بسمه‌تعالی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت نیرو

شرکت سهامی تولید و انتقال نیروی برق ایران

(توانیر)

معاونت تحقیقات و تکنولوژی

دفتر استانداردها

استانـدارد خطـوط هوایـی توزیـع

جلد چهارم: مقره‌های به‌کاررفته در شبکه توزیع

تدوین کننده : گروه مطالعات توزیع - بخش برق - مرکز تحقیقات نیرو (متـن) نگارش : اول شهریور ۱۳۷۸

آدرس: تهران - میدان ونک - خیابان شهید عباسپور - ساختمان مرکزی
صندوق پستی ۶۴۶۷ - ۱۴۱۵۵ تلفن ۲۱۴۲۴۹۶ فاکس ۸۰۱۷۷۴۰

به نام خدا

پیشگفتار

پس از تدوین هر استاندارد و استفاده از آن به مرور نیازها و مشکلات مرتبط با آن شناخته شده و تکمیل و تجدیدنظر در آن امری لازم و ضروری می‌باشد، ازآنجائیکه استاندارد ساختمان شبکه‌های توزیع نیرو، سالها پیش تدوین شده و اقدامی جهت تکمیل و تجدیدنظر در آن صورت نگرفته بود، به دلایل زیر تصمیم به بازنگری در آن گرفته شد:

- باتوجه‌به گذشت چند سالی از تدوین استاندارد قدیم بایستی تحقیقات و بررسیهای لازم جهت استاندارد نمودن محصولات جدید و منسوخ نمودن محصولات قدیم صورت پذیرد.
- قیمت زیاد تجهیزات، دقت در امر خرید را طلب می‌کند و باتوجه‌به گستردگی و پیچیدگی تجهیزات، دقت در مشخصات فنی وسایل امکان مقایسه فنی محصولات سازندگان مختلف و مقید کردن آنها به رعایت موازین استاندارد را فراهم می‌سازد.
- باتوجه‌به افزایش کادر فنی متخصص امکان محاسبه و طراحی به‌صورت خاص و باتوجه‌به شرایط هر منطقه می‌باشد لذا ایجاد یکنواختی باید تنها در مجموعه‌ها یا تجهیزاتی که تابع شرایط خاص محیطی نباشند صورت گیرد بنابراین بجای استفاده از طرحهای نمونه با تنوع کم، معیارها و استانداردهای طراحی مطرح و در کنار آن در موارد خاص از طرحهای نمونه با تنوع زیاد استفاده شود.

باتوجه‌به اولویتها و نیازهای فعلی شبکه‌های توزیع، استانداردهای زیر مورد بررسی قرار گرفته‌اند:

الف- استاندارد سیستم زمین شبکه‌های توزیع

ب - استاندارد خازنهای به‌کاررفته در شبکه توزیع

پ - استاندارد راکتورهای به‌کاررفته در شبکه توزیع

ت - استاندارد مشخصات فنی ترانسفورماتورهای به‌کاررفته در شبکه توزیع

ث - استاندارد روشنایی معابر

ج - استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع

چ - استاندارد کابلهای مورد استفاده در شبکه توزیع

ح - استاندارد انشعابات شبکه‌های توزیع

خ - استاندارد خطوط هوایی شبکه‌های توزیع

جزوه حاضر جلد چهارم از استاندارد خطوط هوایی توزیع از سری استانداردهای شبکه‌های توزیع می‌باشد. پیش‌نویس استاندارد خطوط هوایی در تاریخ ۱۴ و ۱۵ شهریور سال ۱۳۷۴ مورد بررسی نمایندگان شرکتهای توزیع قرار گرفت، مطابق نظرات عنوانشده توسط دفتر استانداردهای معاونت تحقیقات و تکنولوژی و جلسه فوق‌الذکر، تصمیم گرفته شد که این استاندارد باتوجه‌به مباحث مطرح‌شده در قالب جلدهای جداگانه زیر تهیه گردد:

جلد اول: معیارهای طراحی و جداول کاربردی

جلد دوم: تیرهای بتنی مسلح و پیش‌تنیده

جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرمهای چوبی به‌کاررفته در شبکه توزیع

جلد چهارم : مقره‌های به‌کاررفته در شبکه توزیع

جلد پنجم : هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع

جلد ششم : کراس‌آرمها و آرایش پایه‌های به‌کاررفته در شبکه توزیع

در تهیه این استاندارد سعی شده است که امکانات و مهارتهای موجود و قابلیتهای شرکتهای توزیع برق درنظر گرفته شود. در تهیه این استاندارد منابع زیر مورد استفاده قرار گرفته است:

[۱] استاندارد شبکه‌های توزیع نیروی برق، وزارت نیرو، چاپ پنجم، شهریور ۱۳۶۴.

[۲] لوازم خطوط هوایی، شرکت برق منطقه‌ای تهران.

[3] IEC 815, Guide for the selection of insulator in respect of polluted conditions.

[4] IEC 383, insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1000 V.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
هدف و دامنه کاربرد	۲
تعاریف و مفاهیم	۲
خواص عمومی و مواد مصرفی در ساختمان مقره‌ها	۶
انواع مقره‌ها و مشخصات آنها	۸
آزمون روی مقره‌ها	۱۱
انتخاب مقره‌ها	۱۵
پیوست الف- یراق‌آلات مقره‌ها	۱۹
پیوست ب - عوامل هندسی موثر در کاربرد مقره‌ها	۳۲
پیوست پ - اطلاعات نمونه‌ای مقره‌ها	۳۷

مقدمه

مقره‌ها وسایلی هستند که در شبکه‌های انتقال و توزیع انرژی الکتریکی برای نگاه داشتن هادیهای الکتریکی دارای ولتاژ و جداسازی آنها از بازوهای نگاهدارنده مقره‌ها و یا پایه دکلها (یا تیرها) و در مورد خاص در مسیر سیمهای مهار پایه‌های خطوط جهت ایمنی افراد به‌کار می‌روند. به‌عبارتی مقره‌ها دارای دو کارکرد مکانیکی و الکتریکی می‌باشند. ازنظر مکانیکی مقره‌ها باید استقامت مکانیکی لازم برای نگاه داشتن سیم هوایی و تحمل نیروهای وارده از طرف آن را داشته باشند و ازنظر الکتریکی از نشت جریان الکتریکی از خط به سمت پایه‌ها جلوگیری نمایند.

۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از ارائه این استاندارد بیان مشخصات فنی لازم برای مقره‌های به‌کاررفته در شبکه‌های توزیع شامل مقره‌های فشار ضعیف و مقره‌های فشار متوسط (۱۱، ۲۰ و ۳۳ کیلوولت) و نیز یراق‌آلات مربوطه و ارائه روش مناسب برای انتخاب مقره می‌باشد.

۲- تعاریف و مفاهیم

۲-۱- واحد مقره زنجیری[1]

مقره‌ای که دربردارنده ماده عایق همراه با قطعات فلزی جانبی برای اتصال با دیگر واحدهای زنجیره مقره باشد. واحد مقره زنجیری مشتمل‌بر دو نوع است، مقره‌های ستونی و مقره‌های بشقابی که چون در توزیع از مقره‌های ستونی استفاده نمی‌شود، منظور از واحد مقره زنجیری در این استاندارد مقره بشقابی می‌باشد.

۲-۲- زنجیر مقره[2]

یک زنجیر مقره از یک یا چند واحد مقره زنجیری متصل به‌هم تشکیل شده به‌نحوی که نگهدارنده انعطاف‌پذیری برای هادی خطوط هوایی می‌باشد. تعداد مقره‌ها به سطح ولتاژ موردنیاز بستگی دارد.

۲-۳- مقره یکپارچه[3]

مقره یکپارچه، یک واحد کامل و مستقل مقره است که هادی خطوط هوایی را به‌صورت ثابت و غیرقابل انعطاف نگه می‌دارد و درمعرض تنش خمشی و فشار بار ناشی از هادی قرار دارد. دو نوع اصلی مقره‌های یکپارچه، مقره‌های سوزنی و مقره‌های اتکایی می‌باشند.

1- String Insulator Unit
2- Insulator String
3- Rigid Insulator

۲-۴- شکست سطحی[1]

تخلیه الکتریکی مخرب در مجاورت سطح خارجی مقره که در مسیر متصل‌کننده دوقسمتی که معمولا" ولتاژ عملکرد بین آنها اعمال می‌شود برقرار می‌گردد.

۲-۵- سوراخ شدن[2]

تخلیه الکتریکی مخرب که از درون ماده عایق مقره بگذرد.

۲-۶- ولتاژ ایستادگی در برابر ضربه صاعقه در حالت خشک[3]

ولتاژ ضربه‌ای که مقره در حالت خشک و تحت شرایط معین آزمایش در مقابل آن استقامت می‌کند (دچار تخلیه الکتریکی نمی‌گردد).

۲-۷- ولتاژ شکست ضربه ۵۰٪ در حالت خشک[4]

مقدار ولتاژ ضربه‌ای که تحت شرایط معین آزمایش به احتمال ۵۰٪ روی مقره خشک ایجاد جرقه می‌نماید.

۲-۸- ولتاژ ایستادگی فرکانس صنعتی در حالت تر[5]

ولتاژ با فرکانس صنعتی که مقره در حالت تر تحت شرایط معین آزمایش در مقابل آن استقامت می‌کند.

1- Flashover
2- Puncture
3- Dry Lighting Impulse Withstand Voltage
4- 50% Dry Lighting Impulse Flashover Voltage
5- Wet Power-Frequency Withstand Voltage

۲-۹- ولتاژ شکست سطحی فرکانس صنعتی در حالت تر[1]

میانگین حداقل ولتاژهایی (با فرکانس صنعتی) که باعث بروز جرقه در مقره تحت شرایط معین آزمایش می‌گردد.

۲-۱۰- حداکثر قدرت الکترومکانیکی[2]

حداکثر بار مکانیکی که یک واحد مقره زنجیری تحت شرایط معین آزمایش و همراه با اعمال ولتاژ می‌تواند تحمل کند.

۲-۱۱- حداکثر قدرت مکانیکی[3]

حداکثر بار مکانیکی که یک واحد مقره زنجیری یا یک مقره یکپارچه تحت شرایط معین آزمایش می‌تواند تحمل کند.

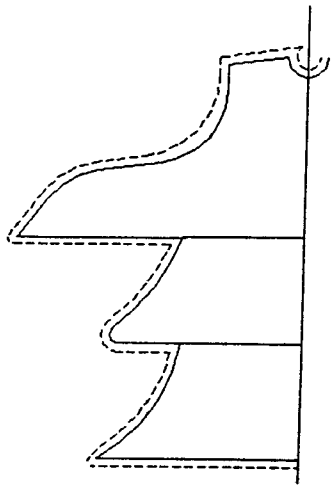
۲-۱۲- ولتاژ سوراخ شدن مقره[4]

حداقل ولتاژی که باعث بروز تخلیه مخرب در عایق مقره می‌گردد به‌نحوی که مسیر تخلیه خواص عایقی خود را ازدست می‌دهد.

۲-۱۳- فاصله خزشی مقره[5]

عبارتست از طول منحنی فصل مشترك عایق و هوا، که در شکل (۱) به‌صورت خط‌چین نمایش داده شده است.

1- Wet Power-Frequency Flashover Voltage
2- Electromechanical Failing Load
3- Mechanical Failing Load
4- Puncture Voltage
5- Creeping Distance of an Insulator



شکل (۱) فاصله خزشی مقره

۲-۱۴- نیروی مقاومت نهایی

نیرویی است که اگر درحین آزمایش استقامت مکانیکی به مقره وارد شود باعث شکست آن می‌گردد.

۲-۱۵- گروه‌بندی مقره‌ها جهت انجام آزمایشها

مقره‌های خطوط هوایی براساس شکل ساختمان به دو گروه A و B تقسیم‌بندی می‌شوند:

۲-۱۵-۱- گروه A

مقره‌هایی که در آنها طول کوتاهترین مسیر تخلیه از درون ماده عایق جامد حداقل برابر نصف طول کوتاهترین مسیر جرقه در مجاورت سطح خارجی مقره باشد.

۲-۱۵-۲- گروه B

مقره‌هایی که در آنها طول کوتاهترین مسیر تخلیه از درون ماده عایق جامد کمتر از نصف طول کوتاهترین مسیر جرقه در مجاورت سطح خارجی مقره باشد.

