m^2 = 85\mu m \;؛ 500\,g/m^2 = 70\mu m \;؛ 375\,g/m^2 = 54\mu m \;؛ 300\,g/m^2 = 43\mu m$$

با این وجود، اگر مقدار متوسط برای کلیه نمونه‌ها برآورده شود و اگر مقدار متوسط تنها برای یک نمونه مجزا برآورده نشود، آزمون مجددی که رویه آن در بندهای قبلی ارائه گردید می‌بایستی مورد استفاده قرارگیرد. اگر نتیجه آزمون برای هر نمونه مجزا برآورده شود اما مقدار متوسط بدست‌آمده برای کلیه نمونه‌ها در محدوده مجاز قرارنگیرد، آزمون قطعیت می‌بایستی با استفاده از هر یک از روشهای ثقل‌سنجی یا میکروسکوپی به عمل آید.

۳-۲-۸-۷- بازرسی بصری جاری [1]

تمامی مقره‌های اتکایی می‌بایستی مورد بازرسی قرار گیرد. استقرار فیتینگهای فلزی بر روی قسمتهای عایقی می‌بایستی مطابق با نقشه‌ها باشد.

رنگ مقره تقریباً می‌بایستی مطابق با رنگ مشخص‌شده در طرح باشد. برخی تغییرات در درجه رنگ لعاب مقره مجاز است و نمی‌بایستی به واسطه آن مقره مردود شود. این مسئله همچنین برای سطوحی که در آنها ضخامت لعاب نازکتر و درنتیجه رنگ آنها روشن‌تر می‌باشد، همچون لبه‌های تیز مقره، معتبر است. سطوحی که براساس طرح می‌بایستی لعاب‌کاری شوند، باید با استفاده از یک لعاب پیوسته، درخشان و سخت که فاقد هرگونه ترک‌خوردگی و عیبی است (که موجب لطمه‌زدن به عملکرد صحیح مقره در شرایط سرویس می‌گردد) پوشانده شود.

عیوب لعاب عبارتند از: لکه‌های فاقد لعاب، تراشه‌ها، نفوذ مواد خارجی در لعاب و سوراخها. تلورانس‌های مشخص‌شده زیر برای عیوب قابل رویت می‌بایستی به هر واحد مقره اتکایی اعمال گردد. کل سطح معیوب لعاب بر روی هر واحد مقره اتکایی نمی‌بایستی از مقدار رابطه زیر بیشتر باشد:

$$\text{میزان مجاز کل سطح معیوب لعاب بر روی هرواحد مقره اتکایی} \leq 100 + \frac{D \times F}{2000}\ mm^2 \qquad (۳-۳)$$

1. Routine visual inspection

omoorepeyman.ir

مساحت هر بخش معیوب لعاب روی هر واحد مقره اتکایی نمی‌بایستی از مقدار زیر بیشتر باشد:

$$\text{میزان مجاز مساحت هر بخش معیوب لعاب بر روی هرواحد مقره اتکایی} \leq 50 + \frac{D \times F}{20000} \ mm^2 \qquad (۴-۳)$$

که در آنها D بزرگترین قطر واحد مقره برحسب میلی‌متر و F فاصله خزشی واحد مقره برحسب میلی‌متر است.

وجود لعاب معیوب بر روی استوانه اصلی مقره‌های اتکایی (عیوبی همچون ترکها) قابل قبول نمی‌باشد. خالهای فاقد لعاب که مساحت آنها کمتر از ۲۵ میلیمتر مربع است و همچنین نفوذ جزئی مواد خارجی در لعاب مجاز می‌باشند.

وجود مواد زائد خارجی در لعاب (مثلاً نشستن گردوخاک بر روی چتر فوقانی مقره) نمی‌بایستی سطحی بیش از ۲۵ میلی‌مترمربع را دارا بوده و علاوه بر این هر جسم خارجی مجزا نمی‌بایستی بیش از ۲ میلیمتر از سطح مقره ارتفاع داشته باشد.

تجمع مواد زائد خارجی (به عنوان مثال، دانه‌های شن) بعنوان یک نقیصه مجزای لعاب درنظر گرفته می‌شود. مساحت نواحی پیرامون آنها می‌بایستی در مساحت کل قسمتهای معیوب لعاب در نظر گرفته شود.

سوراخهای بسیار کوچکی که قطر آنها کمتر از یک میلی‌متر است (مثلاً آن دسته از سوراخهایی که بوسیله ذرات گرد و غبار ایجاد می‌گردند) نمی‌بایستی در مساحت کل قسمتهای معیوب لعاب در نظرگرفته شوند. با این وجود، در هر سطح $۵۰mm \times ۱۰mm$ ، تعداد این سوراخها نمی‌بایستی بیش از ۱۵ عدد باشد. علاوه بر این، تعداد کل سوراخهای روی هر واحد مقره اتکایی نمی‌بایستی از مقدار زیر بیشتر باشد:

$$\text{تعداد مجاز کل سوراخهای روی هر واحد مقره‌اتکایی} \leq 50 + \frac{D \times F}{1500} \qquad (۵-۳)$$

که در آن D و F مطابق روابط قبلی تعریف می‌شوند.

۳-۲-۸-۸- آزمون مکانیکی جاری[1]

آزمون مکانیکی جاری قابل اعمال به مقره اتکایی بوسیله ارتفاع مقره مشخص می‌شود.

- **مقره‌های اتکایی با ارتفاع نامی بزرگتر از ۷۷۰ میلی‌متر**

  - مقره‌های اتکایی مونتاژشده

آزمون مکانیکی جاری می‌بایستی یک آزمون خمشی باشد که بر روی مقره اتکایی کامل انجام گیرد . مقره می‌بایستی بر روی یک تکیه‌گاه مستحکم نصب‌شده و نیروی آزمون به انتهای آزاد مقره در جهت عمود بر محور آن اعمال گردد.

توجه: آزمون مکانیکی جاری ممکن است بر روی واحدهای مجزای مقره اتکایی به عمل آید. تحت چنین شرایطی، سازنده می‌بایستی گواهی نماید که نیروی آزمون و تنش‌های خمشی متناظر با اعمال تنش و نیرو به مقره اتکایی کامل است (به عنوان مثال با استفاده از قطعات الحاقی با طولی برابر با طول واحدهای بالایی واحدی که تحت آزمون می‌باشد). در صورت درخواست بوسیله خریدار، آزمون ممان خمشی جاری می‌بایستی در فیتینگ فلزی فوقانی به عمل آید. این آزمون می‌تواند به عنوان بخشی از آزمون جاری معمول یا به صورت یک آزمون اضافی انجام گیرد.