۳- خواص عمومی و مواد مصرفی در ساختمان مقره‌ها

همانگونه که ذکرشد قابلیت مقره‌ها ازنظر الکتریکی و مکانیکی باید رضایتبخش باشد: ازنظر مکانیکی، مقره باید قابلیت تحمل وزن و کشش سیم و یخ احتمالی روی آن و همچنین کلیه نیروهای ناشی از فشار باد و حرکات و نوسانات مکانیکی سیم را که به آن منتقل می‌شود داشته باشد. ازنظر الکتریکی مقره باید علاوه‌بر تحمل ولتاژ کار خط، نسبت به اضافه ولتاژهای موقت یا گذرای ایجادشده در خط نیز مقاوم باشد. شکل و وضعیت ظاهری مقره باید به‌گونه‌ای باشد که بتواند طولانی‌ترین مسیر را برای ایجاد یا عبور قوس الکتریکی ایجاد نماید. البته شیارهای ایجادشده در سطح بیرونی مقره جهت طولانی بودن مسیر شکست یا فاصله خزشی نباید به اندازه‌ای باشد که موجب کثیف شدن مقره و جمع‌آوری گرد و خاك گردد (که باعث افزایش جریان خزشی می‌شود) و یا باعث فشردگی خطوط نیروی میدان الکتریکی و درنتیجه افزایش گرادیان ولتاژ در آن نقطه شود.

همچنین ضخامت قسمتی از مقره که قطعات فلزی را ازهم جدا می‌کند باید به اندازه کافی زیاد باشد تا دراثر موجهای ضربه‌ای خیلی تند ناشی از صاعقه نیز سوراخ نگردد. در طرح ظاهری مقره، توزیع یکنواخت اختلاف پتانسیل در سطح آن حتی‌المقدور باید درنظر گرفته شود.

سطح بیرونی مقره‌ها باید حتی‌الامکان صیقلی و صاف باشد تا از نشستن گرد و خاك و دیگر ذرات معلق در هوا حتی‌الامکان جلوگیری به‌عمل آید، درضمن نفوذ رطوبت در آن نیز کمترین امکان را داشته باشد.

جنس مقره‌های به‌کاررفته در شبکه توزیع معمولا" چینی[1] و یا شیشه[2] می‌باشد.

۳-۱- مقره‌های چینی

چینی به‌کاررفته در ساختمان مقره‌ها ترکیبی است از کائولین و رس یا سیلیکات آلومینیوم هیدراته،

1- Porcelain

2- Glass

کوارتز و فلدسپات که بایستی به یک نسبت معین آنها را ترکیب نمود. ازآنجائیکه بسیار ضروری است که یک مقره بدون هرگونه حفره هوا و یا ناخالصی باشد، روش و مراحل ساخت آن از دقت و حساسیت خاصی برخوردار است.

استقامت عایقی چینی در حدود KV/mm ۲۸-۱۲ می‌باشد. از معایب چینی این است که در مقره‌هایی از این جنس در برخی از مواقع ترکهای ریزی به‌وجود می‌آید و این مسئله باعث کاهش مقاومت در مقابل ولتاژ ضربه می‌گردد. در مواردی قبل از ایجاد جرقه در سطح خارجی مقره‌ها، ولتاژ ضربه باعث سوراخ شدن آنها می‌شود.

۳-۲- مقره‌های شیشه‌ای

نوع دیگری از مقره‌ها، مقره‌هایی است که از شیشه سخت‌شده[1] ساخته شده‌اند. شیشه از ذوب مواد متشکله شامل سیلیس یا شن، سود و سنگ آهک و منیزیم در درجه حرارت حدود ۱۴۰۰ درجه سانتیگراد بدست می‌آید که پس از قالب‌ریزی دوباره پخته و کنترل می‌شود و سپس آن را سرد می‌کنند. پوسته خارجی در حالت فشردگی بوده و در مقابل لب‌پریدگی و قوس الکتریکی نسبت به چینی مقاومتر است. مزیت دیگر آن این است که اگر بدون ازهم‌پاشیدگی بشکند از روی زمین قابل مشاهده است. استقامت عایقی شیشه بیشتر از چینی است و ممکن است به KV/mm ۱۲۰ برسد. اما در مقابل موج ضربه‌ای با پیشانی تیز تقریبا" دارای استقامت الکتریکی یکسانی می‌باشند. شیشه تحت فشار مقاومتر از چینی بوده و در مقابل کشش استقامتی معادل چینی دارد، اما در مقابل ضربات مکانیکی شکننده‌تر است. جذب آلودگی در مقره‌های شیشه‌ای بیشتر از مقره‌های چینی (که دارای سطح خارجی لعاب‌دار هستند) می‌باشد و بدین لحاظ برای استفاده در مناطق با آلودگی کم پیشنهاد می‌شود. ازنظر قیمت، مقره‌های شیشه‌ای ارزانتر از مقره‌های چینی می‌باشند.

1- Toughened Glass

۴- انواع مقره‌ها و مشخصات آنها

برای رعایت ملاحظات مختلف مکانیکی و الکتریکی و . . . سازنده‌های مختلف مقره سعی می‌کنند مناسبترین، مرغوبترین و درعین حال اقتصادی‌ترین نوع مقره را برای استفاده در شبکه‌ها و کاربردهای مختلف تولید نمایند.

انواع مختلف مقره‌ها در خطوط انتقال و یا دیگر تاسیسات باز یا سرپوشیده (OUTDOOR & INDOOR) مورد استفاده قرار می‌گیرند اما در اینجا مقره‌های مناسب برای استفاده در خطوط هوایی ۱۱، ۲۰ و ۳۳ کیلوولت و همچنین فشار ضعیف مورد بررسی واقع شده و مشخصات فنی آنها ارائه می‌گردد.

مقره‌های موردنظر عبارتنداز: مقره‌های‌سوزنی‌یامیخی، بشقابی، مقره‌ثابت، مقره‌چرخی و مقره‌مهار.

۴-۱- مقره‌های سوزنی (یا میخی)[1]

مقره‌های سوزنی (یا میخی) جزء قدیمیترین طرحهای مقره می‌باشند و طی سالها کاربرد از نقطه‌نظر الکتریکی و مکانیکی تحولات و پیشرفتهایی در طراحی آنها صورت پذیرفته است. از این مقره‌ها در پایه‌های میانی (غیرانتهایی) خطوط هوایی استفاده می‌شود[2]. مقره‌های سوزنی مورد استفاده تا میزان ۱۱ کیلوولت معمولا" از یک قسمت یا قطعه تشکیل یافته‌اند، اما در سطح ولتاژهای بالاتر این مقره‌ها از دو یا سه قطعه تشکیل می‌گردند که توسط سیمان مخصوص به همدیگر چسبیده می‌شوند. تکیه‌گاه و یا ارتباط‌دهنده این مقره‌ها به کراس‌آرمها، میله‌های فلزی می‌باشند که درواقع پایه مقره‌های سوزنی[3] محسوب می‌گردند که باید دارای مشخصات ویژه باشد. در مجموع مقره‌های سوزنی امروزی قابل اطمینان بوده و به‌ندرت در طول عمر مفیدشان ترکهای شدید در آنها مشاهده می‌شود.

1- Pin Type Insulators

۲- در پایه‌های میانی توصیه می‌شود از مقره‌های تک‌شیاره استفاده گردد.

3- Insulator Spindle or Pin

در قسمت (پ-۱) از پیوست-پ اطلاعات نمونه‌ای این مقره‌ها آمده است.

۴-۱-۱- مقره با لایه گرافیتی (مقره‌های سوزنی سر گرافیتی)[1]

مقره‌ای سوزنی است که روی سر آن تا سطحی مشخص از قشر سیاه گرافیت پوشیده شده که این قشر میدان الکتریکی را بطور یکنواخت در سطح مقره توزیع نموده و از تمرکز آن در نزدیکی محل اتصال هادی به مقره ممانعت می‌نماید. بدین ترتیب با جلوگیری از تخلیه جزئی اولا" تولید پارازیتهای مزاحم فرکانسهای رادیویی منتفی شده و ثانیا" خورده شدن سطح مقره به‌وقوع نمی‌پیوندد. این مقره‌ها در مناطقی که خطوط در ایستگاههای مخابراتی و رادیو و تلویزیون مستقر می‌باشد مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۴-۲- مقره‌های بشقابی[2]

این نوع مقره‌ها در خطوط انتقال فشار قوی و فوق توزیع و ولتاژ متوسط به‌کار می‌روند. در خطوط ولتاژ متوسط در مواردی که به هر علتی نیروی استقامت مکانیکی مقره باید بالاتر از حدود نرمال و متعارف باشد (در پایه‌های کششی یا انتهایی، زاویه‌ای، اسپنهای بزرگ و یا استفاده از سیمهای سنگین) این نوع مقره‌ها مورد استفاده واقع می‌شوند. این مقره‌ها از کراس‌آرم آویزان شده یا در امتداد هادی قرار می‌گیرند.

از مزایای این نوع مقره‌ها این است که چنانچه مقره دچار شکست الکتریکی شود، اجزاء چینی هادی را رها نمی‌کنند و سیم هادی به زمین نمی‌افتد. بدین جهت در اسپنهای عبوری از جاده‌ها و نقاط حساس توصیه می‌شود که از این نوع مقره‌ها استفاده گردد.

در قسمت (پ-۲) از پیوست-پ اطلاعات نمونه‌ای این نوع مقره‌ها و شکل کلی یک زنجیر مقره آمده است.

مقره‌های نوع مهی[3] در مناطق با آلودگی بالا جهت استفاده توصیه می‌شود.

1- Radio Freed

2- Suspension or Strain Type Insulator

3- Fog Type

۴-۳- مقره‌های اتکایی[1]

این مقره‌ها به‌صورت عمودی یا افقی نصب می‌گردند و نیاز به کراس‌آرم و بریس[2] ندارند. آنها به شکل استوانه چینی توپر یا توخالی ساخته می‌شوند. نوع توخالی آن به شکل استوانه‌ای است که در یک انتهایش یک حفره دارد که قبل از اینکه قاعده مقره به کلاهک فلزی چسبانده شود پوشانده می‌گردد. ازآنجائیکه مقاومت مکانیکی مقره‌های اتکایی توپر دراثر افزایش قطر کاهش می‌یابد، لذا برای تحمل نیروهای مکانیکی بزرگ نمی‌توان از مقره اتکایی توپر استفاده نمود. بنابراین استفاده از مقره‌های توخالی معمولتر می‌باشد. این مقره‌ها معمولا" در محلهایی که به فاصله خزشی زیاد نیاز می‌باشد، استفاده می‌گردد، کاربرد این مقره‌ها هم‌اکنون در شبکه توزیع بسیار محدود می‌باشد. این مقره‌ها باید مطابق با استاندارد IEC شماره ۱۶۸ تحت آزمون قرار گیرد. چند نمونه از این نوع مقره‌ها در قسمت (پ-۳) از پیوست-پ آمده است.

۴-۴- مقره‌های چرخی یا قرقره‌ای[3]

این مقره‌ها در خطوط توزیع فشار ضعیف هوایی کاربرد دارد و جهت عبور سیم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شکل و اطلاعات نمونه‌ای این مقره‌ها در قسمت (پ-۴) از پیوست-پ آمده است.

۴-۵- مقره مهار[4]

این مقره‌ها در مسیر سیمهای مهار پایه‌های خطوط مورد استفاده قرار می‌گیرند و قسمت پایین سیم مهار را از قسمت بالایی آن عایق می‌کنند تا ایمنی جان افراد در پای مهار به‌خطر نیفتد. همچنین با عایق نمودن قسمت بالایی سیم مهار از زمین ایمنی جان سیمبان را در هنگام کار روی تیر تامین می‌نمایند. این

1- Line Post Insulator
2- Brace
3- Spool Type Insulator
4- Guy Insulator

مقره‌ها به‌گونه‌ای طراحی و ساخته می‌شوند که درصورت شکست، سیم مهار رها نمی‌گردد و بر روی زمین نمی‌افتد. در قسمت (پ-۵) از پیوست-پ دو نوع از این مقره‌ها آمده است.

۵- آزمون روی مقره‌ها

بر روی مقره‌ها بایستی آزمونهای زیر مطابق استاندارد IEC-۳۸۳ صورت گیرد.

۵-۱- گروه اول- آزمایشهای نوعی[1]

هدف از انجام این آزمایشها بررسی مشخصات الکتریکی یک مقره است که عمدتا" بستگی به شکل و اندازه آن دارد و برای هر طرح جدید فقط یک بار انجام می‌گردد. آزمایشهای نوعی عبارتند از:

۵-۱-۱- آزمایش ولتاژ ایستادگی در برابر ضربه در حالت خشک[2]

در این آزمایش مطابق بند ۱۳ از استاندارد IEC ۳۸۳-۱ موج ولتاژ ضربه ۱/۲-۵۰ µs بر مقره اعمال می‌شود.

۵-۱-۲- آزمایش ولتاژ ایستادگی فرکانس صنعتی در حالت تر[3]

این آزمایشها برای هر یک از انواع مقره‌های یکپارچه و واحدهای مقره زنجیری روی سه نمونه انجام می‌شود و برای زنجیر مقره آزمایش روی یک نمونه کافی است. این آزمون مطابق بند ۱۴ از استاندارد IEC ۳۸۳-۱ انجام می‌شود.

۵-۲- گروه دوم- آزمایشهای نمونه[4]

هدف از انجام این آزمایشها بررسی سایر مشخصات یک مقره و کیفیت مواد مورد استفاده می‌باشد.

1- Type Tests
2- Dry Lighting Impulse Withstand Voltage Test
3- Wet Power-Frequency Withstand Voltage Test
4- Sample Tests

تعداد مقره‌هایی که برای این آزمایشها به‌صورت تصادفی از میان n مقره موردنظر انتخاب می‌شوند بدین صورت تعیین می‌گردد:

- برای تعداد کل مقره‌ها کمتر از ۵۰۰ عدد بسته به توافق خریدار و سازنده.

- برای تعداد کل مقره‌ها (n) بین ۵۰۰ تا ۲۰۰۰۰ برابر با $\frac{۱/۵\ n}{۱۰۰۰} + ۴$

- برای تعداد کل مقره‌ها (n) بیش از ۲۰۰۰۰ برابر با $\frac{۰/۷۵\ n}{۱۰۰۰} + ۱۹$

برای مواردی که نتیجه هر یک از دو رابطه فوق عدد صحیح نباشد، نزدیکترین عدد صحیح بزرگتر درنظر گرفته می‌شود.

مقره‌های انتخاب‌شده ابتدا باید آزمایشهای گروه سوم را پشت‌سر گذارده سپس تحت گروه دوم آزمایشها به‌ترتیب زیر قرار گیرند:

۵-۲-۱- بررسی سیستم قفل[1]

این مورد مختص مقره‌های بشقابی[2] می‌باشد و باتوجه‌به بند ۲۲ استاندارد IEC ۳۸۳-۱ بایستی نیازهای مشخص‌شده در استاندارد IEC ۳۷۲ را برآورد.

۵-۲-۲- بررسی ابعاد[3]

ابعاد مقره بایستی باتوجه‌به رواداریهای مجاز مطابق بند ۱۷ از IEC ۳۸۳-۱ کنترل شود.

1- Verification of the Locking System

2- String Insulator Units with Ball and Socket Couplings

3- Verification of Dimension

۵-۲-۳- آزمایش چرخه دما[1]

این آزمایش روی مقره‌های چینی یا شیشه سخت همراه با قسمتهای جانبی فلزی انجام می‌شود و شامل سه دور گرم و سردسازی آنها در آب می‌شود که مطابق با بند ۲۳ از استاندارد IEC ۳۸۳-۱ صورت می‌گیرد.

۵-۲-۴- آزمایش حداکثر قدرت الکترومکانیکی[2]

فقط روی واحد مقره زنجیری گروه B مطابق بند ۱۸ از استاندارد IEC ۳۸۳-۱ انجام می‌پذیرد.

۵-۲-۵- آزمایش حداکثر قدرت مکانیکی[3]

روی واحد مقره زنجیری گروه A و مواردی از گروه B که امکان آزمایش قبلی را ندارند و نیز مقره‌های یکپارچه از هر دو گروه مطابق بند ۱۹ از استاندارد IEC ۳۸۳-۱ انجام می‌گیرد.

۵-۲-۶- آزمایش شوك حرارتی[4]

فقط روی مقره‌های از جنس شیشه سخت مطابق بند ۲۴ از استاندارد IEC ۳۸۳-۱ انجام می‌شود.

۵-۲-۷- آزمایش سوراخ شدن[5]

فقط برای مقره‌های گروه B و مطابق بند ۱۵ از استاندارد IEC ۳۸۳-۱ انجام می‌شود.

۵-۲-۸- آزمایش خلل و فرج[6]

فقط روی مقره‌های سرامیکی مطابق بند ۲۵ از استاندارد IEC ۳۸۳-۱ انجام می‌شود.

1- Temprature Cycle Test
2- Electromechanical Failing Load Test
3- Mechanical Failing Load Test
4- Thermal Shock Test
5- Puncture Test
6- Porosity Test

۵-۲-۹- آزمایش گالوانیزاسیون[1]

این آزمون مطابق بند ۲۶ از استاندارد IEC ۳۸۳-۱ انجام می‌شود.

نمونه‌های انتخاب‌شده مقره‌ها باید به سه دسته حتی‌الامکان مساوی تقسیم شوند و مطابق جدول (۱) تحت آزمایش قرار گیرند:

جدول (۱)

	واحدهای مقره زنجیری		مقره‌های یکپارچه	
	گروه A	گروه B	گروه A	گروه B
دسته اول و دوم دسته سوم	۵-۲-۱، ۵-۲-۲، ۵-۲-۳، ۵-۲-۵*، ۵-۲-۸ ۵-۲-۱، ۵-۲-۲، ۵-۲-۳، ۵-۲-۵**، ۵-۲-۶، ۵-۲-۹	۵-۲-۲، ۵-۲-۳، ۵-۲-۴، ۵-۲-۵*، ۵-۲-۸ ۵-۲-۱، ۵-۲-۲، ۵-۲-۳، ۵-۲-۵**، ۵-۲-۶، ۵-۲-۷، ۵-۲-۹	۵-۲-۲، ۵-۲-۳، ۵-۲-۵*، ۵-۲-۸ ۵-۲-۲، ۵-۲-۳، ۵-۲-۵**، ۵-۲-۶، ۵-۲-۹	۵-۲-۲، ۵-۲-۳، ۵-۲-۵*، ۵-۲-۸ ۵-۲-۲، ۵-۲-۳، ۵-۲-۵**، ۵-۲-۶، ۵-۲-۷، ۵-۲-۹

یادآوری : آزمایش شماره (۵-۲-۸) فقط برای مقره‌های سرامیک و آزمایش شماره (۵-۲-۶) فقط برای مقره‌های از جنس شیشه سخت انجام می‌شود.

درصورتی که یک مقره در آزمایشهای نمونه رد شود، آزمایش مجدد مطابق IEC ۳۸۳ انجام می‌پذیرد.

مقره‌هایی که آزمایشهای نمونه بر روی آنها انجام شده نباید در خطوط شبکه مورد استفاده قرار گیرند.

۵-۳- گروه سوم- آزمایشهای معمول[2]

آزمایشهایی هستند که بر روی همه مقره‌های موردنظر باید به‌ترتیب زیر انجام پذیرند. برای جزئیات بیشتر از این آزمایشها به IEC ۳۸۳ مراجعه شود.

1- Galvanizing Test

2- Routine Tests

۵-۳-۱- آزمایش معمول شوك حرارتی[1]

این آزمایش مختص مقره‌های از جنس شیشه سخت می‌باشد.

۵-۳-۲- بررسی ظاهری[2]

۵-۳-۳- آزمایش معمول مکانیکی[3]

این آزمایش فقط روی واحد مقره زنجیری انجام می‌شود.

۵-۳-۴- آزمایش معمول الکتریکی[4]

این آزمایش روی مقره‌های یکپارچه و واحدهای مقره زنجیری از گروه B با جنس سرامیکی انجام می‌گردد.

۶- انتخاب مقره‌ها

طراحی و انتخاب مقره از لحاظ الکتریکی و مکانیکی مورد بررسی قرار می‌گیرد:

۶-۱- انتخاب مقره از نظر الکتریکی

۶-۱-۱- سطح عایقی شبکه

برای طراحی و انتخاب مقره مهمترین پارامتر سطح عایقی شبکه می‌باشد که باتوجه‌به استاندارد IEC ۷۱ برای سطوح ولتاژ مختلف شبکه بدست می‌آید، درضمن باتوجه‌به این که معمولا" در شرایط جوی، استاندارد سطح عایقی داده می‌شود، بطور غیرمستقیم، ارتفاع از سطح دریا، دما و . . . نیز در انتخاب مقره دخالت دارد.

1- Thermal shock Routine Test
2- Visual Examination
3- Mechanical Routine Test
4- Electrical Routine Test

۶-۱-۲- ازدیاد ولتاژ ناشی از صاعقه

۶-۱-۳- کرونا

سطح مجاز سیگنال به نویز منطقه موردنظر در انتخاب مقره اهمیت دارد.

۶-۲- انتخاب مقره از نظر استقامت مکانیکی

مقره خطوط بایستی چنان باشد که بتواند نیروهای وارد بر زنجیر مقره در شرایط طبیعی، ازجمله وزن هادی، نیروی وارد بر مقره دراثر زاویه‌دار بودن خط، فشار باد و نیروی ناشی از وزن یخ و برف را به‌راحتی تحمل کند و همچنین تحمل نیروهای غیرطبیعی ناشی از تخلیه ناگهانی برف و یخ از روی هادی، پارگی سیم و . . . را داشته باشد. برای مقره‌های آویزی که می‌تواند در امتداد مسیر خط حرکت داشته باشد نیروی افقی در جهت خط انتقال درنظر گرفته نمی‌شود و نیروی مزبور برای مقره‌های بدون حرکت ازجمله مقره سوزنی درنظر گرفته می‌شود.

۶-۳- انتخاب مقره باتوجه‌به آلودگی

چهار درجه آلودگی به‌منظور دسته‌بندی شرایط محیطی کاربرد مقره در جدول (۲) مشخص گردیده است. در این جدول شرایط نمونه بوجودآورنده هر یک از درجات آلودگی بیان گردیده‌اند.

۶-۳-۱- انتخاب مقره باتوجه‌به آلودگی

آلودگی محیط بر روی سطح مقره اثر گذاشته و استقامت الکتریکی آنها را کاهش می‌دهد.

جدول (۲) دسته‌بندی درجات آلودگی

درجه آلودگی	مثالهایی از شرایط محیطی
۱- سبک	- ناحیه بدون کارخانه با تراکم پایین منازل مسکونی که دارای لوازم گرمازا می‌باشند. - ناحیه‌های با تراکم کم صنایع یا خانه‌ها که درمعرض وزش باد و یا بارندگی تقریبا" دائمی می‌باشند. - نواحی کشاورزی که در آنها توزیع کود به شکل اسپری و یا سوزاندن تفاله‌های محصولات کشاورزی انجام نشود. - نواحی کوهستانی * تمامی نواحی فوق باید دارای حداقل فاصله‌ای برابر با ۱۰ تا ۲۰ کیلومتر از دریا باشند و درمعرض وزش مستقیم باد ازطرف دریا نباشند. مقدار دقیق فاصله مذکور بستگی به شرایط جغرافیایی منطقه ساحلی و شدت وزش باد دارد.
۲- متوسط	- مناطقی که دارای صنایع با دود آلوده‌کننده نبوده و تراکم خانه‌های با لوازم گرمازا در آنها حداکثر در حد متوسط باشد. - مناطقی با تراکم زیاد خانه‌ها و یا صنایع که درمعرض وزش مداوم باد و یا بارندگی باشند. - مناطقی که درمعرض وزش باد ازطرف دریا هستند اما چندین کیلومتر از دریا فاصله دارند. مقدار دقیق فاصله به شرایط جغرافیایی منطقه ساحلی و شدت وزش باد بستگی دارد.
۳- سنگین	- مناطقی با تراکم زیاد کارخانه‌ها و شهرهای بزرگ باحومه و با تراکم زیاد لوازم گرمازای آلوده‌کننده. - مناطق نزدیک به دریا و یا مناطقی که در همه حال درمعرض وزش نسبتا" شدید باد ازطرف دریا باشند. مقدار دقیق فاصله به شرایط جغرافیایی منطقه ساحلی و شدت وزش باد بستگی دارد.
۴- خیلی سنگین	- ناحیه‌های با وسعت محدود با گرد و غبارهای محلی و دود کارخانجات صنعتی که موجب نشست ذرات دارای بار الکتریکی در منطقه می‌گردند. - مناطقی با وسعت محدود، خیلی نزدیک به دریا و درمعرض قطرات ریز معلق آب و یا بادهای بسیار شدید ازطرف دریا. - نواحی خشک و تقریبا" بدون باران که درمعرض بادهای شدید حامل شن و نمک قرار دارند.

۶-۳-۲- حداقل فاصله خزشی باتوجه‌به درجه آلودگی

در جدول (۳) برای هر یک از درجات آلودگی مقدار حداقل فاصله خزشی ویژه لازم برحسب میلیمتر برای هر کیلوولت (فازبه‌فاز) از بیشترین ولتاژ اعمالی به مقره مشخص گردیده است. این مقدار عبارت از نسبت فاصله خزشی بین فاز و زمین به مقدار موثر بیشترین ولتاژ خط اعمالی به مقره می‌باشد. بنابراین مقدار حداقل فاصله خزشی نامی یک زنجیره مقره بین فاز و زمین با رابطه زیر مشخص می‌شود.