الف- آزمون مکانیکی جاری بر روی مقره اتکایی کامل

نیروی نرمال آزمون می‌بایستی معادل با ۵۰ درصد نیروی شکست مکانیکی تعیین شده باشد. این نیرو باید در چهار جهت مختلف عمود بر هم در طرفین به سر مقره اعمال شود. هر یک از این نیروها حداقل می‌بایستی به مدت زمان ۳ ثانیه اعمال گردند.

omoorepeyman.ir

1.Routine mechanical test

در روش دیگر، در صورت توافق بین سازنده و خریدار در هنگام عقد قرارداد، آزمون خمشی، با استفاده از نیروی معادل با ۷۰ درصد نیروی شکست کامل معین شده، می‌تواند با اعمال نیرو در بیش از یک جهت اعمالی انجام گیرد. هر یک از اعمال نیروها حداقل می‌بایستی به مدت زمان ۳ ثانیه به طول بیانجامند.

توجه:

در توافق بین سازنده و خریدار، می‌بایستی آثار احتمالی ناشی از اعمال نیروهای آزمونی بزرگتر بر روی صحت اتصالات مابین قسمتهای عایقی و فیتینگهای فلزی درنظر گرفته شود.

ب– آزمون مکانیکی جاری بر روی فیتینگ فلزی فوقانی مقره

رویه آزمون مورد استفاده به نیازمندیهای استقامت معین شده بوسیله خریدار بستگی دارد.

- در مواقعی که نیاز خریدار بر افزایش خطی مقدار استقامت از $0.5\ P_0h$ یا $0.2\ P_0h$ (بسته به نوع مقره) تا میزان P_0h است، آزمون جاری می‌بایستی بر روی مقره کامل با استفاده از قطعه الحاقی به عمل آید. طول قطعه الحاقی و نیروی اعمال شده می‌بایستی به گونه‌ای تنظیم شود که ممان خمشی مورد نیاز، مطابق بند الف فوق در انتهای مقره اتکایی حاصل گردد.
- در مواقعی که خریدار در رابطه با افزایش خطی استقامت نیازی را تعیین نکرده باشد، ممکن است که امکان انجام آزمون مکانیکی جاری بر روی مقره اتکایی کامل با استفاده از قطعه الحاقی امکان‌پذیر نباشد. تحت چنین شرایطی (و همچنین در مواقعی که استقامت خمشی در فیتینگ فلزی فوقانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است) در صورت درخواست خریدار، یک آزمون اضافی می‌بایستی بر روی واحد فوقانی مقره به عمل آید. جزئیات آزمون، در صورت استفاده از قطعه الحاقی یا انجام آزمون با واحد معکوس شده، می‌بایستی در هنگام عقد قرارداد تعیین گردد.

ج– آزمون مکانیکی جاری که برای شرایط ویژه تعیین می‌گردد:

در صورتی که کاربرد مقره در شرایط خاص سرویس مدنظر باشد، خریدار و سازنده ممکن است بر روی انجام فرم دیگری از آزمون جاری، مانند: آزمون پیچشی، آزمون کششی یا آزمون فشاری توافق نمایند. جزئیات آزمون مورد نظر می‌بایستی در هنگام عقد قرارداد توافق گردد.

- مقره‌های اتکایی مونتاژنشده:

در روش جایگزین دیگری به جای انجام آزمون خمشی‌جاری بر روی مقره اتکایی مونتاژشده، آزمون مکانیکی جاری ممکن است با توافق سازنده و خریدار بر روی بخشهای عایقی از مقره اتکایی یا واحد مقره اتکایی قبل از مونتاژ به عمل آید. در این حالت، نیروهای خمشی می‌بایستی در چندین جهت اعمال شود. آنها می‌بایستی دارای اندازه مناسبی باشند تا اطمینان حاصل شود که تنش‌های خمشی درهر نقطه‌ای در امتداد طول آزاد یا مستحکم نشده بخش عایقی حداقل معادل با ۷۰ درصد است و نمی‌بایستی بیش از ۱۰۰ درصد تنش در مکانهایی که متناظر با نیروی شکست مکانیکی هستند باشد.

توجه:

۱– روشهای مناسبی برای انجام آزمون مکانیکی جاری در واحدهای مقره‌ای که به فیتینگ‌ها مجهز نشده‌اند، در پیوست ۳–۱ ارائه شده است.

۲– می‌بایستی توجه نمود که این آزمون منجر به تأیید فیتینگهای فلزی یا مونتاژ مقره اتکایی نمی‌گردد.

omoorepeyman.ir

- مقره‌های اتکایی با ارتفاع نامی برابر و کوچکتر از ۷۷۰ میلیمتر :

جز در سایر موارد توافق شده بین سازنده و خریدار، انجام آزمون مکانیکی جاری بر روی مقره‌های اتکایی با ارتفاع نامی برابر و کوچکتر از ۷۷۰ میلیمتر مورد نیاز نمی‌باشد. اگر آزمون مکانیکی جاری مورد نیاز باشد، آنگاه عموماً آزمون می‌بایستی به صورت آزمون کششی یا آزمون خمشی به عمل آید و جزئیات آن می‌بایستی در هنگام عقد قرارداد مورد توافق قرار گیرد.

- معیار پذیرش :

پس از انجام آزمون مکانیکی جاری هر مقره اتکایی می‌بایستی به دقت مورد بازرسی قرار گیرد. هر مقره آسیب‌دیده‌ای، شامل آنهایی که فیتینگهای فلزی‌شان صدمه دیده است یا در آستانه جداشدن قرار گرفته‌اند، می‌بایستی مردود شناخته شوند.

omoorepeyman.ir

پیوست (۳-۱): روشهای آزمونی برای بررسی تلورانسهای توازی، انحراف از مرکز، انحراف زاویه‌ای، خمیدگی و زاویه چتر مقره‌های اتکایی:

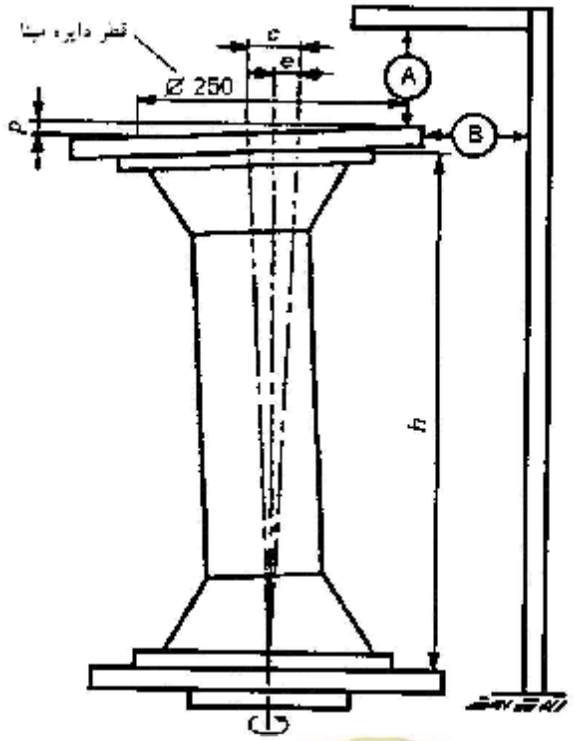
روشهای آزمونی ارائه شده در این پیوست تنها نمونه‌ای از روشهای قابل استفاده بوده و روشهای آزمونی دیگری هم می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

- روشهای آزمون:

- **توازی سطوح انتهایی (به شکل ۳-۱ مراجعه نمایید)**

مقره اتکایی به صورت ایستاده در مرکز یک صفحه مستحکم قابل چرخش[1] قرار داده می‌شود. به عنوان مثال این‌کار با استفاده از گوه‌های میله‌ای مخروطی شکل [2] و یک صفحه مسطح واسطه با ضخامت یکنواخت قابل انجام می‌باشد. بر روی سطح فوقانی مقره‌اتکایی، یک صفحه با ضخامت یکنواخت به صورت هم مرکز با سوراخ‌های نصب مقره متصل می‌گردد. برای این کار نیز می‌توان از گوه‌های میله‌ای مخروطی شکل استفاده نمود.

دستگاه اندازه‌گیری A موقعی که مقره اتکایی با صفحه قابل چرخش دوران می‌کند مقادیر حداکثر و حداقلی را ثبت می‌نماید. تفاضل مابین این مقادیر، که مربوط به دایره‌ای به قطر ۲۵۰میلی‌متر است، برابر خطای توازی سطوح انتهایی مقره اتکایی می‌باشد.



شکل ۳-۱: آرایش آزمون مورداستفاده جهت بازرسی توازی سطوح انتهایی و انحراف از مرکز مقره اتکایی

omoorepeyman.ir

1. Turntable
2. Conical shank screws

- **انحراف از مرکز(به شکل ۳-۱ مراجعه نمایید)**

با استفاده از آرایش استقراری که در قسمت قبل به آن اشاره شد، صفحه دایره‌ای به صورت هم‌مرکز با سوراخ‌های نصب سطح فوقانی مقره نصب می‌گردد (به عنوان مثال با استفاده از گوه‌های میله‌ای مخروطی شکل این کار قابل انجام است).

دستگاه اندازه‌گیری B موقعی که مقره اتکایی با صفحه قابل چرخش دوران می‌کند مقادیر حداکثر و حداقلی را ثبت می‌نماید.

میزان انحراف از مرکز برابر نصف تفاضل بین این مقادیر درنظر گرفته می‌شود.

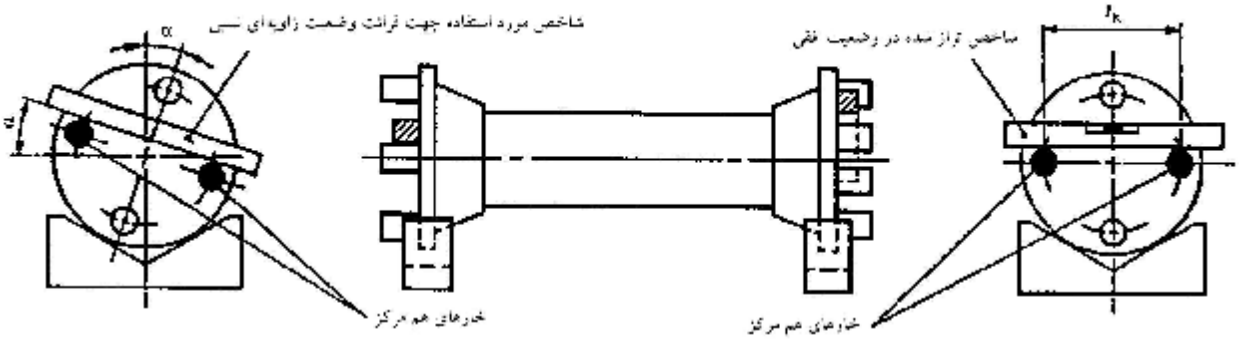
توجه :

در مواقع بروز تردید در مورد مقدار صحیح انحراف از مرکز، آزمون می‌تواند مجدداً در حالتی که مقره اتکایی وارونه شده است انجام گیرد و میزان انحراف از مرکز در حالت وارونه بدست می‌آید. آنگاه انحراف از مرکز مقره اتکایی برابر متوسط مقادیر بدست آمده در حالت اولیه و در حالتی که مقره وارونه شده است، در نظر گرفته می‌شود.

- **انحراف زاویه‌ای سوراخهای نصب (به شکل ۳-۲ مراجعه نمایید)**

مقره‌اتکایی به صورت افقی قرارداده می‌شود. برای این کار می‌توان مطابق شکل ۳-۲ از بلوکهای V شکل استفاده نمود، گوه‌های میله‌ای شکلی که سطوح آنها با استفاده از عملیات ماشین‌کاری کاملاً صاف شده‌اند می‌بایستی در داخل سوراخهای فیتینگ‌های فلزی فروبرده شوند. به طریق دیگر برای این کار می‌توان از پیچهای بزرگتری که با استفاده از عملیات ماشین‌کاری کاملاً صاف شده‌اند و در سوراخ‌های فیتینگهای فلزی فرو برده شده‌اند نیز استفاده نمود.

مطابق شکل ۳-۲، با استفاده از دو شاخص که در دو انتهای مقره قرار داده می‌شوند وضعیت زاویه‌ای نسبی سوارخهای ثابت مقره اندازه‌گیری و ثبت می‌شود.