بیشترین ولتاژ خط اعمالی به مقره × حداقل فاصله خزشی ویژه = حداقل فاصله خزشی نامی

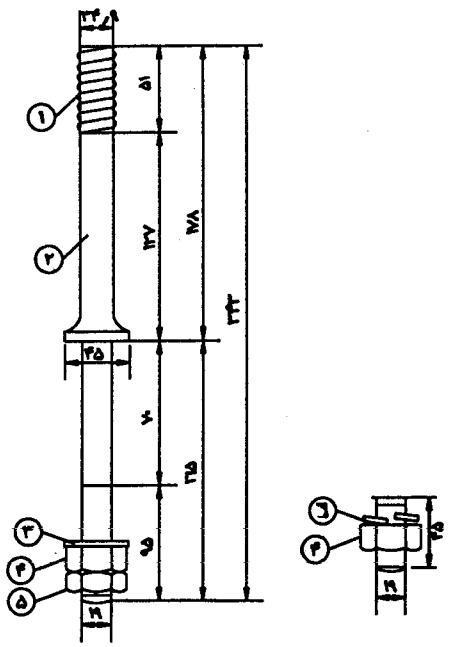
جدول (۳) حداقل فاصله خزشی ویژه برای درجات آلودگی

درجه آلودگی	حداقل فاصله خزشی ویژه (mm/KV)	ملاحظـات
۱- سبک	۱۶	در مناطق با آلودگی بسیار ناچیز، بسته به سوابق کارکرد مقادیر کمتری برای حداقل فاصله خزشی ویژه (تاحداقل۱۲mm/KV) می‌تواند به‌کار رود.
۲- متوسط	۲۰	
۳- سنگین	۲۵	
۴- خیلی سنگین	۳۱	در شرایط آلودگی بسیار شدید ممکن است مقدار حداقل فاصله خزشی ویژه بیشتری درنظر گرفته شود.

پیوست الف- یراق‌آلات مقره‌ها

الف-۱- میل مقره[1] برای مقره سوزنی با پیچ سربی برای شبکه ۲۰ کیلوولتی

الف-۱-۱- کشش مکانیکی[2] ۶۸۰ Kg



شکل (الف-۱)

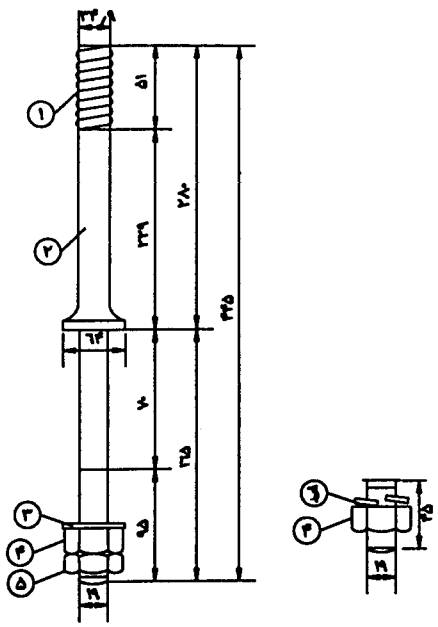
۱- پیچ سربی مناسب برای سوراخ ۳۴/۹ میلیمتر
۲- فولاد نورجدشده با گالوانیزه گرم
۳- واشر مربعی فولادی با حداقل ضخامت ۴/۷۵ میلیمتر
۴- مهره
۵- قفل مهره
۶- واشر فنری

1- Insulator Pin

۲- کشش مکانیکی، مطابق تعریف، باری است که درصورت اعمال بر سر میله به هنگامی که میله را محکم کرده‌ایم، باعث کج شدن آن به میزان ۱۰ درجه می‌گردد.

الف-۲- میل مقره برای مقره سوزنی با پیچ سربی برای شبکه ۳۳ کیلوولتی

الف-۲-۱- کشش مکانیکی ۹۰۰ Kg

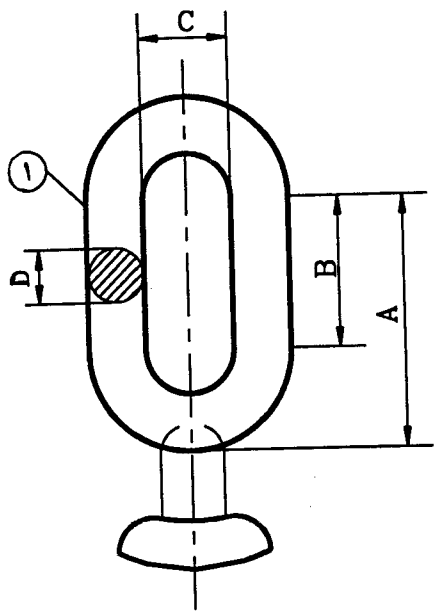


شکل (الف-۲)

۱- پیچ سربی مناسب برای سوراخ ۳۴/۹ میلیمتر
۲- فولاد فورجدشده با گالوانیزه گرم
۳- واشر مربعی فولادی با حداقل ضخامت ۴/۷۵ میلیمتر
۴- مهره
۵- قفل مهره
۶- واشر فنری

الف-۳- رابط چشمی[1]

این وسیله بایستی از فولاد ساخته شده و مطابق استاندارد ASTM A-۱۵۳ به‌صورت گرم گالوانیزه گردد. شمای این وسیله در شکل (الف-۳) و مشخصات دو نوع از آنها در جدول (الف-۱) آمده است.



شکل (الف-۳)

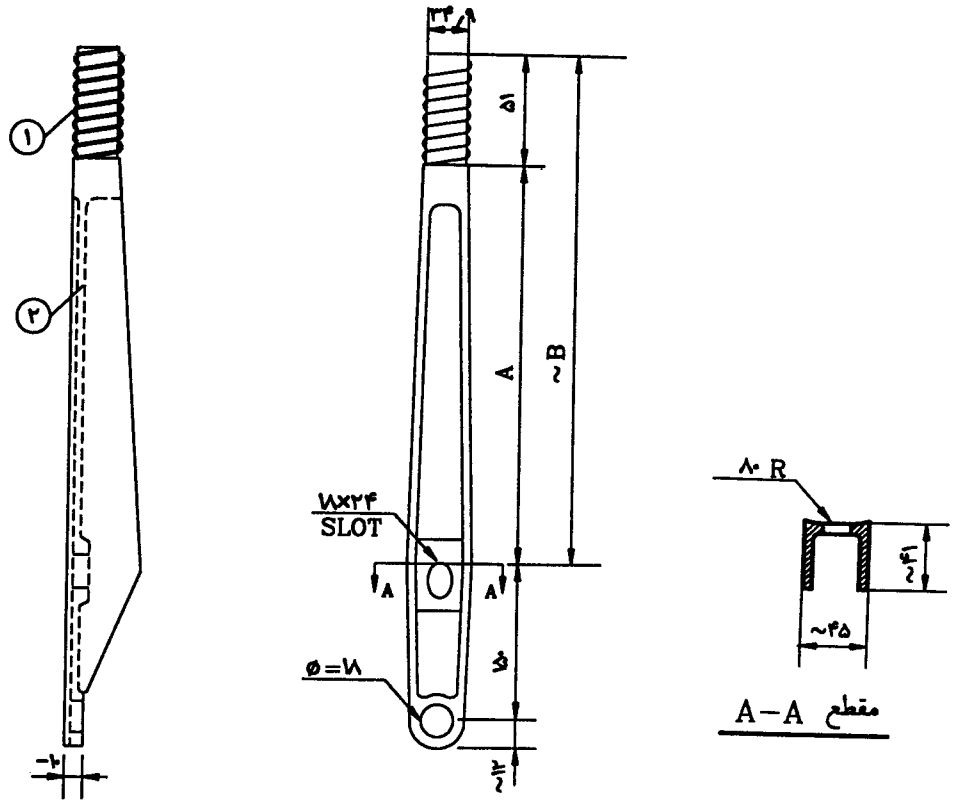
جدول (الف-۱) اطلاعات رابط چشمی

اندازه A (میلیمتر)	۱۰۰	۱۰۰
اندازه B (میلیمتر)	۵۰	۵۰
اندازه C (میلیمتر)	۱۸	۲۹
اندازه D (میلیمتر)	۱۲/۷	۱۶
حداکثر قدرت (کیلوگرم)	۷۰۰۰	۱۲۰۰۰

1- Ball-Eye

الف-۴- پایه مقره راس تیر[1]

اندازه و شکل این نوع پایه مقره در شکل (الف-۴) و جدول (الف-۲) آمده است، کشش مکانیکی میله بایستی بر روی وسیله و در محل قابل دید حک شود.



شکل (الف-۴)

۱- پیچ سربی مناسب برای سوراخ به قطر ۳۴/۹ میلیمتر
۲- میله فولادی فورجدشده با گالوانیزه گرم

جدول (الف-۲) اطلاعات پایه مقره راس تیر

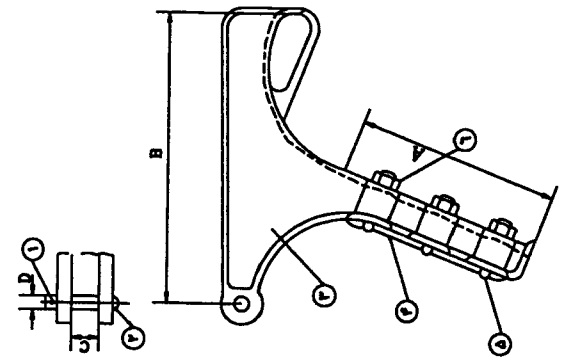
ولتاژ شبکه (KV)	حداکثر کشش مکانیکی (Kg)	a (mm)	b (mm)
۲۰	۶۸۰	۲۷۷	۴۹۰
۳۳	۹۰۰	۳۵۳	۵۶۶

1- Pole Top Pin

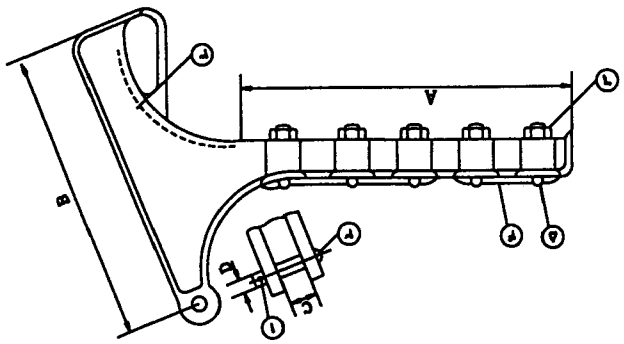
الف-۵- گیره انتهایی[1] ۳ و ۵پیچه

گیره انتهایی نوع رکابی، برای هادیهای ACSR و آلومینیومی به‌کار برده می‌شود. شکل گیره انتهایی ۳پیچه و ۵پیچه به‌ترتیب در شکلهای (الف-۵-۱) و (الف-۵-۲) و مشخصات آنها در جدول (الف-۳) آمده است.

تمام قسمتهای فلزی بجز قسمتهای مادگی و قسمت ۱ بایستی گالوانیزه شوند.



شکل (الف-۵-۱)



شکل (الف-۵-۲)

۱- پین از جنس فولاد ضدزنگ
۲- پین فولادی با قدرت تحمل کشش زیاد
۳- کلمپ از جنس آلیاژ آلومینیوم
۴- نگهدارنده از جنس آلیاژ آلومینیوم
۵- پیچ و مهره فولادی، به‌قطر ۱۲ میلیمتر
۶- واشر فنری فولادی

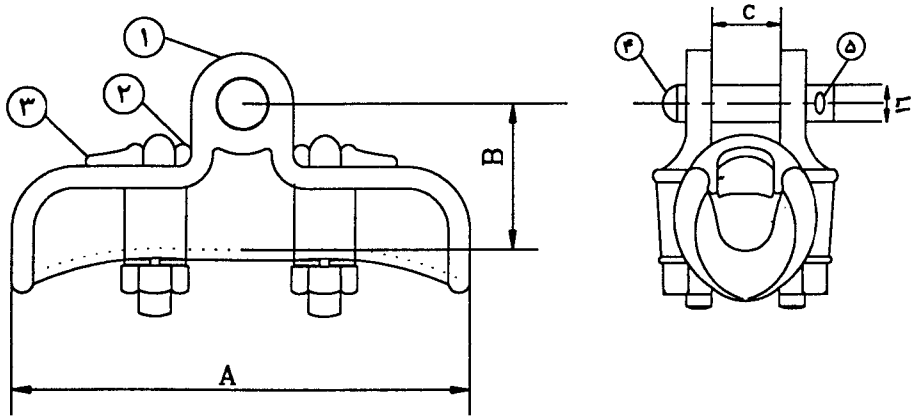
جدول (الف-۳) اطلاعات گیره انتهایی

	گیره انتهایی ۳پیچه	گیره انتهایی ۵پیچه
حداکثر نیروی گسیختگی (Kg)	۴۵۳۰	۱۱۳۰۰
مناسب برای هادی آلدری با مقطع (mm^2)	۷۰ و ۳۵	۱۸۵ و ۱۲۰
مناسب برای هادی ACSR با مقطع (mm^2)	۷۰/۱۲ و ۳۵/۶	۱۸۵/۳۰ و ۱۲۰/۲۰
مناسب برای هادی مسی با مقطع (mm^2)	۳۵-۵۰	۷۰-۹۵
حداقل نیروی شکست قسمت چشمی (Kg)	۱۸۰۰	۴۵۲۰
اندازه A (mm)	۱۸۷	۳۳۰
اندازه B (mm)	۲۰۳	۳۲۷
اندازه C (mm)	۱۹	۲۸/۵
اندازه D (mm)	۱۶	۱۶

1- Clamp Dead End

الف-۶- گیره آویزی[1]

گیره آویزی از آلیاژ آلومینیوم برای هادی ACSR و آلومینیومی به‌کار می‌رود. شمای این وسیله در شکل (الف-۶) و مشخصات سه نمونه از این وسیله در جدول (الف-۴) آمده است.



شکل (الف-۶)

۱- کلمپ زین شکل از جنس آلیاژ آلومینیوم
۲- پیچ با دو مهره و واشر که همگی گالوانیزه گرم شده‌اند
۳- نگهدارنده هادی از جنس آلیاژ آلومینیوم
۴- پین از فولاد گالوانیزه
۵- پین شکاف‌دار از جنس فولاد ضدزنگ

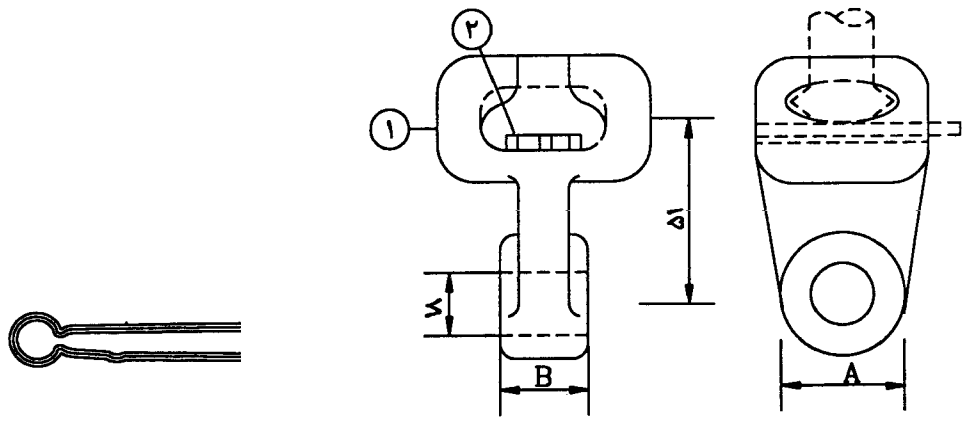
جدول (الف-۴) مشخصات سه نوع از گیره‌های آویزی

حداکثر کشش (Kg)	حداکثر قطر هادی مجاز (mm)	حداقل قطر هادی مجاز (mm)	اندازه A (mm)	اندازه B (mm)	اندازه C (mm)
۴۵۰۰	۱۸	۸	۱۸۰	۶۰	۱۹
۶۸۰۰	۲۰	۱۳	۱۹۰	۶۴	۵۲
۶۸۰۰	۲۹	۱۹	۲۰۰	۷۰	۳۲

1- Suspension Clamp-Clevis Type

الف-۷- رابط گیره آویزی[1]

رابط گیره آویزی (بست ارتباط مقره‌های بشقابی) از چدن مالیبل[2] ساخته شده و طبق مشخصات استاندارد ASTM-A۱۵۳ به‌صورت گرم گالوانیزه شده است. شمای این وسیله در شکل (الف-۷) و مشخصات دو نوع از آن در جدول (الف-۵) آمده است.



شکل (الف-۷)

۱- چدن مالیبل یا گالوانیزه گرم
۲- وسیله قفل‌کننده از جنس برنج

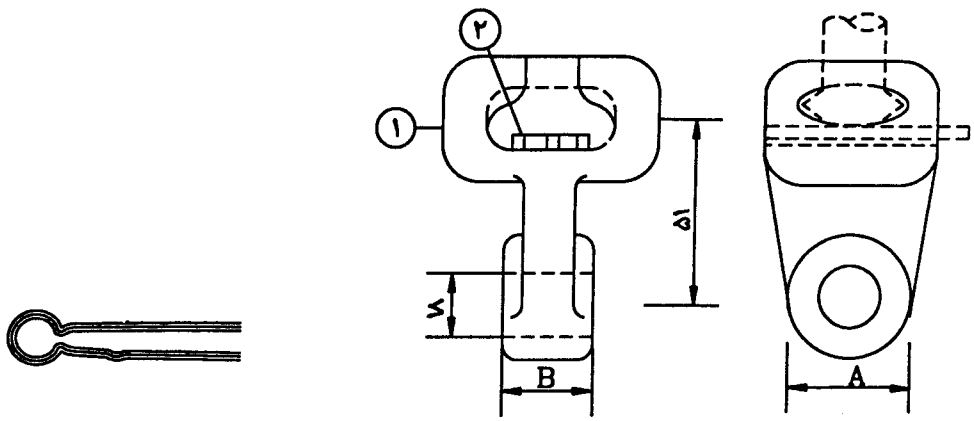
جدول (الف-۵) مشخصات رابط گیره آویزی

حداکثر کشش (Kg)	۷۰۰۰	۷۰۰۰	۷۰۰۰
اندازه A (mm)	۳۸	۳۸	۳۸
اندازه B (mm)	۱۶	۱۹	۲۹

1-Socket-eye
2- Malleable Iron

الف-۸- رابط معمولی گیره انتهایی

این وسیله از چدن مالیبل ساخته شده و مطابق مشخصات استاندارد ASTM-A۱۵۳ به‌صورت گرم گالوانیزه شده است. مشخصات و شکل این وسیله در زیر آمده است.



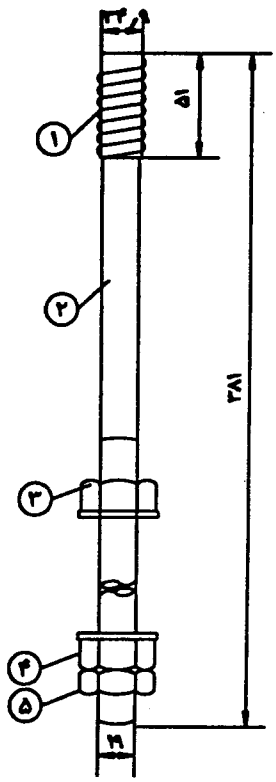
شکل (الف-۸)

۱- چدن مالیبل با گالوانیزه گرم
۲- وسیله قفل‌کننده از جنس برنج

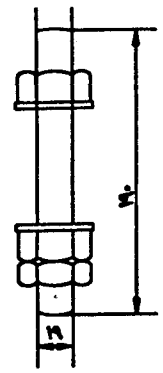
جدول (الف-۶) مشخصات دو نمونه از رابط معمولی گیره انتهایی

	رابط گیره انتهایی ۳پیچی	رابط گیره انتهایی ۵پیچی
حداکثر کشش مکانیکی (Kg)	۷۰۰۰	۱۲۰۰۰
اندازه A (mm)	۳۸	۴۵
اندازه B (mm)	۱۶	۲۵

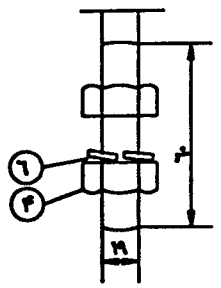
الف-۹- پایه حائل مقره[1]



برای کراس‌آرم چوبی یا بتنی



برای کراس‌آرم چوبی



برای کراس‌آرم فلزی

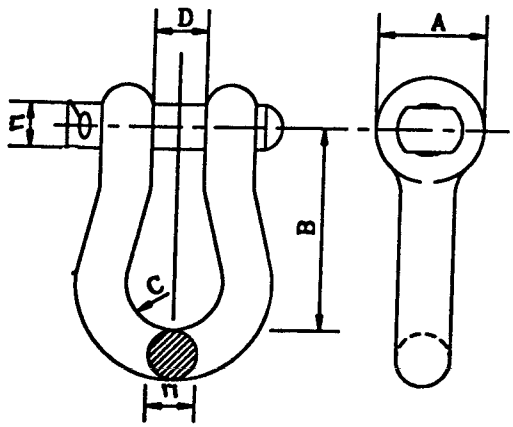
شکل (الف-۷)

۱- پیچ سربی مناسب برای سوراخ به قطر ۳۴/۹ میلیمتر
۲- فولاد فورجدشده با پوشش گالوانیزه گرم (بجز قسمت مادگی)
۳- واشر مربعی فولادی با حداقل ضخامت ۴/۷۵ میلیمتر
۴- مهره شش‌گوش از جنس فولاد گالوانیزه
۵- مهره شش‌گوش از جنس فولاد گالوانیزه برای قفل کردن
۶- واشر فنری از جنس فولاد گالوانیزه (قطر سوراخ ۱۹ میلیمتر)

1- Pilot Pin

الف-۱۰- رکاب انتهایی[1]

رکـاب انتهایـی از فـولاد ساخته شده و دارای میلـه فـولادی و اشپیـل برنجـی می‌باشد، فـولاد بایستی مطابق با استاندارد ASTM-A۷ ساخته شده و مطابق استاندارد ASTM-A۱۵۳ گالوانیزه گردد. در شکل (الف-۱۰) رکاب انتهایی و در جدول (الف-۷) اطلاعات آن مشاهده می‌شود.



شکل (الف-۱۰)

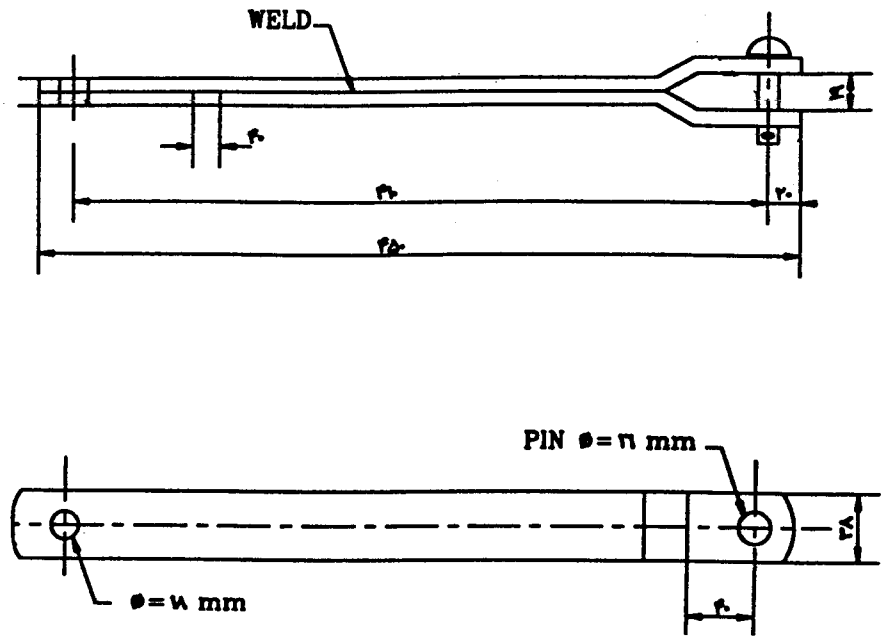
جدول (الف-۷) اطلاعات رکاب انتهایی

حداقل کشش مکانیکی (Kg)	۷۰۰۰	۱۲۰۰۰
اندازه A (mm)	۳۸	۳۵
اندازه B (mm)	۷۶	۷۲
اندازه C (mm)	۱۱	۱۶
اندازه D (mm)	۱۹	۲۲

1- Anchor Shackle

الف-۱۱- میله جلوبر مقره[1]

جنس میله و متعلقات از فولاد فورجدشده با گالوانیزه گرم و جنس اشپیل از برنج می‌باشد، شمای میله جلوبر مقره در شکل (الف-۱۱) و اطلاعات دو نوع از این وسیله در جدول (الف-۸) آمده است.