شکل ۲-۲: آرایش آزمونی مورداستفاده جهت بررسی میزان انحراف زاویه‌ای سوراخهای نصب مقره اتکایی

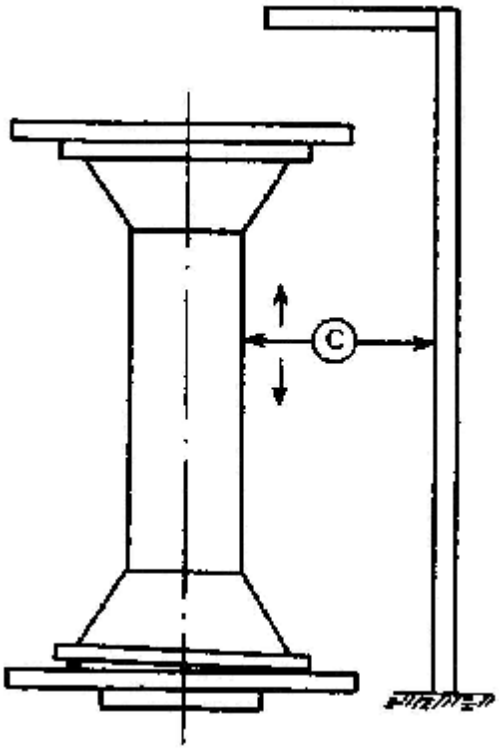
- **خمیدگی (به شکل ۳-۳ مراجعه نمایید)**

واحد مقره اتکایی به گونه‌ای قرار داده می‌شود که بتوان آن را حول محوری که از مرکز دایره‌های گام سوراخهای نصب فیتینگهای فلزی بالا و پایین‌اش عبور می‌نماید به دوران در آورد.

omoorepeyman.ir

این کار را می‌توان با استفاده از آرایش آزمونی که جهت بررسی میزان توازی سطوح انتهایی مقره مورد استفاده قرار گرفت انجام داد، به شرطی که فیتینگ فلزی فوقانی مقره نسبت به فیتینگ فلزی تحتانی مقره هیچ‌گونه انحراف از مرکزی نداشته باشد. خطاهای ناشی از عدم توازی سطوح انتهایی با استفاده از واشرهای [1] کوچکی که مابین فیتینگ فلزی تحتانی و صفحه مدور قرار می‌گیرند قابل اصلاح می‌باشند.

سپس دستگاه اندازه‌گیری C در مکانهای مختلفی در امتداد مقره قرارداده شده و با چرخش واحد مقره اتکایی بر روی صفحه چرخان، تفاضل مابین مقادیر حداقل و حداکثر ثبت می‌شود. مقدار خمیدگی مقره برابر نصف حداکثر مقادیر تفاضلی می‌باشد که به این طریق اندازه‌گیری و ثبت شده‌اند.



شکل ۳-۳ : آرایش آزمونی مورد استفاده جهت بررسی میزان خمیدگی مقره اتکایی

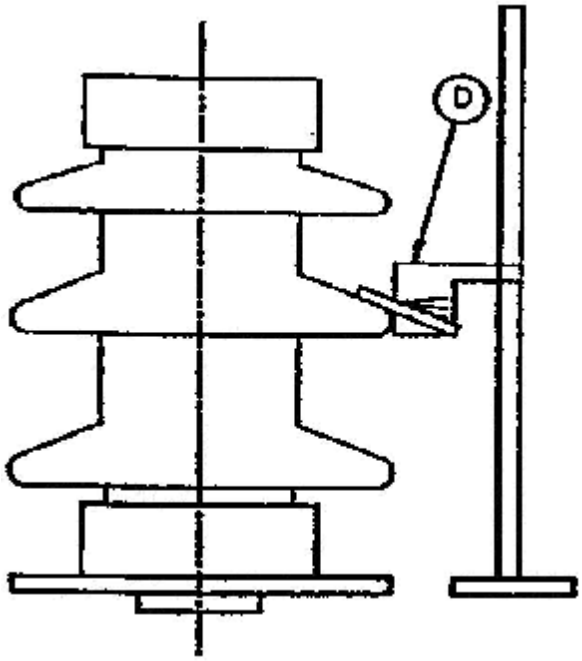
- **زاویه چتر(به شکل ۳-٤ مراجعه نمایید)**

مقره اتکایی به صورت عمودی و به گونه‌ای که بتوان آن را به چرخش درآورد، مستقر می‌شود. این کار را می‌توان با استفاده از آرایشی که در آزمون بررسی توازی سطوح انتهایی مقره مورد استفاده قرار گرفت، انجام داد.

همراستا با مقره، یک المان عمودی قرار می‌گیرد که دستگاه اندازه‌گیری D بر روی آن نصب شده است. این دستگاه اندازه‌گیری یک صفحه مدرج و یک قطعه متحرک با قابلیت تغییر زاویه را دارا می‌باشد. موقعی که لبه قطعه متحرک بر روی سطح فوقانی چتر قرار می‌گیرد، شیب یا زاویه چتر را می‌توان، با استفاده از موقعیت قطعه متحرک نسبت به صفحه مدرج، تعیین نمود.

omoorepeyman.ir

1. Shims

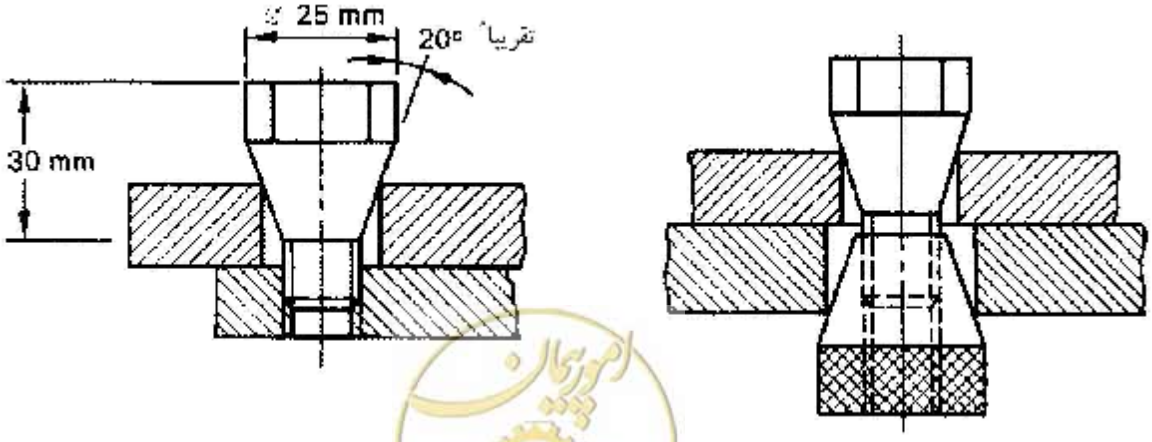


شکل ۳-٤: آرایش آزمونی مورد استفاده جهت بررسی شیب چتر مقره اتکایی

شرایطی که می‌بایستی در حین انجام آزمونها مراعات گردند:

در مورد آزمونهای بررسی توازی سطوح انتهایی، انحراف از مرکز و خمیدگی مقره اتکایی، ضروری است که سطح صفحه چرخان بر محور دوران عمود باشد.

علاوه بر این برای آزمونهای توازی سطوح انتهایی و انحراف از مرکز مقره‌اتکایی، ضروری است که دایره گام سوراخ‌های نصب فیتینگ فلزی مقره با دقت و به شیوه مناسبی نسبت به محور دوان صفحه چرخان هم مرکز شود. برای این منظور، می‌توان از چهار سوراخ نصب استفاده نمود و آنها را با استفاده از گوه‌های میله‌ای مخروطی شکل یا پیچهایی (همانند شکل ۳-۵) بر هم منطبق نمود.



شکل ۳-۵: روشهایی برای اتصال مقره اتکایی به صفحه چرخان و دستیابی به هم مرکزی آنها

omoorepeyman.ir

پیوست (۳-۲): روشهای انجام آزمون جاری واحدهای مقره مونتاژ نشده:

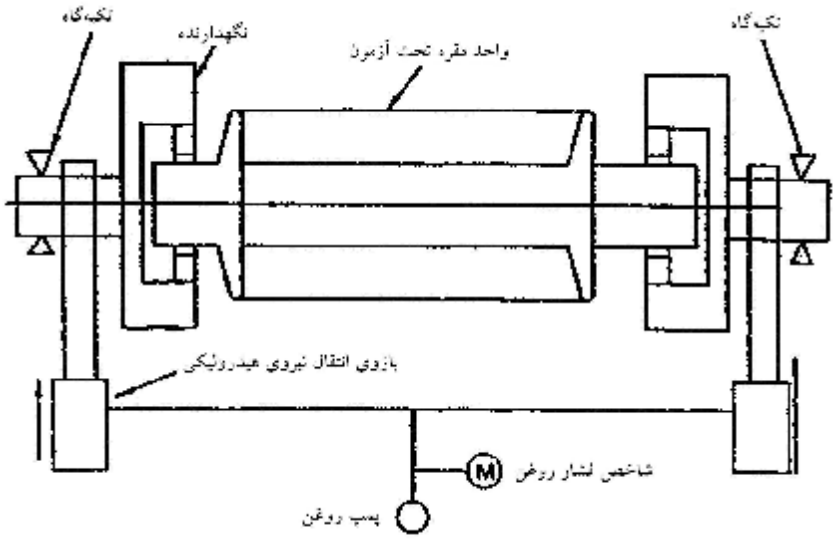
روشهای آزمونی ارائه شده در این پیوست تنها نمونه‌ای از روشهای قابل استفاده بوده و روشهای آزمونی مناسب دیگری هم می‌تواند بکار رود. سازنده می‌بایستی روش آزمونی را که به کاربرد شرایط بارگذاری معین شده نزدیکتر است، انتخاب نماید.

- روش آزمون به طریق اعمال ممان خمشی یکنواخت:

برای انجام آزمون، واحد مقره می‌تواند به صورت افقی در دستگاه آزمایش، همانند آنچه که در شکل ۳-۶ به صورت شماتیک نشان داده شده است، قرارداده شود.

اعمال بارهای یکسان، با استفاده از بازوهای انتقال نیرو هیدرولیکی [1]، منجر به اعمال ممان خمشی یکنواختی در طول مقره می‌شود. با تنظیم مناسب مکانهای نقاط بارگذاری، تکیه‌گاهی [2] و میزان بار، این ممان خمشی را می‌توان با ممان خمشی اعمال شده بر روی واحد، وقتیکه مقره اتکایی مونتاژ شده در معرض نیروی شکست مکانیکی معین شده‌اش قرار می‌گیرد، معادل نمود.

ممان خمشی می‌بایستی در چهار جهت عمود بر هم اعمال گردد. بارهای اعمال شده می‌بایستی قبل از آنکه واحد مقره به اندازه ۹۰ درجه چرخانده شود، رها شوند .



شکل ۳-۶: شماتیک تجهیز آزمونی قابل استفاده در روش آزمون به طریق اعمال ممان خمشی یکنواخت

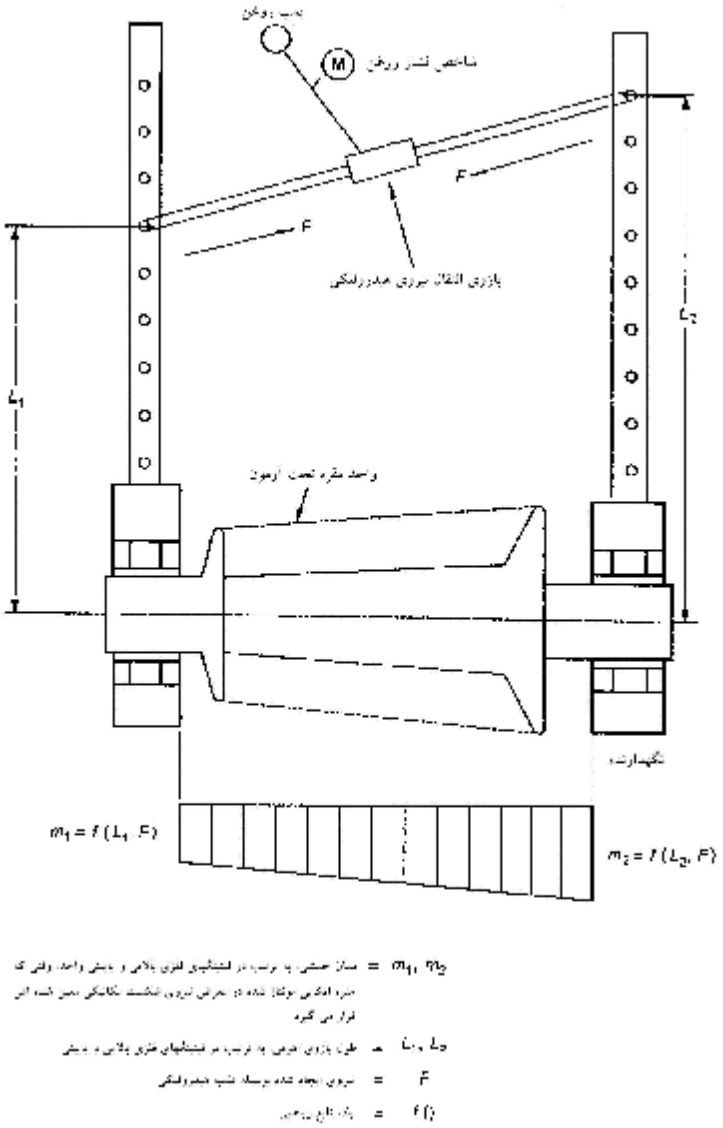
- روش آزمون به طریق اعمال ممان خمشی غیر یکنواخت:

برای انجام آزمون می‌توان واحد مقره را به صورت افقی در دستگاه آزمایش، همانند آنچه که در شکل ۳-۷ نشان داده شده است، قرار داد. اعمال نیرو با استفاده از بازوهای انتقال نیروی هیدرولیکی به بازوهای اهرمی، منجر به اعمال ممان خمشی غیریکنواختی در طول واحد مقره اتکایی می‌شود. با تنظیم طول مؤثر بازوهای اهرمی و میزان نیرو، دیاگرام ممان خمشی منتجه می‌تواند دارای فرمی مشابه با دیاگرام ممان خمشی اعمال شده بر روی واحد، موقعیکه مقره اتکایی در معرض نیروی شکست مکانیکی معین

1. Hydraulic rams
2. Fulcrum

omoorepeyman.ir

شده‌اش قرار می‌گیرد، باشد. ممان خمشی می‌بایستی در چهار جهت عمود بر هم اعمال شود. بارهای اعمال شده مـی‌بایسـتی قبـل از آنکه واحد مقره به اندازه ۹۰ درجه چرخانده شود، رها شوند.



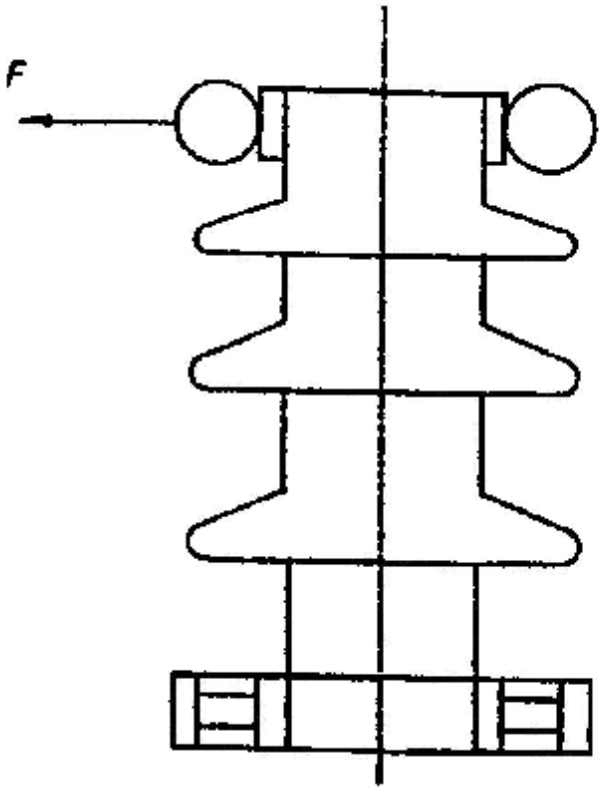
شکل ۳-۷ : شماتیک تجهیز آزمونی قابل استفاده در روش آزمون به طریق اعمال ممان خمشی غیر یکنواخت

- روش آزمون به طریق اعمال نیروی خمشی:

برای انجام آزمون، می‌توان واحد مقره را به صورت عمودی در دستگاه آزمایش، همانند آنچه که در شکل (۳-۸) نشـان داده شـده است، قرار داد. انتهای پایینی مقره به شیوه مناسبی مهار شده و نیرو به صورت افقی به انتهای آزاد واحد مقره اعمال می‌شـود. نیـروی اعمال شده می‌بایستی به گونه‌ای باشد که ممان خمشی ظاهر شده در انتهای پایینی واحد مقره معادل با ممان خمشی واحد، موقعیکه مقره اتکایی مونتاژ شده در معرض نیروی شکست مکانیکی‌اش قرار می‌گیرد، باشد. نیرو می‌بایستی در چهار جهت عمود بر هم اعمـال گردد. بارهای اعمال شده می‌بایستی قبل از آنکه مقره به اندازه ۹۰ درجه چرخانده شود، رها شوند.

آزمون را می‌توان با وارونه‌کردن واحد و اعمال دوباره نیرو در چهار جهت عمود بر هم تکرار نمود.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۸ :شماتیک تجهیز آزمونی قابل استفاده در روش آزمون به طریق اعمال نیروی خمشی

omoorepeyman.ir

فصل ۶

مشخصات و
دستورالعملهای اجرایی

در این فصل مشخصات ودستورالعملهای اجرایی مربوطه به مقره‌های مورد استفاده در پست‌های فشارقوی ارائه می‌گردد.

٤-١- اهداف و دامنه کاربرد

هدف از این فصل ارائه دستورالعملهای اجرایی مربوطه به مقره‌های پست‌های فشارقوی جهت سطوح ولتاژی ۶۳ الی ۴۰۰ کیلوولت می‌باشد. این مشخصات و دستورالعملهای اجرایی جهت پست‌های فشارقوی که در آنها از مقره‌های چینی، شیشه‌ای یا ترکیبی استفاده می‌شود، تدوین شده است.

به علت تنوع جنس، نوع و کاربرد مقره‌های مورداستفاده در پست‌های فشارقوی ، استفاده از تجربیات و توصیه‌های ارائه شده از سوی مشاوران، پیمانکاران و سازندگان مقره‌ها در صورتی که با دلایل متقن به اثبات رسیده باشند، بلامانع خواهد بود.

٤-٢- کلیات

مقره‌ها از مهمترین تجهیزات یک پست فشارقوی محسوب می‌گردند و عملکرد آنها به میزان قابل توجهی قابلیت اطمینان پست را تحت الشعاع قرار می‌دهند. براین اساس علاوه بر رعایت ضوابط و دستورالعملهای لازم درحین طراحی و انتخاب مقره‌ها، اصول و ضوابط خاصی نیز درهنگام نگهداری مقره‌ها می‌بایستی مورد توجه قرارگیرد تا از عملکرد صحیح و موردانتظار آنها اطمینان حاصل شود. رعایت مشخصات و دستورالعملهای اجرایی علاوه بر افزایش قابلیت اطمینان پست در طول عمر مقره‌ها و کاهش هزینه‌های مربوط به یافتن و تعویض مقره‌های معیوب (هزینه‌های بهره‌برداری) تأثیرگذار خواهد بود.