شکل (الف-۱۱)

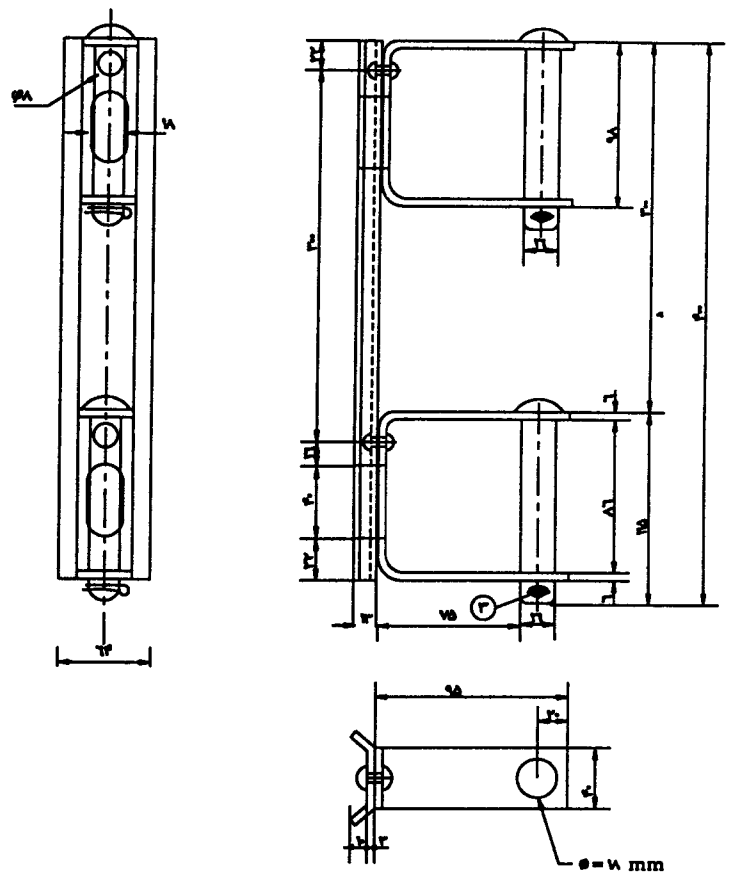
جدول (الف-۸) اطلاعات میله جلوبر مقره

حداقل کشش مکانیکی (Kg)	۷۰۰۰	۱۲۰۰۰
اندازه A (mm)	۳۸	۵۱

1- Extension Link

الف-۱۲- راك دوتایی[1]

شکل این نوع راك در زیر آمده است.



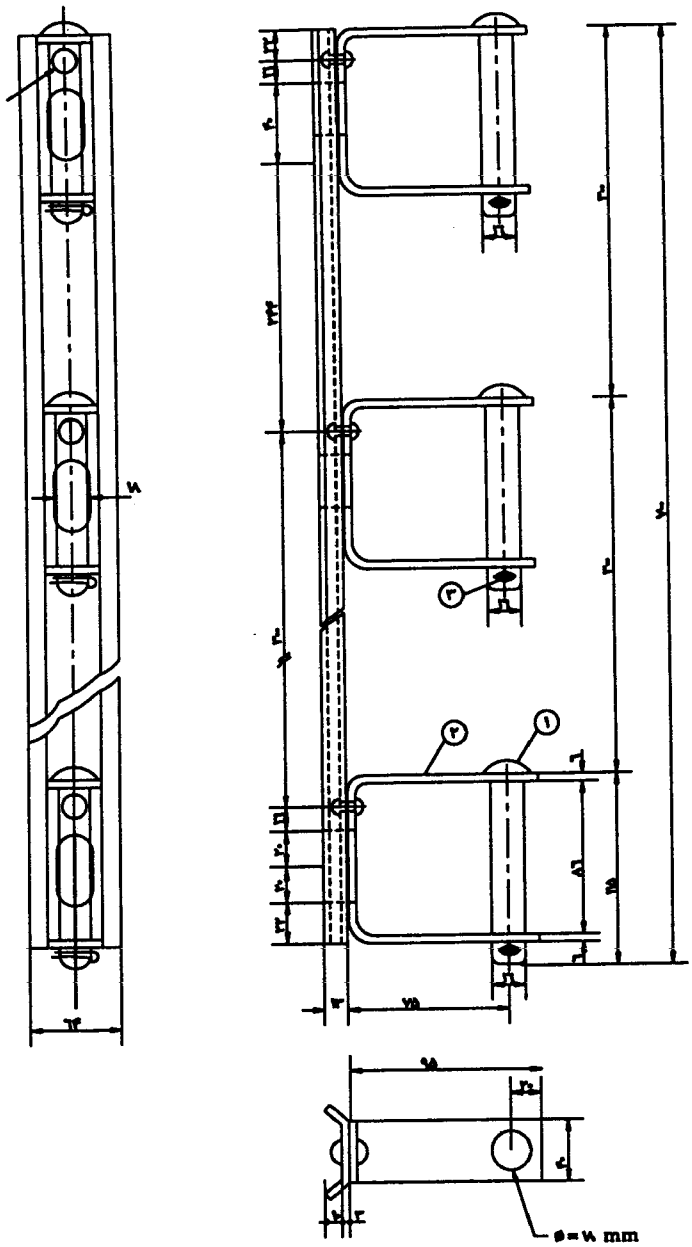
شکل (الف-۱۲)

۱- دو عدد میل مخصوص مقره چرخی از فولاد با گالوانیزه گرم
۲- دو عدد راك از فولاد با گالوانیزه گرم
۳- دو عدد اشپل از جنس برنج

1- Two Clevis Secondary Rack

الف-۱۳- راك سه‌تایی[1]

شکل این نوع راك در زیر آمده است.



شکل (الف-۱۳)

۱- سه عدد میل مخصوص مقره چرخی از جنس فولاد با گالوانیزه گرم
۲- سه عدد راك از جنس فولاد با گالوانیزه گرم
۳- سه عدد اشپیل از جنس برنج

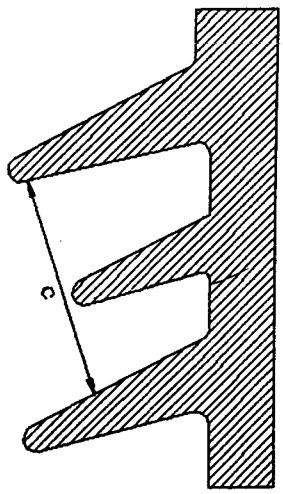
1- Three Clevis Secondary Rack

پیوست ب- عوامل هندسی موثر در کاربردمقره‌ها

همراه با کاربرد مفهوم فاصله خزشی ویژه، پارامترهای هندسی معینی باید درنظر گرفته شود که عبارتند از:

ب-۱- حداقل فاصله بین چترهای[1] مقره (c)

این مقدار بین چترهای با قطر یکسان تعریف می‌شود که با رسم یک عمود از پایین‌ترین نقطه چتر بالایی به چتر زیرین با همان قطر بدست می‌آید. این فاصله در شرایط بارندگی از برقراری یک ارتباط مستقیم بین دو چتر متوالی جلوگیری می‌کند و برای مقره‌های خطوط هوایی توزیع مقدار ۲۰ میلیمتر کافی است. لازم به ذکر است که مقدار c برای مقره‌های سوزنی و ثابت قابل استفاده نیست. در شکل (ب-۱) نمونه این پارامتر مشخص گردیده است.



شکل (ب-۱) حداقل فاصله c بین چترهای یکسان مقره

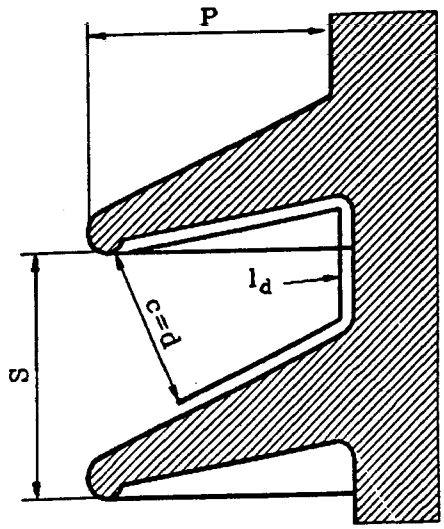
ب-۲- نسبت s/p

s عبارت است از فاصله عمودی بین دو نقطه مشابه چترهای متوالی[2] و در شکل (ب-۲) نمونه آن قابل مشاهده است.

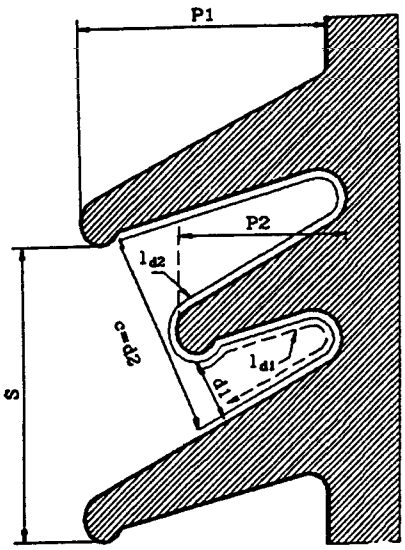
1- Shed

2- Spacing

p عبارت است از حداکثر میزان برآمدگی چتر مقره. در شکل (ب-۲) مقدار p و در شکل (ب-۳) مقدار p_i برابر این پارامتر است.



شکل (ب-۲) چترهای معمولی



شکل (ب-۳) چترهای غیرهمسان

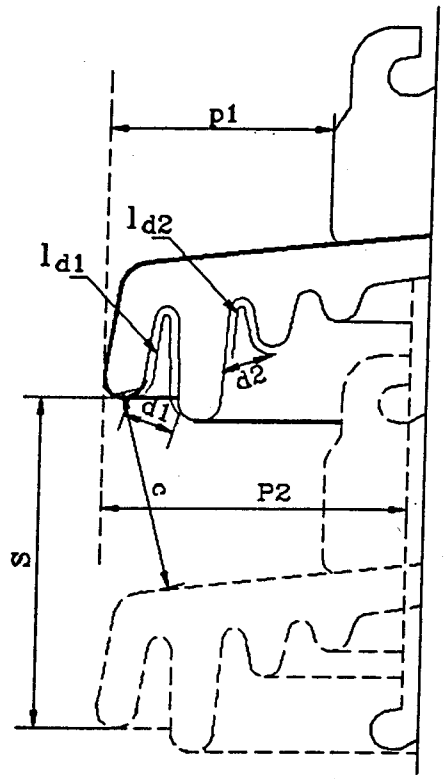
نسبت s/p برای خاصیت خودپاک‌کنندگی[1] مقره مهم است و افزایش مقدار فاصله خزشی را چه با بزرگ کردن برآمدگی چتر p یا افزایش تعداد چترها محدود می‌نماید و مقدار ۰/۸ یا بیشتر برای آن مناسب است.

ب-۳- نسبت l_d/d

d عبارتست از فاصله مستقیم هوایی بین دو نقطه روی قسمت عایق یا بین نقطه‌ای از قسمت عایق و نقطه‌ای از قسمت فلزی و l_d قسمتی از فاصله خزشی است که بین همان دو نقطه وجود دارد. این نسبت برای هر دو نقطه‌ای که درنظر گرفته شود باید کمتر از ۵ باشد. درواقع این شرایط باید برای بدترین حالت (حالتهایی که این نسبت به مقدار ۵ نزدیک شده و ممکن است بیشتر شود) در هر قسمتی مثل قسمت زیرین

1- Self Cleaning Property

چتر مقره مهی آزمایش شود. نمونه این پارامترها در شکلهای (ب-۳) و (ب-۴) مشاهده می‌شود.



شکل (ب-۴)

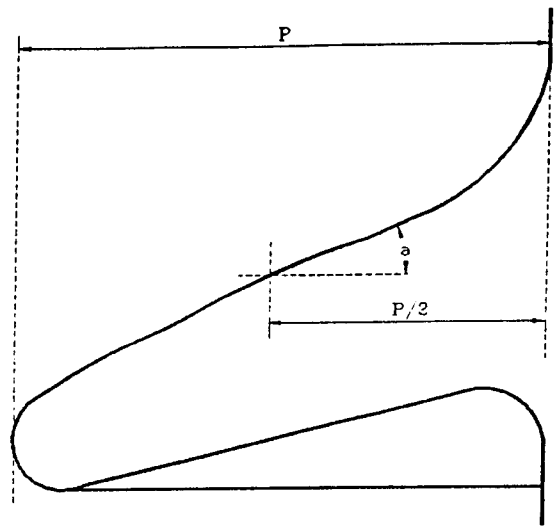
ب-۴- چترهای غیرهمسان[1]

نمونه این چترها در شکل (ب-۳) قابل مشاهده است. تفاضل بین برآمدگیهای دو چتر متوالی ناهمسان (p_1-p_2) عامل مهمی در شرایط بارندگی است. عموما" این مقدار باید بزرگتر یا مساوی ۱۵ میلیمتر باشد تا از برقراری یک ارتباط مستقیم بین آنها هنگام بارندگی جلوگیری شود.