مقره‌های ترکیبی به لحاظ مواد اولیه بکاررفته در آنها و تکنولوژی ساخت از خیلی جهات با مقره‌های شیشه‌ای و چینی متفاوت‌اند، لذا ضروری است به هنگام کار با آنها ملاحظات خاصی را در نظر گرفته و دستورالعملهای سازندگان را دراستفاده و کار با مقره‌های ترکیبی به دقت و به طور کامل رعایت نمود و درمواردیکه پرسنل مربوطه برای اولین بار با این نوع مقره‌ها سروکار پیدا می‌کنند لازم است قبل از شروع به کار با آنها این دستورالعملها به آنها آموزش داده شود.

استفاده از استانداردهای IEEE شماره‌های ۹۸۷ و ۹۵۷ برای مقاصد موردنظر این فصل از گزارش مفید می‌باشد.

٤-٣- دستورالعملهای مقابله باآلودگی مقره‌ها

جرقه‌های ناشی از آلودگی در پست‌های فشارقوی بواسطه ذرات موجود در هوا که روی سطح مقره توزیع می‌گردد ایجاد می‌شوند. منابع تولید این ذرات را می‌توان در دو دسته کلی زیر طبقه‌بندی نمود:

- منابع طبیعی:

شامل: ذرات گردوخاک معلق درهوا، ذرات گردوخاک مناطق کویری و ذرات ناشی از آلودگی دریایی.

- منابع غیرطبیعی:

شامل: منابع صنعتی،منابع کشاورزی و فعالیت‌های ساختمانی.

در این حالت مواد آلوده‌کننده متعددی ایجاد می‌شوند که اغلب در شرایط خشک مسئله‌ای ایجاد نمی‌کنند ولی به محض رطوبی‌شدن محیط، هدایت الکتریکی لایه رسوب قرارگرفته برروی مقره روبه فزونی نهاده و جرقه سطحی برروی مقره ایجاد

omoorepeyman.ir

می‌شود. این جرقه اغلب در یک زمان کوتاه جرقه بعدی را نیز بدنبال دارد. در بسیاری از موارد، طراحی و انتخاب مناسب مقره‌ها قطعی‌های ناشی از آلودگی را کاهش می‌دهد. اما درنواحی که آلودگی شدید و میزان آن دور از انتظار باشد نگهداری و حفاظت از مقره‌ها لازم است. بدین منظور ابتدا می‌بایستی نوع و مشخصات آلودگی شناسایی و سپس روشهای مناسب مقابله با آن اتخاذ گردد. پیش‌بینی امکانات واحتمال شستشو حتی در شرایطی که موارد طراحی و بررسی مشخصات بدقت انجام شده باشد می‌بایستی درنظرگرفته شود. روشهای مقابله وحفاظت مقره‌ها در برابر آلودگی به صورتهای زیر امکان‌پذیر می‌باشد:

- استفاده از مقره‌های با فاصله خزشی بزرگتر:

استفاده از این نوع مقره‌ها در بسیاری از موارد راه‌حل عملی و مناسبی برای مقابله با آلودگی مقره‌ها می‌باشد. این نوع مقره‌ها با فاصله خزشی تا ۱/۵ برابر مقره‌های استاندارد عملکرد بهتری را نسبت به مقره‌های استاندارد در شرایط آلودگی از خود نشان می‌دهند، با این حال فاصله خزشی عامل مؤثری درکاهش اثرات آلودگی مقره‌ها نمی‌باشد و استفاده از این نوع مقره‌ها در تمام موارد آلودگی رضایتبخش نبوده است.

- شستشوی دوره‌ای:

شستشوی مقره‌ها در پست‌های بدون برق می‌تواند به طور منظم انجام شود. برای شستشوی مقره‌ها در پست‌های برق‌دار نیاز به وسایل و تجهیزات مخصوصی می‌باشد. این روش در مواردی که آلودگی خیلی شدید و بارندگی کم می‌باشد،کاربرد دارد. شستشو توسط فشار زیاد جریان آب مقطر انجام می‌گیرد. این روش در شستشوی آلودگی‌های نمکی، گردوخاک و آلودگی اسیدی خیلی مؤثر می‌باشد. زمان و تناوب شستشو به شدت آلودگی و شرایط جوی و وضعیت ایزولاسیون پست موردنظر بستگی دارد.

- گریس‌کاری مقره‌ها:

پوشاندن سطح مقره با ترکیبات گریس روش مؤثری برای مقابله با آلودگی مقره‌ها بوده ولی روشی پرهزینه است و نیاز به بی‌برق‌کردن پست و تجدیدکردن آن به طور متناوب بعد از طی دوره کارآئی آن دارد. این دوره تناوب از سه ماه تا ۵ سال برحسب درجه آلودگی و شرایط جوی می‌باشد. موقعی که گریس به پایان دوره کارائی خود برسد قابلیت دفع آب خود را بتدریج از دست داده و درسطح مقره مسیرهایی برای وقوع جرقه ایجاد می‌شود و به موجب آن تداخل رادیویی نیز تولید می‌گردد، ترکیبات گریسی که برای پوشاندن سطح مقره‌ها مورد استفاده قرارمی‌گیرد غالباً محصول اولیه سیلیکون می‌باشند.

- استفاده از مقره با لعاب نیمه هادی:

این نوع مقره با لعاب نیمه هادی عملکرد خوبی را در مقابله با مشکلات ناشی از آلودگی از خود نشان داده است. گرمای حاصل از پوشش مقاومتی سطح مقره را خشک نگهداشته و تامدتی توزیع ولتاژ در مقره را یکنواخت وخطی حفظ می‌کند. البته عملکرد و خواص این لعاب بتدریج و بعد از مدتی از بهره‌برداری در مقایسه با سایر انواع مقره‌ها بعلت خوردگی ناشی از پدیده الکترولیتی کاهش می‌یابد.

- استفاده از مقره‌های ترکیبی:

علیرغم اینکه این نوع مقره‌ها دارای ویژگیهای بسیاری هستند، ولی تا چندسال اخیر به دلیل نداشتن تجربه کافی و اطلاع از نحوه عملکرد طولانی مدت این نوع مقره‌ها، مورد استقبال چندانی قرار نگرفتند. اما با گذشت زمان و مشاهده کیفیت و عملکرد مناسب این نوع مقره‌ها در خطوط انتقال و پست‌های فشارقوی واقع در کشورهای مختلف و حتی در سطوح ولتاژی بالا و همچنین

omoorepeyman.ir

مناطق دارای آلودگی سنگین، رفته‌رفته نظر کارشناسان و طراحان خطوط انتقال و پست‌های فشارقوی به این نوع مقره‌ها جلب شد. با پیشرفت تکنولوژی ساخت و انجام آزمایشات متعدد برروی مقره‌های ترکیبی، سایر اشکالات این نوع مقره‌ها که بعضاً در تعدادی از خطوط و پستها مشاهده و ثبت شده بود نیز به میزان قابل توجهی برطرف گردید. استفاده از مقره‌های ترکیبی در پستهایی که در مناطق آلوده قرارگرفته‌اند، به عنوان یکی از راههای مناسب جهت مقابله با آلودگی توصیه می‌گردد.