ب-۵- شیب چترها

مقدار این شیب در میزان خودپاک‌کنندگی مقره موثر است. برای بالاترین نقطه چتر شیب (a) باید حداقل ۵ درجه باشد. نمونه در شکل (ب-۵) آمده است.

1- Alternating Sheds

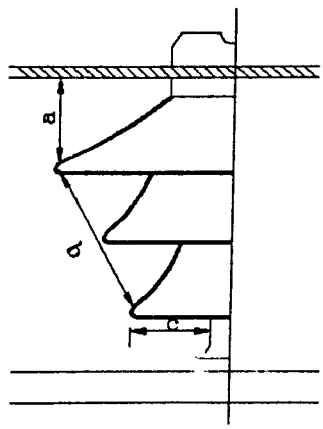


شکل (ب-۵) شیب چترها

ب-۶- ضریب خزش[1]

برابر است با l_t/s_t که l_t فاصله خزشی کل مقره و s_t فاصله جرقه است که برابر با کوتاهترین فاصله هوایی در سطح خارجی مقره بین دو نقطه فلزی است که معمولا" ولتاژ بر آنها اعمال می‌شود.

در شکل (ب-۶) یک نمونه دیده می‌شود. فاصله جرقه در این شکل برابر با a+b+c می‌باشد.



شکل (ب-۶) ضریب خزش

1- Creepage Factor (C.F.)

توصیه می‌شود برای درجات آلودگی سبک و متوسط C.F. ≤ ۳/۵ و برای درجات آلودگی سنگین و خیلی سنگین C.F. ≤ ۴ باشد. البته درصورتی که در مقره‌ای مقدار این ضریب از محدوده مذکور بیشتر بوده ولی عملا" مشکلی در آزمایش یا کارکرد پیش نیاید، می‌توان از مقره استفاده نمود.

ب-۷- ضریب پروفیل[1]

عبارتست از نسبت فاصله خزشی ساده‌شده به فاصله خزشی واقعی بین دو نقطه‌ای که s را تعیین می‌کنند.

در شکل (ب-۲) فاصله خزشی ساده‌شده برابر است با 2p+s و در شکل (ب-۳) این مقدار برابر است با $2p_1+2p_2+s$. p، p_1، p_2 و s قبلا" تعریف شده‌اند. بنابراین برای شکلهای (ب-۲) و (ب-۳) P.F. به‌ترتیب مساوی است با $\frac{2p+s}{l}$ و $\frac{2p_1+2p_2+s}{l}$.

l فاصله خزشی مسیر نشتی بین دو نقطه‌ای است که s را تعیین می‌کنند.

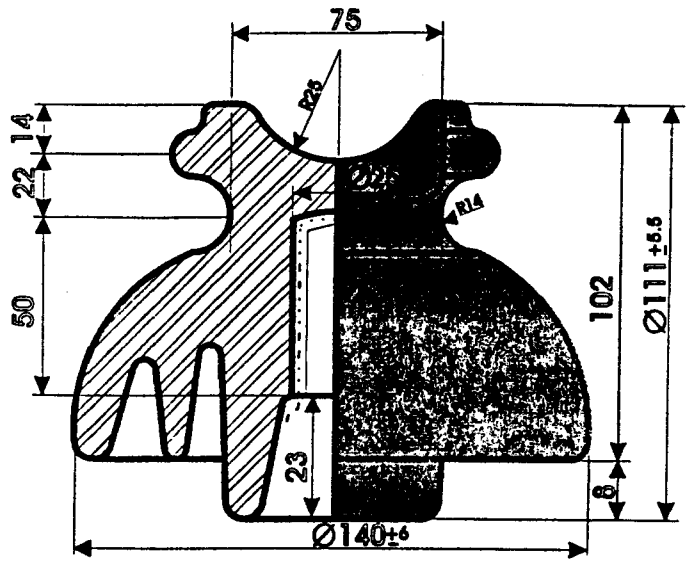
توصیه می‌شود برای درجات آلودگی سبک و متوسط P.F. مقره بالاتر از ۰/۸ و برای درجات آلودگی سنگین و خیلی سنگین بالاتر از ۰/۷ باشد. البته درصورتی که در مقره‌ای مقدار این ضریب کمتر از حد مذکور باشد و عملا" در آزمایش یا کارکرد مشکلی پیش نیاید می‌توان از آن مقره استفاده کرد.

1- Profile Factor (P.F.)

پیوست پ- اطلاعات نمونه‌ای مقره‌ها

پ-۱- شکل و اطلاعات نمونه‌ای مقره‌های سوزنی

پ-۱-۱- مقره سوزنی ۱۱کیلوولتی



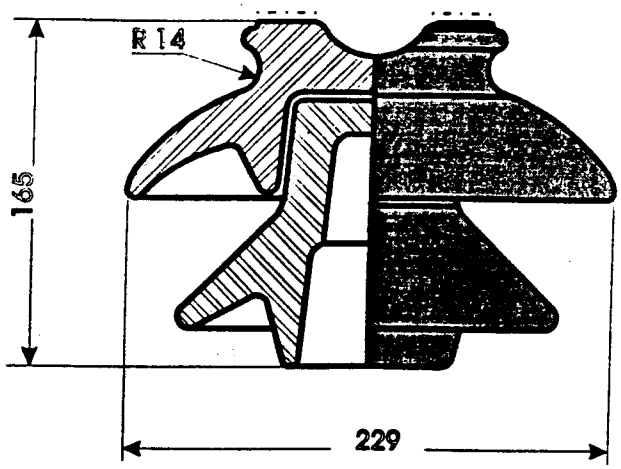
شکل (پ-۱) مقره سوزنی ۱۱کیلوولتی

پ-۱-۱-۱- مشخصات فنی

الف- ولتاژ نامی	۱۳/۲ KV
ب- ولتاژ شکست سطحی در حالت خشک (فرکانس صنعتی)	۷۰ KV
پ- ولتاژ شکست سطحی در حالت تر (فرکانس صنعتی)	۴۰ KV
ت- ولتاژ سوراخ شدن (فرکانس صنعتی)	۹۵ KV
ث- اطلاعات ولتاژ تداخل رادیویی:	
ث-۱- آزمون ولتاژ به زمین	۱۰ KV
ث-۲- حداکثر RIV در ۱۰۰۰ KHZ/μV	۵۵۰۰ μV
ج- فاصله خزشی	۲۳۰ mm
چ- فاصله جرقه‌زنی در شرایط خشک[1]	۱۲۷ mm
ح- استقامت کششی	۱۳/۶۰ KN

1- Dry Arcing Distance

پ-۱-۲- مقره سوزنی ۲۰کیلوولتی

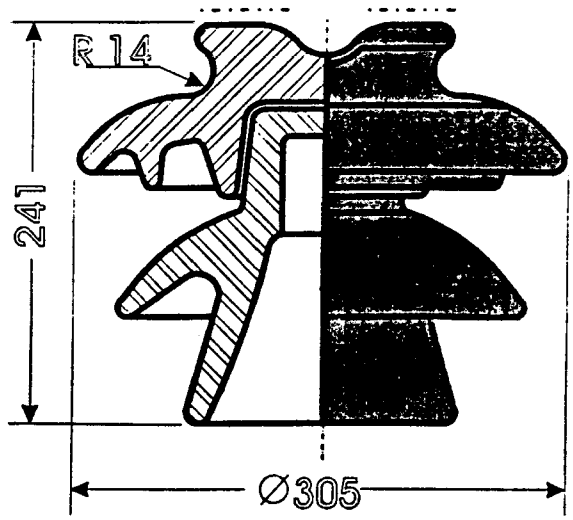


شکل (پ-۲) مقره سوزنی ۲۰کیلوولتی

پ-۱-۲-۱- مشخصات فنی

الف- ولتاژ نامی	۲۳ KV
ب- متوسط ولتاژ شکست سطحی:	
ب-۱- در حالت خشک (فرکانس صنعتی)	۱۱۰ KV
ب-۲- در حالت تر (فرکانس صنعتی)	۷۰ KV
پ- ولتاژ سوراخ شدن (فرکانس صنعتی)	۱۴۵ KV
ت- اطلاعات ولتاژ تداخل رادیویی:	
ت-۱- آزمون ولتاژ به زمین	۲۲ KV
ت-۲- حداکثر RIV در ۱۰۰۰ KHZ/μ V	۱۰۰ μ V
ث- فاصله خزشی	۴۳۲ mm
ج- فاصله جرقه‌زنی در حالت خشک	۲۱۰ mm
چ- استقامت کششی	۱۳/۶ KN

پ-۱-۳- مقره سوزنی ۳۳کیلوولتی



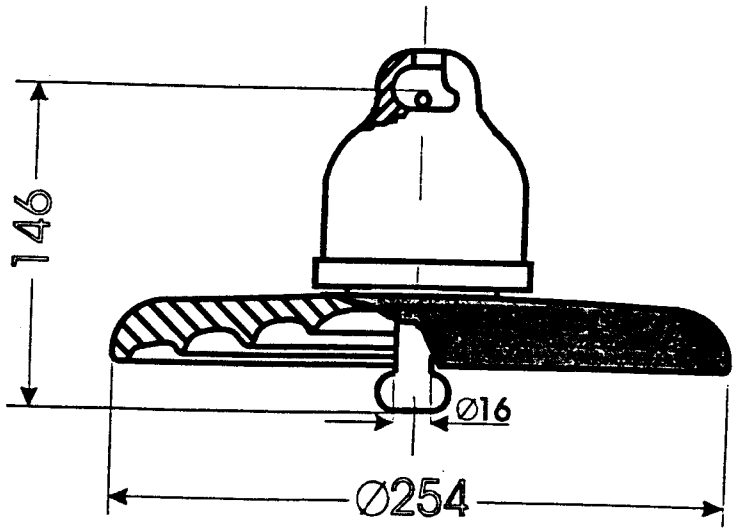
شکل (پ-۳) مقره سوزنی ۳۳کیلوولتی

پ-۱-۳-۱- مشخصات فنی

الف- ولتاژ نامی	۴۶ KV
ب- متوسط ولتاژ شکست سطحی:	
ب-۱- در حالت خشک (فرکانس صنعتی)	۱۴۰ KV
ب-۲- در حالت تر (فرکانس صنعتی)	۹۵ KV
پ- ولتاژ سوراخ شدن (فرکانس صنعتی)	۱۸۵ KV
ت- اطلاعات ولتاژ تداخل رادیویی:	
ت-۱- آزمون ولتاژ به زمین	۳۰ KV
ت-۲- حداکثر RIV در ۱۰۰۰ KHZ/μ V	۲۰۰ μ V
ث- فاصله خزشی	۶۸۶ mm
ج- فاصله جرقه‌زنی در حالت خشک	۲۸۶ mm
چ- استقامت کششی	۱۳/۶ KV

پ-۲- شکل و اطلاعات نمونه‌ای مقره‌های بشقابی

پ-۲-۱- مقره بشقابی معمولی



شکل (پ-۴) مقره بشقابی معمولی

پ-۲-۱-۱- مشخصات فنی (۱۵۰۰۰ پوند و ۲۵۰۰۰ پوند)

الف- حداقل ولتاژ شکست سطحی:

الف-۱- ولتاژ شکست سطحی خشک (فرکانس صنعتی) ۷۸ KV

الف-۲- ولتاژ شکست سطحی تر (فرکانس صنعتی) ۴۵ KV

ب- ولتاژ سوراخ شدن (فرکانس صنعتی) ۱۱۰ KV

پ- فاصله خزشی ۲۹۲ mm

ت- حداکثر قدرت الکترومکانیکی:

ت-۱- برای مقره ۱۵۰۰۰ پوند ۷۰ KN

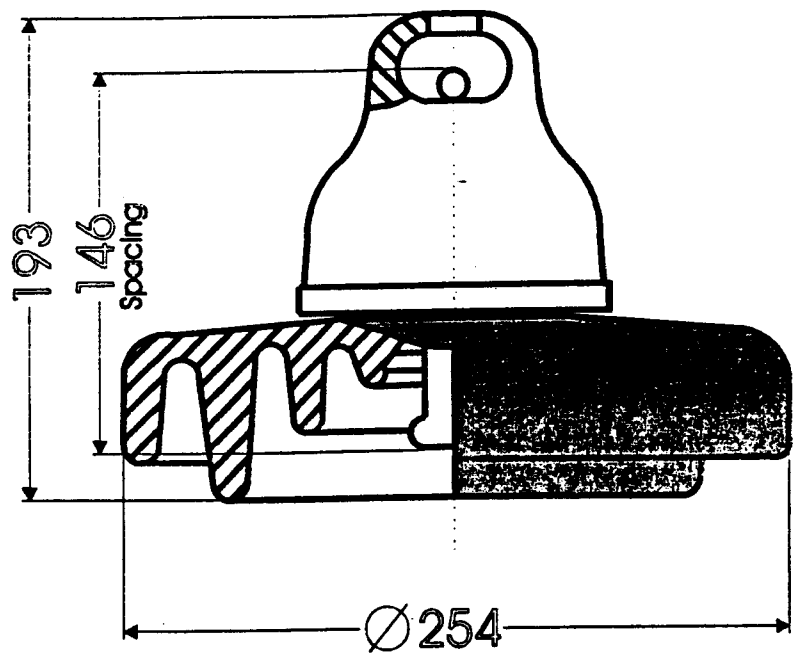
ت-۲- برای مقره ۲۵۰۰۰ پوند ۱۲۰ KN

ث- ولتاژ ایستادگی فرکانس صنعتی:

ث-۱- در حالت خشک ۷۰ KV

ث-۲- در حالت تر ۴۰ KV

پ-۲-۲- مقره بشقابی مهی



شکل (پ-۵) مقره بشقابی مهی

پ-۲-۱-۲- مشخصات فنی

الف- حداقل ولتاژ شکست سطحی:

الف-۱- ولتاژ شکست سطحی خشک (فرکانس صنعتی)	۹۵ KV
الف-۲- ولتاژ شکست سطحی تر (فرکانس صنعتی)	۵۰ KV
ب- ولتاژ سوراخ شدن (فرکانس صنعتی)	۱۳۰ KV
پ- فاصله خزشی	۴۳۲ mm

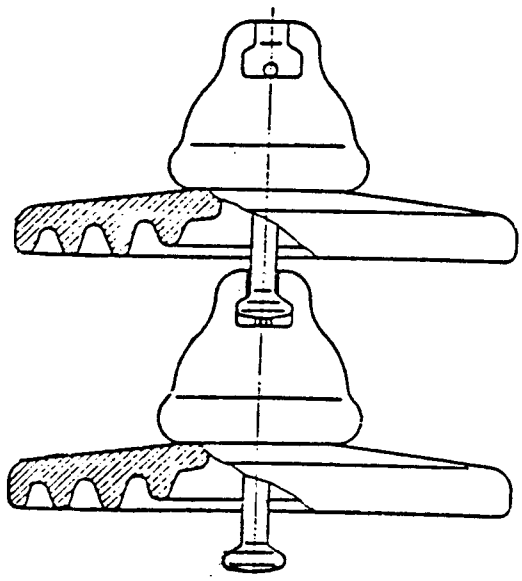
ت- حداکثر قدرت الکترومکانیکی:

ت-۱- برای مقره ۱۸۰۰۰ پوند	۸۰ KN
ت-۲- برای مقره ۲۵۰۰۰ پوند	۱۲۰ KN

ث- ولتاژ ایستادگی فرکانس صنعتی:

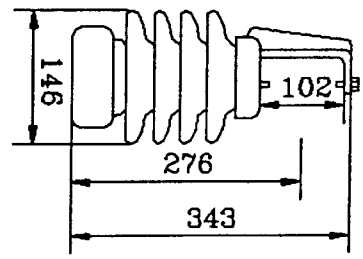
ث-۱- در حالت خشک	۸۵ KV
ث-۲- در حالت تر	۴۵ KV

پ-۲-۳- شکل کلی یک زنجیر مقره

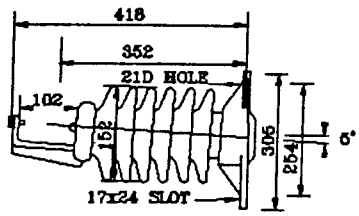


شکل (پ-۶) شکل کلی یک زنجیر مقره

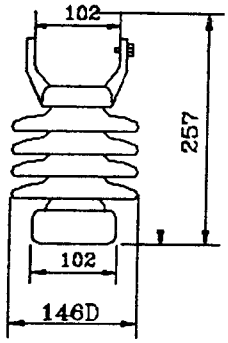
پ-۳- شکل و اطلاعات نمونه‌ای مقره‌های اتکایی



شکل (پ-۷) مقره اتکایی افقی



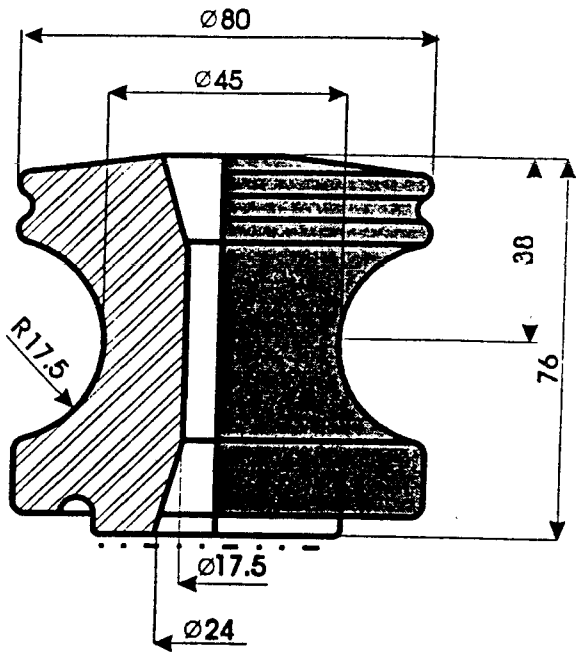
شکل (پ-۸) مقره اتکایی افقی



شکل (پ-۹) مقره اتکایی عمودی

پ-۴- شکل و اطلاعات نمونه‌ای مقره‌های چرخی یا قرقره‌ای

پ-۴-۱- مقره چرخی تک‌شیاره فشارضعیف نوع (I)



شکل (پ-۱۰) مقره چرخی تک‌شیاره فشارضعیف نوع (I)

پ-۴-۱-۱- مشخصات فنی نمونه‌ای

الف- ولتاژ شکست در حالت خشک	۲۵ KV
ب- ولتاژ شکست در حالت تر:	
ب-۱- در حالت عمودی	۱۲ KV
ب-۲- در حالت افقی	۱۵ KV
پ- کشش	۱۳۵۰ Kg

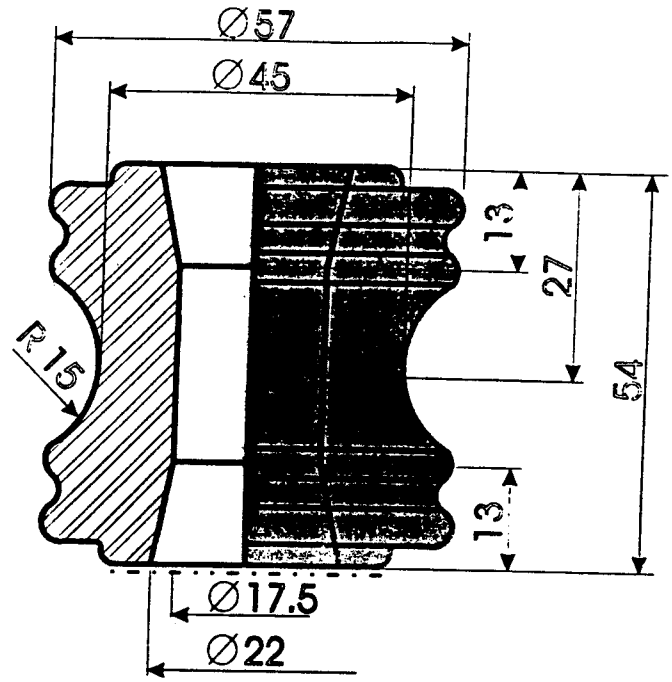
ت- توضیحات:

ت-۱- تمام سطوح قابل دید پرسلین، دارای لعاب می‌باشد

ت-۲- وزن تقریبی ۵۵۰ گرم می‌باشد

ت-۳- شیار برای سیم به قطر حدود ۲۱ میلیمتر مناسب است

پ-۴-۲- مقره چرخی تک‌شیاره فشارضعیف نوع (II)



شکل (پ-۱۱) مقره تک‌چرخی تک‌شیاره فشارضعیف نوع (II)

پ-۴-۲-۱- مشخصات فنی نمونه‌ای

الف- ولتاژ شکست در حالت خشک	۲۰ KV
ب- ولتاژ شکست در حالت تر:	
ب-۱- در حالت عمودی	۸ KV
ب-۲- در حالت افقی	۱۰ KV
پ- کشش	۸۹۰ Kg

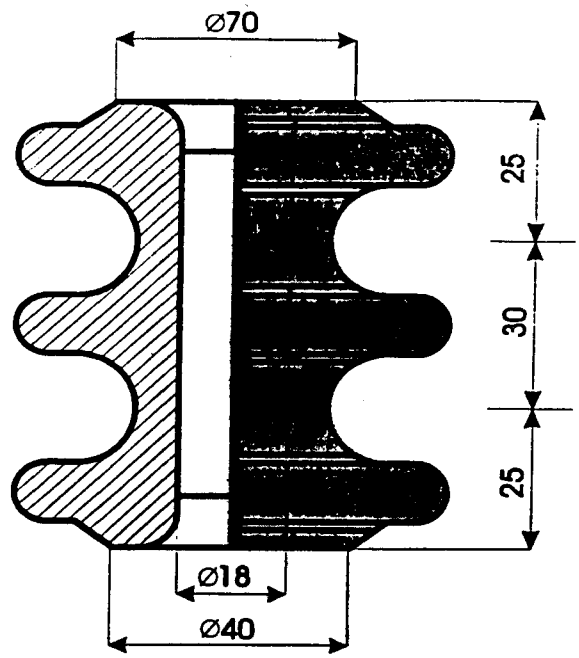
ت- توضیحات:

ت-۱- تمام سطوح قابل دید پرسلین، دارای لعاب می‌باشد.

ت-۲- وزن تقریبی ۲۳۰ گرم می‌باشد.

ت-۳- شیار برای سیم به قطر حدود ۲۱ میلیمتر مناسب است.

پ-۴-۳- مقره چرخی دوشیاره فشارضعیف



شکل (پ-۱۲) مقره چرخی دوشیاره فشارضعیف

پ-۴-۳-۱- مشخصات نمونه‌ای

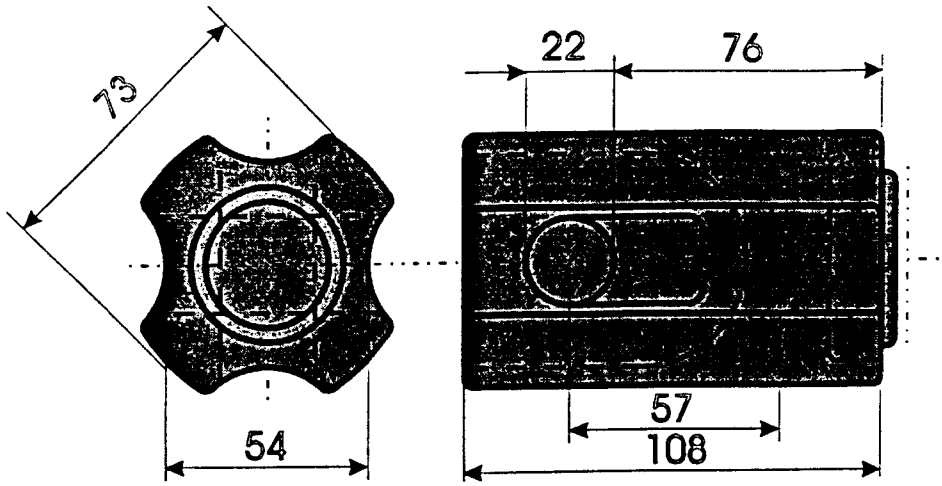
الف- ولتاژ شکست در حالت خشک	۲۵ KV
ب- ولتاژ شکست در حالت تر:	
ب-۱- در حالت عمودی	۱۲ KV
ب-۲- در حالت افقی	۱۵ KV
پ- کشش	۱۳۵۰ Kg

ت- توضیحات:

ت-۱- تمام سطوح قابل دید پرسلین، دارای لعاب می‌باشد.

پ-۵- مقره مهار

نمونه‌ای از مقره مهار مورد استفاده در شبکه‌های توزیع به‌صورت زیر می‌باشد:



شکل (پ-۱۳) مقره مهار

پ-۵-۱- مشخصات نمونه‌ای

الف- ولتاژ شکست در حالت خشک	۳۰ KV
ب- ولتاژ شکست در حالت تر	۱۵ KV
پ- فاصله خزشی	۴۸ mm
ت- کشش	۵۴ KN