- روشهای دیگر:

علاوه بر موارد ذکرشده فوق، روشهای عملی دیگری نیز جهت مقابله با مشکل آلودگی مقره‌های پست‌های فشارقوی به کار می‌رود که از آن جمله می‌توان روش تمیزکردن دستی با مواد پاک‌کننده مواقعی که پست بی برق می‌باشد را نام برد. هرچند که نحوه اجرای این روش آسان است و نیازی به وسایل مجهز ندارد، ولی در آلودگی‌های شدید و سراسری و در پست‌های فشارقوی بزرگ به علت وسعت آلودگی و طولانی‌بودن زمان اجرای کار و لزوم بی‌برق‌شدن پست، این روش معمولاً فاقد توجیه فنی و اقتصادی بوده و توصیه نمی‌گردد.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فهرست منابع و مراجع

[۱] طراحی الکتریکی خطوط انتقال نیرو، نویسنده:قدرت‌الله حیدری، شابک : ۳-۷-۹۱۷۴۲-۹۶۴.

[۲] دیدگاه‌های مهندسی در طراحی خطوط انتقال انرژی، تألیف: محسن‌پور رفیع عربانی- پرویز اسلام‌زاده، شابک : ۸-۰۲۳-۴۶۳-۹۶۴.

[۳] طرح خطوط هوایی انتقال انرژی، گزینش و نگارش: مهندس محمد حسین جاویدی دشت‌بیاض.

[4] IEC 60273,"Characteristics of Indoor and Out Door Post Insulators for Systems with Nominal Voltages Greater Than 1000 V", Third Edition, 1990.

[5] IEC 60071-1,"Insulation Coordination–Part1: Definitions, Principles and Rules", Seventh Edition, 1993-12.

[6] IEC 600071-2,"Insulation Coordination- Part2: Application Guide", Third Edition, 1996-12.

[7] IEC 60168,"Tests On Indoor And Outdoor Post Insulators Of Ceramic Material Or Glass For Systems With Nominal Voltages Greater Than 1000v", Edition4.2, 2001-04.

[8] IEC 60437," Radio Interference Test On High Voltage Insulators", Second Edition, 1997-09.

[9] IEC 60507," Artificial Pollution Tests On High Voltage Insulators To Be Used On Ac Systems ", Second Edition, 1991.

[10] IEC 60060-1,"High Voltage Test Techniques- Part1; General Definitions And Test Requirements", Second Edition, 1989-110.

[11] IEC 60815,"Guide For The Selection Of Insulators In Polluted Conditions".

[12] IEC 60672-1, "Ceramic And Glass Insulating Materials Part 1-Definitions And Classifications".

[13] IEC 60672-3, " Ceramic And Glass Insulating Materials Part 3- Specifications For Individual Materials".

[14] ISO-9001, "Quality Management Systems Requirements".

[15] ISO-9002, "Mode For Quality Assurance In Production, Installation And Servicing".

[16] ISO-9003, "Quality Systems. Specification For Final Inspection And Test".

[17] ISO-9004, " Quality Management Systems. Guidelines For Performance Improvements".

omoorepeyman.ir

فهرست منابع و مراجع

[۱] طراحی الکتریکی خطوط انتقال نیرو، نویسنده:قدرت‌الله حیدری، شابک : ۳-۷-۹۱۷۴۲-۹۶۴.

[۲] دیدگاه‌های مهندسی در طراحی خطوط انتقال انرژی، تألیف: محسن‌پور رفیع عربانی- پرویز اسلام‌زاده، شابک : ۸-۰۲۳-۴۶۳-۹۶۴.

[۳] طرح خطوط هوایی انتقال انرژی، گزینش و نگارش: مهندس محمد حسین جاویدی دشت‌بیاض.

[4] IEC 60273,"Characteristics of Indoor and Out Door Post Insulators for Systems with Nominal Voltages Greater Than 1000 V", Third Edition, 1990.

[5] IEC 60071-1,"Insulation Coordination –Part1: Definitions, Principles and Rules", Seventh Edition, 1993-12.

[6] IEC 600071-2,"Insulation Coordination- Part2: Application Guide", Third Edition, 1996-12.

[7] IEC 60168,"Tests On Indoor And Outdoor Post Insulators Of Ceramic Material Or Glass For Systems With Nominal Voltages Greater Than 1000v", Edition4.2, 2001-04.

[8] IEC 60437," Radio Interference Test On High Voltage Insulators", Second Edition, 1997-09.

[9] IEC 60507," Artificial Pollution Tests On High Voltage Insulators To Be Used On Ac Systems ", Second Edition, 1991.

[10] IEC 60060-1,"High Voltage Test Techniques- Part1; General Definitions And Test Requirements", Second Edition, 1989-110.

[11] IEC 60815,"Guide For The Selection Of Insulators In Polluted Conditions".

[12] IEC 60672-1, "Ceramic And Glass Insulating Materials Part 1-Definitions And Classifications".

[13] IEC 60672-3, " Ceramic And Glass Insulating Materials Part 3- Specifications For Individual Materials".

[14] ISO-9001, "Quality Management Systems Requirements".

[15] ISO-9002, "Mode For Quality Assurance In Production, Installation And Servicing".

[16] ISO-9003, "Quality Systems. Specification For Final Inspection And Test".

[17] ISO-9004, " Quality Management Systems. Guidelines For Performance Improvements".

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

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

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision

General Technical Specification and Execution Procedures for Transmission and Subtransmission Networks Substation Insulators (63 kv- 400 kv)

NO: 429-2

Office of Deputy for Strategic Supervision
Bureau of Technical Execution System
http://tec.mporg.ir

Energy Ministry - Tavanir Co.
Power Industry Technical Criteria Project
www.tavanir.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

این نشریه

با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال – مقره‌های پست‌های فشار قوی (جلد دوم)» در بر گیرنده مباحث مربوط به معرفی و شناخت، معیارهای انتخاب و آزمون‌ها مقره های سرامیکی، شیشه ای و ترکیبی و همچنین دستورالعمل‌های نگهداری و بهره برداری مقره های پست‌های فشار قوی در سطح ولتاژ ۶۳ تا ۴۰۰ کیلو ولت می باشد که در چهار فصل ارایه شده است.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir