

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه: ۵

همه چیز درباره مقره ها



برای خرید فایل word این پروژه [اینجا کلیک](#) کنید.

(۱۹ = شماره پروژه)

شماره جهت ارسال پیام : ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

فهرست مطالب

۶	فصل ۱ - مقدمه:
۶	۱-۱- برق گرفتگی
۷	۲-۱- وظایف مقره ها در شبکه ها
۷	۳-۱- خصوصیات مقره ها
۹	فصل ۲ - انواع مقره ها از نظر شکل ظاهری و مواد ساختمانی.
۹	۲-۱- جنس مقره ها
۹	۱-۱-۲- مقره های چینی
۱۰	۲-۱-۲- مقره های سرامیکی با لعاب نیمه هادی
۱۱	۳-۱-۲- مقره های شیشه ای
۱۵	۲-۱-۴- مقره های کامپوزیت
۲۹	۲-۲- شکست الکتریکی در مقره ها
۲۹	۲-۲-۱- سوراخ شدن مقره (شکست الکتریکی داخل بدنه مقره)
۲۹	۲-۲-۲- جرقه سطحی مقره
۳۰	۳-۲- انواع مقره ها از نظر کاربرد و شکل ظاهری
۳۱	۱-۳-۲- مقره های خطوط هوایی
۳۱	۲-۳-۲- مقره های اتکایی
۳۱	۲-۳-۳- مقره های عبوری یا بوشینگ ها
۳۱	۴-۲- انواع مقره های خطوط هوایی
۳۱	۱-۴-۲- مقره های سوزنی (میخی)
۳۲	۲-۴-۲- مقره های آویزان (در مقره های خطوط هوایی)
۳۶	۳-۴-۲- مقره های مهار
۳۶	۴-۴-۲- مقره چرخی
۳۷	۵-۴-۲- مقره های اتکایی
۳۸	۶-۴-۲- مقره های عبوری (بوشینگ ها)
۴۰	فصل ۳ - آزمایش مقره ها

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴۰	آزمایش مقره ها	-۳-۱-
۴۰	: Type Test	3-1-1-
۴۰	(آزمایش های نمونه) Sample Test	3-1-2-
۴۰	(آزمایش های سری) Routine Test	3-1-3-
۴۰	IEC بر طبق استاندارد بین المللی Type Test	3-1-4-

۴۲Wet Power – Frequency Test

۴۳	آزمایش های روی مقره های نمونه طبق استاندارد IEC (Sample Test)	-۲-۳-
----------	---	-------

۴۴	شرح آزمایش	-۱-۲-۳
----------	------------	--------

۴۸	تست های معمول مقره ها (Routine Test)	-۳-۳
----------	--------------------------------------	------

۴۸	آزمایش الکتریکی	3-3-1-
----------	-----------------	--------

۴۸	آزمون های الکتریکی و مکانیکی مقره های کامپوزیتی :	-۴-۳
----------	---	------

۴۸	آزمونهای الکتریکی:	-۱-۴-۳
----------	--------------------	--------

۵۰	آزمونهای فیزیکی و مکانیکی:	-۲-۴-۳
----------	----------------------------	--------

۵۱	ارزیابی و آزمایشات کیفی مقره های لاستیکی:	-۳-۴-۳
----------	---	--------

۵۱	آزمایش مه نمکی مقره های لاستیکی سیلیکونی:	-۵-۳
----------	---	------

فصل ۴ - محاسبات و تاثیر عوامل محیطی بر عملکرد مقره ها

۵۵	تقسیم‌بندی درجه آلودگی محیط	-۱-۴
----------	-----------------------------	------

۵۶	منطقه با آلودگی خیلی کم (تمیز)	-۱-۱-۴
----------	--------------------------------	--------

۵۶	منطقه با آلودگی کم	-۲-۱-۴
----------	--------------------	--------

۵۷	منطقه با آلودگی زیاد	-۳-۱-۴
----------	----------------------	--------

۵۷	منطقه با آلودگی خیلی زیاد	-۴-۱-۴
----------	---------------------------	--------

۵۹	انواع آلودگی	-۲-۴
----------	--------------	------

۵۹	آلودگی دریابی	-۱-۲-۴
----------	---------------	--------

۵۹	آلودگی صنعتی	-۲-۲-۴
----------	--------------	--------

۵۹	آلودگی صحراوی	-۳-۲-۴
----------	---------------	--------

۵۹	سایر آلودگی ها	-۴-۲-۴
----------	----------------	--------

برای دریافت فایل WORD پژوهه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۴	عوامل مؤثر در آلودگی مقره ها	۶۰
۴-۴	روش اندازه گیری هدایت سطحی	۶۱
۴-۵	تغیین شدت آلودگی محیط بر اساس اندازه گیری جریان نشتی	۶۳
۴-۶	سیستم اندازه گیری جریان نشتی :	۶۳
۷-۴	مدل سازی شکست الکتریکی در مقره ها	۶۵
۷-۴-۱	مدل شکست الکتریکی ابنيوس.	۶۵
۷-۴-۲	مدل استاتیکی شکست الکتریکی	۶۶
۷-۴-۳	مدل دینامیکی انتشار قوس.	۶۸
۷-۴-۴	مدل بهبود یافته مدل دینامیکی	۷۰
۸-۴	اهمیت اندازه گیری آلودگی محیط موثر بر ایزو لاسیون	۷۲
۹-۴	کرونا و تاثیر آن بر عملکرد مقره ها	۷۲
۹-۴-۱	کرونا.	۷۲
۹-۴-۲	انواع کرونا	۷۵
۹-۴-۳	اثرات کرونا بر مقره ها.	۷۶
۱۰-۴	اصول طراحی الکتریکی مقره های کامپوزیت:	۸۲
	فصل ۵ - نتیجه گیری	۸۹

فصل ۱ - مقدمه:

۱-۱- برق گرفتگی

انرژی الکتریکی در حدود یکصد سال پیش از طریق شبکه های کوچک توزیع مورد استفاده قرار گرفت و به علت خصوصیات جالب توجه آن خیلی سریع توسعه یافت و علاوه‌غم تمام محاسبی که انرژی الکتریکی دارد در صورتی که تحت کنترل صحیح نباشد خطرات و خرابی های زیادی به بار می آورد.

جريان برق در عبور از سیم و کلید ها و دیگر تجهیزات برقی تولید حرارت می‌کند این حرارت در شرایط عادی به محیط اطراف داده می شوداما در صورتی که وسایل و عایق بندی آن به درستی انتخاب نشده باشد ممکن است درجه حرارت وسایل برق رسانی از حد مجاز تجاوز کند. این افزایش درجه حرارت سبب فرسوده شدن و از بین رفتن عایق های سیم ها و دیگر تجهیزات می گردد. از بین رفتن عایق ها باعث اتصال سیمها و جرقه الکتریکی می شود و حرارت ناشی از جرقه می تواند در شرایط مساعد به سهولت سبب بروز حریق گردد.

از طرف دیگر برق گرفتگی در اثر اتصال قسمتی از بدن به سیم فاز یا سیم گرم صورت می گیرد و لذا برای جلوگیری از برق گرفتگی 'سیم ها و دیگر تجهیزات فلزی را که در شرایط عادی حامل الکتریسیته هستند عایق بندی می کنیم که دست زدن به آن به طور سهولی ممکن نباشد.

بنا بر این در هر جایی که جریان الکتریکی برقرار باشد نیاز به عایق بندی مناسب جهت حفاظت در مقابل برق گرفتگی و حریق داریم. به طوری که وسیله ای را نمی توان نام برد که از انرژی الکتریکی استفاده و یا در تماس با آن باشد و در آن مواد و وسایل عایقی در نظر گرفته نشده باشد.

به عنوان مثال می توان از یک کلید ساده فشار ضعیف گرفته تا وسایل و تجهیزات فشار قوی مانند ترانسها'برقگیرها' کلید های قدرت و دیگر تجهیزات را نام برد.

به طوری که در ترانس بوشینگ به عنوان جدا سازی بدن و در برقگیر ها مقره هم کار جدا سازی و ایزوله کردن را به عهده دارد و هم شکل دهی به تجهیز' طوری که تمام اجزا برقگیر داخل مقره یا بوشینگ جای میگیرد در ترانسهای جریان و ولتاژ و کلید های قدرت مقره نقش پایه نگه دارنده و ایزوله کردن و شکل دهی به تجهیز را به عهده دارد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

با توجه به رشد روز افزون جمعیت و استفاده همگانی از این انرژی بحث انتقال آن بسیار حائز اهمیت است و چون انتقال انرژی الکتریکی به فواصل طولانی دارای تلفات زیادی است برای کاهش تلفات سطح ولتاژ را افزایش می‌دهیم و هر اندازه که ولتاژ بیشتر گردد نقش عایقی بیشتر نمایان می‌شود' بنا براین بحث عایقی خطوط انتقال و توزیع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که این وظیفه عایقی را مقره به عهده دارند.

مقره‌ها به عنوان یکی از اجزاء شبکه‌های فشار قوی نقش عایقی و ایزوله کردن را به عهده دارند که بر حسب ولتاژ مورد استفاده و شرایط محیطی از نظر آلودگی و رطوبت شکل خاصی به خود می‌گیرند.

۲-۱- وظایف مقره‌ها در شبکه‌ها

۱- تحمل وزن هادی‌های خطوط انتقال و توزیع برای نگهداری سیم‌های هوایی روی پایه‌ها و دکل‌ها در بدترین شرایط (یعنی موقعی که ضخامت یخ و برف تشکیل شده روی سیم‌ها در حد اکثر مقدار باشد) را داشته باشد و اصولاً باید بتوانند بیشترین نیروهای مکانیکی وارد شده بر آن‌ها را تحمل کنند.

۲- عایق بندی هادی‌ها و زمین و بین هادی‌ها با یکدیگر به عهده مقره است. یعنی مقره‌ها باید از استقامت الکتریکی کافی برخوردار باشند تا بتوانند بین فازهای شبکه و دکل‌ها که متصل به زمین هستند ایزولاسیون کافی برای تحمل ولتاژ فازها را داشته باشند. استقامت الکتریکی آن‌ها باید در حدی باشد که در بدترین شرایط (یعنی در حضور رطوبت، باران، آلودگی و بروز صاعقه با ولتاژ بالا) دچار شکست الکتریکی نشوند.

۳-۱- خصوصیات مقره‌ها

۱. استقامت الکتریکی بالا.
۲. استقامت مکانیکی بالا.
۳. عاری از ناخالصی و حفره‌های داخلی.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴. استقامت در برابر تغییرات درجه حرارت و عدم تغییر شکل در اثر تغییر دما (با توجه به ضریب انبساط حرارتی که بایستی کم باشد).
۵. ضریب اطمینان بالا.
۶. ضریب تلفات عایقی کم.
۷. در برابر نفوذ آب و آلودگی ها مقاوم باشد.

بنا براین نیاز به مطالعه دقیق و حساب شده جهت طراحی انتخاب و استفاده بهینه از مقره می باشد تا شبکه به پایداری لازم رسیده و آماده ارائه خدمات بدونه وقفه به مشترکین باشد .



برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل ۲ - انواع مقره ها از نظر شکل ظاهری و مواد ساختمانی

۲-۱- جنس مقره ها

جنس مقره ها معمولاً از چینی، شیشه یا مواد کمپوزیت است.

۱-۱-۱- مقره های چینی

مقره های چینی از سه ماده مختلف تشکیل شده است :

۱. کاتولین یا خاک چینی $\text{Al}_2\text{O}_3-2\text{SiO}_2-2\text{H}_2\text{O}$ به مقدار ۴۰ تا ۵۰ درصد.
۲. سیلیکات آلومینیوم (فلداسپات) $\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-6\text{SiO}_2$ به مقدار ۲۵ تا ۳۰ درصد.
۳. خاک کوارتز SiO_2 به مقدار حداقل ۲۵ درصد.

این سه نوع با ترتیب برای بالا بردن استقامت حرارتی ، الکتریکی و مکانیکی به کار می روند. به عبارت دیگر خواص الکتریکی ، مکانیکی و حرارتی چینی بستگی به درصد فراوانی این سه جزء دارد. هر چه فلداسپات بیشتر باشد استقامت الکتریکی آن زیادتر می شود و هر چه مقدار کوارتز بیشتر شود ، استقامت مکانیکی آن بیشتر شده و با افزایش کاتولین ، استقامت حرارتی آن بیشتر می شود.



برای تهییه چینی ، مواد فوق را با کمی آب خالص مخلوط می کنند تا به صورت گل و خمیر در آید. سپس این گل را در قالب های معینی شکل داده و در کوره حرارت می دهند تا پخته شود و رطوبت آن نیز گرفته شود. البته قبل از قالب گیری ، درصد رطوبت گل را پایین می آورند و تحت خلاء آن را پرس می کنند ، پس از ریخته شدن آن را سرد می کنند. ولی سرد کردن آن به طور ناگهانی انجام نمی شود و با ملایم این کار صورت می گیرد. تا ترکی در آن ایجاد نشود. پس از این مرحله یک لایه لعب شیشه ای بر روی آن می ریزند تا سطح آن کاملاً خالی از وجود حباب ها و ترک های مویین گردد. لعب شیشه ای علاوه بر افزایش استقامت مکانیکی مقره قدرت چسبندگی گرد و غبار و نفوذ گرد و غبار و رطوبت را کاهش می دهد. همچنین باعث ایجاد یک سطح کاملاً صاف می شود که باعث افزایش مقاومت سطحی عایق می شود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

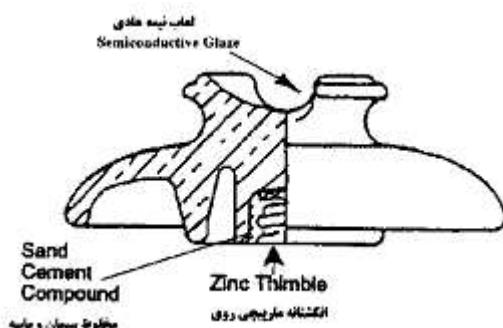
درجه حرارت پختن در کوره نیز در تعیین استقامت الکتریکی و مکانیکی مقره چینی مؤثر است که هر چه در درجه حرارت بالاتری قرار داده شود ، حبابهای هوا در آن کمتر به وجود می آیند و استقامت الکتریکی آن زیاد می شود اما در عوض عایق خیلی ترد و شکننده می شود و هرچه درجه حرارت پختن در کوره کمتر شود استقامت مکانیکی آن بیشتر می شود و هر چه درجه حرارت پختن در کوره کمتر می شود ، استقامت مکانیکی آن بیشتر می شود ، ولی حفره های بیشتری در آن باقی می ماند و استقامت الکتریکی آن بیشتر می شود ولی حفره های بیشتری در آن باقی می ماند و استقامت الکتریکی آن کاهش می یابد. معمولاً درجه حرارت پخت در کوره را بین ۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰ درجه نگه م دارند. در نتیجه ، استقامت الکتریکی چینی بین (kv/cm) ۶۹۰ تا ۲۸۰ (kv/cm) می باشد. همچنین استقامت مکانیکی چینی در برابر نیروی فشاری (MNt/m^2) ۴۸ (در مقاطع بزرگتر (MNt/m^2) ۲۷۵) و در برابر نیروی کششی (MNt/m^2) ۹۵ می باشد. از خواص بسیار مهم چینی می توان آسان شکل گرفتن آن ها و استقامت در برابر مواد شیمیایی و تغییرات جوی را نام برد.

۲-۱-۲ - مقره های سرامیکی با لعب نیمه هادی

انواع مقره های پرسلانی بطور فراگیر در رده های ولتاژی مختلف سیستمهای انتقال و توزیع نیرو استفاده می شود و به تازگی خانواده جدیدی از آنها که دارای لعب نیمه هادی می باشند نیز به کار گرفته شده اند. اشکال مختلف مقره ها اغلب به منظور پاسخگویی در شرایط جوی، الکتریکی و مکانیکی متفاوت، مختلف میباشند. بر اساس میزان آلودگی از یکسو و ولتاژ خط از سوی دیگر، فاصله خزشی و مشخصه های فیزیکی براساس IEC71-1,2,3,IEC815 معین میگردد . در این میان از مقره های سوزنی برای ولتاژ های پایین به دلیل فاصله خزشی کمتر استفاده میشود و انواع لعب نیمه هادی این مقره به دلیل مزایای ویژه ای که دارند ضمن آنکه از تداخل امواج رادیویی ممانعت بعمل میآورند، عملکرد مطلوبی نیز از خود بخصوص تحت شرایط جوی آلوده و ولتاژ های بالا نشان میدهند. این قابلیت در خطوط توزیع که در نزدیکی مصرف کنندگان قرار دارد حائز اهمیت بیشتری میگردد. با عبور جریان الکتریکی از لعب نیمه هادی، سطح مقره گرم شده و این امر باعث خشک کردن آلودگی مرتبط روی مقره میشود. در شکل زیر مقره با لعب نیمه هادی نشان داده شده .

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

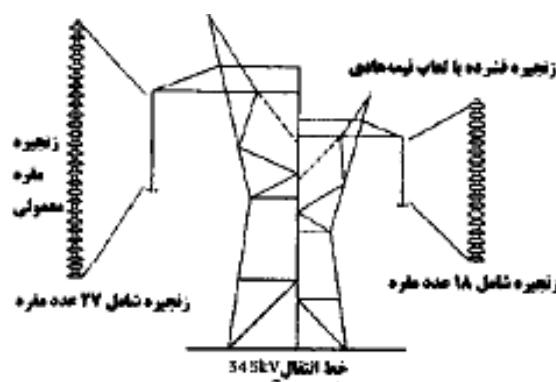
فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



همچنین با استفاده از لاعب نیمه هادی بر روی این مقره ها، گرadianهای ولتاژ روی سطح مقره شدت کم تری خواهند داشت. درنتیجه در مسأله باعث کاهش معايب ناشی از جرقه تحت شرایط آلودگی میگردد.

این لاعب باعث میشود تقسیم ولتاژ روی سطح مقره یکنواخت تر شده و ولتاژ شکست زیادتر شود. درحقیقت یک مسیر دائمی جریان نشته وجود دارد که از تشکیل قوس درناحیه خشک که مقدمه شکست الکتریکی است، خودداری می کند.

یکی از محدودیتهای این نوع مقره افزایش جریان نشته است که موجب تلفات دائمی و نیز ناپایداری حرارتی میشود.



شکل ۶- مقایسه تعداد مقره های موجود در يك زنجيره مقره [۵]

-۳-۱-۲ مقره های شیشه ای

معمولًاً شیشه را در درجه حرارت هی بالا با مخلوطی از مواد مختلف از جمله آهک و پودر کوارتز ذوب می نمایند و سپس به طور ناگهانی آن را سرد نموده و قالب ریزی می کنند. این عمل (Toughening) باعث سفت شدن شیشه می شود)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه است.

-۱-۳-۱-۲ تشریح مراحل ساخت مقره های شیشه ای :

استفاده از شیشه های چقلم شده، امکان اعمال بارهای کششی بیشتری را، بر روی مقره ها ایجاد می نماید . به صورت کلی این عملیات به شرح زیر بر روی شیشه انجام می شود:

شیشه چقلم شده^۱ : با وارد کردن تنش پسماند در سطح، تمام سطوح بدنه تحت فشار قرار می گیرند . بدین ترتیب منطقه تحت کشش درونی به وسیله یک پوسته فشرده محافظت می گردد . این عمل در واقع با سریع سرد کردن شیشه پس از شکل دادن آن صورت می پذیرد که شیشه چقلم حاصل می شود . با این روش سطح خارجی مقره سخت شده موجب افزایش استقامت مکانیکی مقره می شود . اشکال این مقره ها این است که در مقابل ضربات مستقیم شکننده می باشند . زیرا سطح خارجی مقره دائما تحت فشار نیروی داخلی مقره می باشد و با کوچکترین ضربه مستقیم، مقره کاملا خرد می شود . نمونه ای از خواص فیزیکی، الکتریکی، و مکانیکی شیشه سخت شده در جدول (۱-۱) درج شده است . خواص مربوطه با خواص پرسلان سیلیسی و آلومینیایی عابدار مورد مقایسه قرار گرفته است.

جدول (۱-۱) مقایسه خواص شیشه سخت شده با پرسلان سیلیسی و آلومینیایی عابدار

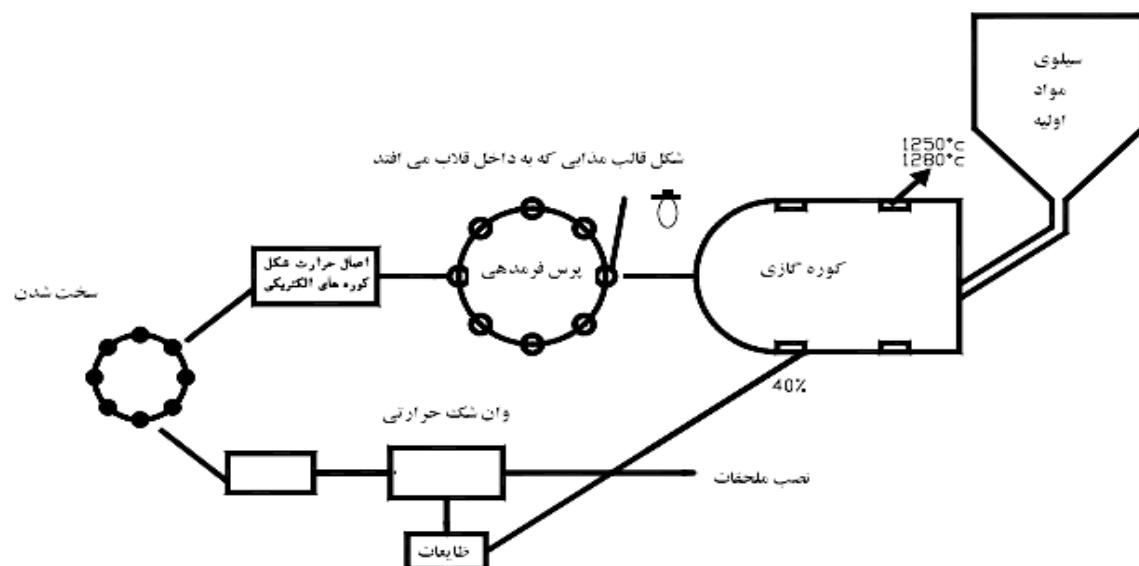
خاصیت	واحد	شیشه تمپر شده	پرسلان سیلیسی عابدار	پرسلان آلومینیایی عابدار
دانسیته	gr/cm ³	۲.۳-۲.۶	۲.۲۶-۲.۴۲	۲.۶-۳.۲۵
استحکام کششی	MPa	۱۰۰-۱۲۰	۲۶-۵۸	۶۰-۸۰
استحکام فشاری	MPa	۷۰۰	۳۸۰-۶۹۰	۵۰۰-۷۰۰
استحکام خمشی	MPa	۲۰۰-۲۵۰	۵۶-۱۲۰	۱۲۰-۱۷۰
ضریب انبساط /K	$\times 10^{-6}$	۹.۵-۱۰.۸	۳.۱-۹.۱	۳.۵-۹.۱
نفوذ پذیری- (50- 60HZ)	هوای = ۱	۷.۳	۴.۸-۵.۶	۵-۶.۵

^۱ - Toughened Glass

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵-۱۲	۵-۴۰	۱۵-۵۰	$\times 10^{-3}$	(50-60HZ) تازه‌گذاری اتصال
۱۰-۲۰	۱۰-۲۰	بیش از ۲۵	KV/mm	استحکام شکست الکتریکی
۱۰۰-۱۰۰۰۰	۱۰۰-۱۰۰۰۰	۱۰۰۰	GΩ.cm	مقاومت حجمی (۲۰°C)



شکل(۱۱) : فرآیند مراحل ساخت مقره شیشه ای

در فرآیند تولید مقره شیشه ای مواد خام موردنیاز شامل، نمکهای قلیایی^۱ فلدرسپات، ضایعات شیشه، و کمی هم کمک ذوب و مواد تصفیه کننده می باشند، که در سیلوهای مواد خام ذخیره می شوند. مواد اولیه بعد از آسیاب شدن و پودر شدن، دانه بندی می شوند و توسط نوارهای نقاله به سمت سیلوهای بج سوق داده می شوند و پس از آن برای ترکیب شدن در کوره ذوب شیشه بارگیری می شوند.

^۱ - Soda ash

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پس از فرآیند ذوب و تصفیه شیشه مذاب در یک درجه حرارت حدود ۱۴۰۰°C مواد به انتهای کوره فرستاده می شوند و مواد مذاب برای شکل دهی آماده می شود. شکل دهی به روش پرس می باشد. در این روش لقمه به داخل قالب آهنی می افتد ویک استوانه (سننه) که حرکت به سمت بالا و پایین دارد به لقمه فشار می آورد و مواد مذاب ما بین سننه و قالب شکل می گیرد.

مرحله بعدی مرحله تافنینگ می باشد. عملیات تافنینگ یا مقاوم کردن شیشه بدین جهت است که اولاً شیشه استحکامش زیاد شود و ثانیاً اگر در شیشه شکستی ایجاد شود، در اثر این شکست ذرات ریزتر به وجود آید تا صدمات جانبی ناشی از شکست شیشه محدود شود . اساس فرآیند سخت شدن بر تنش حرارتی پسماند در داخل ماده است. بعد از شکل دادن، بدنه شیشه ای تا درجه حرارت حدود ناحیه تبدیل و قبل از نقطه انجماد گرم می شود و سریعاً سطح با جت هوای سردخنک می شود، سطوح بیرونی شیشه که در ابتدا با سرعت بیشتری از درون سرد شده اند ، سخت می شوند در حالیکه درون هنوز مذاب است . درون با سرعت بیشتری از بیرون منقبض می شود و یک تنش فشاری در سطح و تنش کششی در داخل تولید می گردد که به این، فرآیند مقاوم شدن شیشه گفته می شود.

بعد از عملیات تافنینگ شیشه تست شوک حرارتی اجرا می شود . بدنه ای که مراحل ساخت را با موفقیت گذرانده باشد و درست تمپر شده باشد و یا حتی بدنه ای که محتوى عيوب باشد ، معمولاً در حین تستهای شوک حرارتی تفکیک می گرددند.

بعد از این تست نمونه ها تحت بازرسی ظاهری قرار می گیرند و در صورت عدم مشاهده نقص یا عیب به مرحله مونتاژ یا سوار کردن قطعات مقره فرستاده می شوند . معمولاً از سیمانهای آلومینایی برای اتصال یراق آلات به بدنه شیشه ای استفاده می شود . با اتصال یراق آلات به مقره و انجام تسهیات مکانیکی مقره ها به قسمت سورت و بسته بندی می روند و برای ارسال به محل سرویس آماده می شوند. تستهایی که در حین تولید روی مقره ها انجام می شوند مطابق با استانداردهای IEC,ANSI,BSI می باشند . تجربه های به دست آمده از محلهای سرویس نشان میدهد که انواع مقره های پرسلانی و شیشه ای میانگین عمری بالاتر از ۳۰ سال ، در دو کاربرد AC و DC دارند . اما این امر در مورد همه مقره های پرسلانی و شیشه ای صادق نمی باشد کیفیت مواد خام ، کنترل کیفیت در مرحله تولید ، طراحی و پروسه تولید مقره ها در این مقوله تأثیر گذار است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

بدین ترتیب مقره شیشه ای با استقامت مکانیکی خیلی زیاد بdst می آید که در مقابل لب پریدگی از چینی مقاوم تر است و استقامت مکانیکی فشاری آن $1/5$ برابر چینی است و استقامت مکانیکی آن در برابر نیروهای خمشی اندک ، کمتر از چینی است.



همچنین استقامت الکتریکی آن هم خیلی بیشتر از عایق های چینی است (بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلو ولت بر سانتی متر).

مزیت دیگر شیشه این است که ضریب انبساط حرارتی آن کوچک است و در نتیجه تغییر شکل نسبی آن در اثر تغییر درجه حرارت ، خیلی کم است. همچنین در مقره های شیشه ای ، قبل از بروز ترک ، کاملاً خرد می شوند و لذا از روی زمین به راحتی می توان مقره معیوب را تشخیص داد. بر خلاف مقره های چینی ، در واقع ساخت مقره های شیشه ای ، معمولاً حفره در آن به وجود نمی آید و اگر ترک یا حفره ای هم باشد به راحتی قابل مشاهده است. به علاوه به علت عبور نور خورشید از آن در اثر شاف بودن ، مقاومت آن در برابر نور خورشید بیشتر است .

-۲-۳-۱-۲ - معايب شیشه:

۱. اولاً رطوبت به راحتی در سطح آن تقطیر نمی شود.
۲. به علت تغییر شکل نسبی داخلی پس از سرد شدن ، نمی توان مقره های بزرگی از آن ها ساخت.
۳. گرد و خاک را بیشتر به خود جذب می کند.

-۴-۱-۲ - مقره های کامپوزیت

واژه کامپوزیت (composite) ، از کلمه انگلیسی (to compose) به معنای ترکیب کردن ، ساختن و مخلوط کردن مشتق شده است که به آن مواد مرکب نیز گفته می شود . کامپوزیت ها از ترکیب و اختلاط چند ماده حاصل می شوند .

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



در حقیقت منظور از کامپوزیت ، ترکیب و اختلاط فیزیکی است نه شیمیایی ، یعنی اینکه اجزاء تشکیل دهنده ماهیت شیمیایی و طبیعی خود را کاملا حفظ می کنند . امروزه به سبب مزایایی که کامپوزیتهای زمینه پلیمری دارند در بسیاری از کاربردها مورد استفاده قرار می گیرند . معمولاً این کامپوزیتها از مواد ترموست (گرما سخت) و ترمو پلاستیک (گرما نرم) تشکی شده اند که اغلب توسط الیاف شیشه تقویت می شوند .

-۱-۴-۱-۲ تاریخچه پلیمرها

اواخر دهه ۱۹۵۰: مقره های غیر سرامیکی سبک الزاماً برای خطوط ۱۰۰۰ کیلوولت در نظر گرفته شده بودند . ۱۹۵۹ جنرال الکتریک اولین مقره غیر سرامیکی را توسعه میدهد اما مشکلات تجربی همراه با ردبایی وضعف چترهای رزینی بوده . اوائل دهه ۶۰ اروپائیها اولین نسل پلیمرهای مدرن را معرفی میکنند (میله فایبر گلاس با پوششی از انواع مختلف چترهای پلیمری و ابزار آلات)

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

-۲-۴-۱-۲- مزیت پلیمرها بر سرامیک ها

- ۱- سبک بودن این نوع مقره ها که حدوداً کمتر از یک سوم انواع معادل پرسلانی می باشد، باعث کاهش هزینه های نصب آنها گردیده است.
- ۲- منعطف بودن این نوع مقره ها سبب گردیده تا ضایعات آنها در حین حمل و نقل تاحدود زیادی کاهش یابد.
- ۳- به علت خواص عایقی مواد پلیمری مورد استفاده در روکش مقره های کامپوزیتی سبب گردیده تا بتوان در طراحی این نوع مقره ها از مساحت سطحی و فاصله نشستی کوچکتری استفاده نمود.
- ۴- عملکرد بهتر و طول عمر طولانی تر مقره های کامپوزیتی در محیط های آلوده و شرایط بد آب و هوایی که ناشی از آب گریزی سطحی مواد پلیمری و افزایش مقاومت در برابر Track بعلت بکارگیری افزودنی های مناسب در ساخت روکش می باشد.
- ۵- مرتفع شدن نیاز به شستشوی این مقره ها در حین کار کرد که ناشی از خواص ویژه سطحی مواد پلیمری روکش این نوع مقره ها است و باعث کاهش محسوس هزینه های تعمیرات و نگهداری این مقره ها می شود.
- ۶- ضایعات کمتر پروسه تولید مقره های کامپوزیتی در مقایسه با انواع پرسلانی.
- ۷- پایینتر بودن حجم سرمایه گزاری اولیه به منظور ساخت مقره کامپوزیتی نسبت به نوع پرسلانی.

علیرغم مجموعه مزایای فوق، عوامل زیر سبب محدود شدن مصرف گسترده این نوع مقره ها گردیده است:

- ۱- حساسیت مواد پلیمری بکار رفته در روکش این مقره ها در برابر پیرشدگی و عدم اطلاع کافی از مکانیزم های پیرشدگی مقره کامپوزیتی در کارکردهای طولانی مدت.
- ۲- گرانتر بودن این نوع مقره ها در مقایسه با مقره های پرسلانی که عمدتاً ناشی از هزینه های مواد بکار رفته در ساخت مقره ای کامپوزیتی و همچنین عدم وجود تقاضای کافی جهت ساخت آنها است که به نظر می رسد با افزایش میزان این تقاضا بتوان این نوع مقره ها را نیز با هزینه های قابل رقابت با مقره های پرسلانی تولید کرد.

از میان انواع مختلف کامپوزیت ها، کامپوزیت های پلیمری بطور گسترده ای در صنعت برق بخصوص در ساخت نسل جدید مقره ها موسوم به مقره های پلیمری (مقره کامپوزیت) مورد استفاده قرار گرفته اند.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

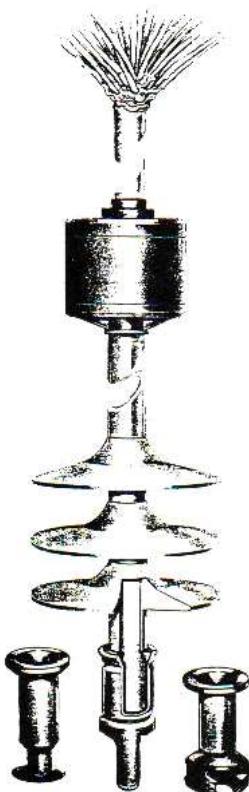
اکنون مقره های کامپوزیت پس از گذشت بیش از سه دهه از عرضه آنها به صنعت برق و انجمام اصلاحات در طراحی و مواد مصرفی آنها ، بعنوان مخصوصیتی کاملاً شناخته شده و مناسب در خطوط فشارقوی مورد استفاده قرارمی گیرند. برخلاف مقره های سرامیکی رایج که تنها از یک ماده عایقی تشکیل می شوند و این ماده هم مسؤول عملکرد الکتریکی مقره و هم مسؤول عملکرد مکانیکی آن است ، مقره های کامپوزیت حداقل از دو ماده عایقی تشکیل می شوند ، یکی برای تأمین خواص الکتریکی (روکش پلیمری مقره Housing) و دیگری برای تأمین خواص مکانیکی آن (هسته کامپوزیت) . قرار گرفتن این دو قیسمت در کنار هم ، مزیت هایی چون وزن سبک و مقاومت در برابر تخریب انسانی (Vanadism) را برای این نوع مقره ها بخصوص در کاربردهای فشارقوی ، موجب شده است.

با توجه به موارد بیان شده ، می توان سه جزء اصلی برای یک مقره کامپوزیت در نظر گرفت :

-۲-۱-۴-۳- هسته (میله) کامپوزیت:

هسته کامپوزیت میله (FRP Fiber Reinforced Polymeric Rod) نیز نامیده می شود و وظیفه تحمل بار کششی وارد شده از طرف هادی به آن به دکل را بر عهده دارد و استقامت الکتریکی لازم را نیز تأمین می نماید. چنانکه شکل مشخص است هسته یک مقره کامپوزیتی شامل یک میله کامپوزیتی است که متشکل از دو جزء اصلی ماتریس و فایبرهای تقویت کننده است. ماتریس از جنس رزین های اپوکسی و یا پلی استر و نیز فایبرهای تقویت کننده از نوع E می باشد که این فایبرهای شیشه به طور موازی و هم جهت در تمام طول میله قرار گرفته اند و درصد های وزنی ۷۰ تا ۷۵ از درصد کل میله را تشکیل می دهند. میله هسته به وسیله فرآیند پولتروزن ساخته می شود . قطر میله کامپوزیتی هسته مقره بستگی به طراحی مقره و بار کششی که می باشد تحمیل کند دارد و در قطرهای مختلفی ساخته می شود ولی محدوده آن را با توجه به اعداد ذکر شده توسط سازندگان مختلف می توان بین ۱۴-۷۰ میلی متر تعیین کرد. طول این میله ها که در اصل طول مقره به جز قسمت یراق آلات است نیز کاملاً بستگی به طراحی الکتریکی مقره از لحاظ رده و کلاس مورد مصرف دارد. الیاف در هسته یک مقره کامپوزیتی دو وظیفه عمده دارند: یکی این که به عنوان اصلی ترین جزء عایق عمل کنند و دیگر این که وظیفه تحمل بار نیز بر عهده آنهاست. نامگذاری شیشه E-glass به خاطر کاربرد این نوع شیشه در تجهیزات و کاربردهای الکتریکی است. اغلب شیشه های نوع E، شیشه های آهک-آلومینا-بوروسیلیکاتی با درصد قلیایی های خیلی کم هستند و ترکیب آنها در بین سازنده های مختلف این نوع شیشه ها تفاوت چندانی نمی کند. قطر هریک از این فایبرهای شیشه بین ۵ تا ۲۰ میکرون می تواند تغییر کند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



طرح شماتیک از یک مقره کامپوزیتی

نقش ماتریس در یک هسته کامپوزیتی مقره عبارت است از:

۱- انتقال تنش‌ها بین الیاف

۲- محافظت از شرایط محیطی نامطلوب

۳- حفاظت سطح الیاف از سایش مکانیکی

ماتریس نقش کمی را در پذیرش بار کششی وارد بر یک سازه کامپوزیتی بازی می‌کند ولی ماتریس حفاظت جانبی از کمانش احتمالی الیاف در موقع اعمال بارهای فشاری را نیز به‌عهده دارد. در این ماتریس‌های ترموموست،

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

پلیمرهای اپوکسی به علت سهولت فرآیند پذیری و خواص برتر بیشترین کاربرد را بعنوان ماتریس هسته دارند. رزینهای اپوکسی پلیمرهایی هستند که حاوی یک حلقه سه عنصری -CH-CH- که به "اپوکساید" معروف است میباشد.

-۴-۴-۲ روکش (چتر) پلیمری (Polymeric Housing or Polymeric Sheds)

روکش پلیمری مقره، به منظور حفاظت هسته از هوازدگی و اثرات مخرب رطوبت و شرایط جوی و افزایش ولتاژ لازم برای شکست الکتریکی و ایجاد جرقه، روی هسته را می پوشاند. روکش پلیمری مقره علاوه بر تامین فاصله خزشی لازم، هسته را در مقابل تخریب محیط محافظت می کند و همچنین دارای خاصیت آبگردی بسیار خوبی است.

از زمان ساخت اولین نمونههای مقرههای کامپوزیتی تاکنون مواد پلیمری عایقی بسیاری به منظور استفاده به عنوان روکش مقره مورد توجه و آزمایش و کاربرد قرار گرفته‌اند که هریک از آنها ارائه کننده خواص ویژه‌ای بودند. امروزه تنها سه دسته از مواد پلیمری برای این منظور عملاً مورد استفاده قرار می‌گیرند:

۱. رزین اپوکسی

۲. الاستومرهای کوپلیمر اتیلن-پروپیلن (EPR)

۳. الاستومرهای سیلیکونی

به حال در طی مدت زمان بکارگیری مقرههای پلیمری مشخص شد که لاستیک سیلیکونی توانایی بهتری در عایق‌سازی در محیط‌های خارجی داشته و کارکرد موفقیت‌آمیزی از خود نشان داده‌اند. لاستیک‌های سیلیکونی که در روکش کردن مقره‌ها کاربرد دارند را می‌توان به سه‌دسته تقسیم کرد:

(Room temperature vulcanizable): RTV (a

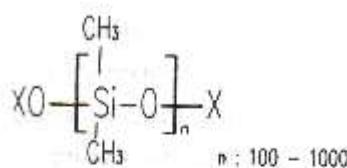
(high temperature vulcanizable): HTV (b

(Liquid silicone rubber): LSR (c

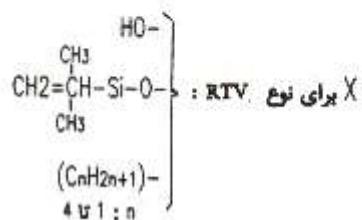
ساختمان شیمیایی این مواد در زیر شکل آمده است. در اغلب موارد این لاستیک‌ها به صورت آمیزه‌ای همراه با انواع مختلف پرکننده همانند ATH و دوده سیلیسی استفاده می‌شوند.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



H : HTV برای نوع X



ساختمان کلی لاستیکهای سیلیکون

برخی از خواص منحصر بفرد این ماده عبارت است از:

1. لاستیک سیلیکونی توانایی حفظ خواص آبگریزی و انرژی سطحی کم خود را برای طولانی مدت حفظ می‌کند و این خاصیت در کارآیی یک ماده به عنوان روکش بسیار موثر است.
2. مقاومت بالای لاستیک سیلیکون در برابر UV و امواج الکترومغناطیس برخلاف لاستیکهای EPR
3. بازیابی و حتی بهبود خواص آبگریزی سطح در SR با گذشت زمان و پس از جرقه‌زدن
4. این مواد مقاومت در برابر Track زیادی دارند زیرا در ساختار مولکولی آنها اتم کربن کمتری وجود دارد.
5. در صورت تخریب پلیمر مزبور در اثر حرارت یا جرقه، خاکستر به جامانده خود یک عایق محسوب می‌شود.
6. از لحاظ تولید و ساخت مقره‌ها نیز لاستیک سیلیکون به علت در دسترس بودن فرمولی کامل و اصلاح شده (از طرف تولیدکنندگان ماده مزبور) و همچنین قابلیت فرآیند شدن آن با طیف وسیعی از دستگاه‌ها، دارای مزیت نسبی می‌باشد.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازم

-۵-۴-۱-۲ یراق آلات (End-Fittings)

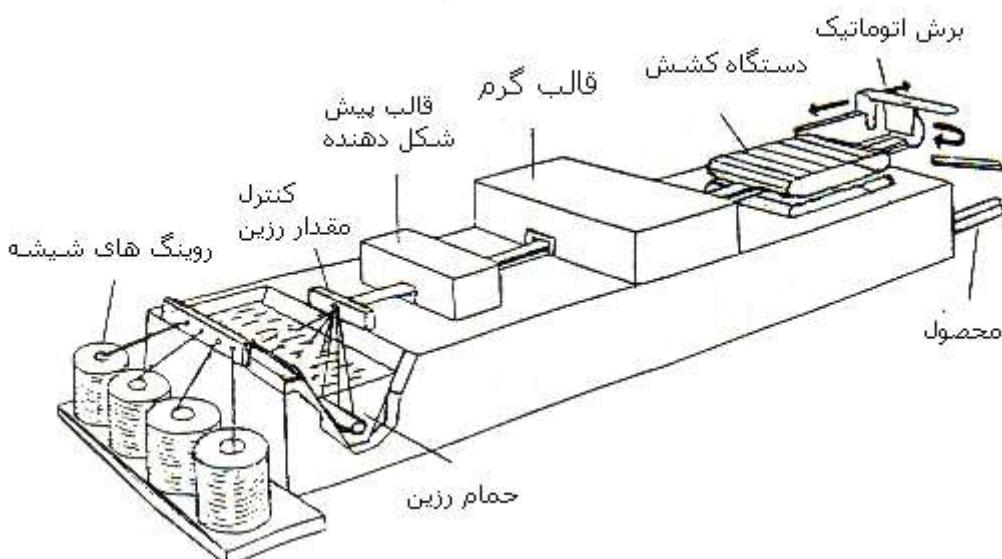
هسته مقره کامپوزیتی از دو انتهای توسط یراق آلات حمایت می گردد که این یراق آلات مسئول برقراری ارتباط مکانیکی و انتقال بار از هادی ولتاژ بالا به هسته مقره و از آنجا به برج می باشد. با توجه به کاربرد یراق آلات باید چنان طراحی شوند که تغییرات تنش و بارهای وارد را در طول خطوط تحمل کنند و در صورت استفاده از مواد فلزی مختلف، واکنش های الکتروشیمیایی بین مواد فلزی به حداقل برسد و با اندازه گیری دقیق تنش های داخلی، از شکست آنها جلوگیری شود. در طراحی و ساخت یراق آلات باید ظرفیت حرارتی، مکانیکی و الکتریکی آنها را در نظر گرفت.

-۶-۴-۱-۲ روند کلی تولید مقره کامپوزیتی

روند کلی تولید مقره کامپوزیتی در فلوچارت شکل نمایش داده شده است.

۱- ساخت هسته مقره:

میله کامپوزیتی (رزین تقویت شده با الیاف شیشه) که هسته مقره کامپوزیتی است به وسیله فرآیند پولتروزن ساخته می شود. به طور کلی می توان گفت پولتروزن فرآیندی است که برای تولید قطعات پیوسته کامپوزیتی مانند میله ها (Rods)، لوله ها، تیرهای اشکل و قوطی ها، نبشی ها وغیره به کار می رود. اصولاً با این فرآیند هر نوع پروفیلی را می توان تولید نمود به شرطی که سطح مقطع پروفیل در طول آن ثابت باشد و به علاوه شیار عمود بر جهت کششی و یا حفره (سوراخ) نیز در پروفیل وجود نداشته باشد. بخش های اصلی فرآیند پولتروزن به صورت شماتیک در شکل نشان داده شده است.



نمایش طرحواره ای یک خط پولتروزن

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در این فرآیند الیاف تقویت کننده از بخش تعذیب الیاف به ناحیه آغشته سازی با رزین هدایت می شود و پس از عبور از حدیده های پیش شکل ده، وارد قالب اصلی می گردد. در قالب با استفاده از حرارت، عمل شبکه ای شدن رزین صورت گرفته و پروفیل شکل سطح مقطع قالب را به خود می گیرد.

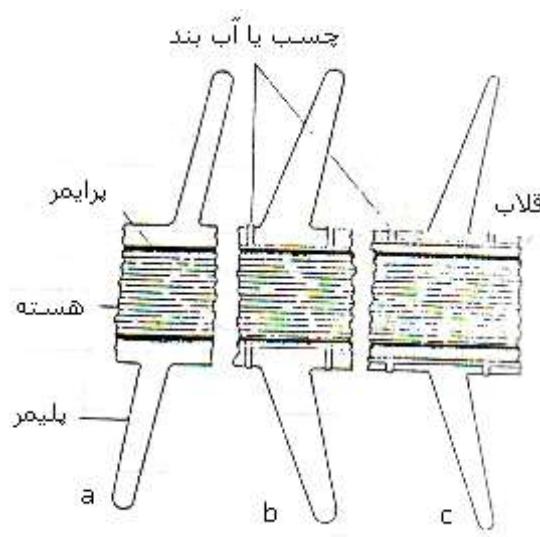
۲- ساخت روکش:

به طور کلی روش های تولید روکش پلیمری را می توان به دو دسته اصلی تقسیم کرد: تولید روکش یکپارچه و دیگری تولید چترهای به صورت جداگانه.

برای روکش های پلیمری قواعد کلی زیر وجود دارد:

برای روکش های یکپارچه طراحی باید به گونه ای باشد که شکل روکش ساده و بدون زوایای منفی باشد برای روکش های مجزا و چند تکه، مسیر خرزشی یا سطح روکش را باید مشتمل بر دو ماده پلیمری دانست؛ قسمت های قالب گیری شده یا چترها و لایه واسط و پیونددهنده چترها به هم و به هسته کامپوزیتی، بنابراین در نظر گرفتن یکپارچه آنها در محاسبات مربوط به خواص الکتریکی و مکانیکی توصیه نمی شود.

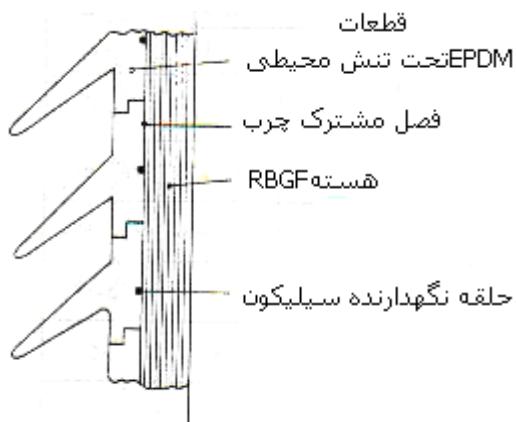
یکی از بهترین تکنیک های ابداع شده، ترکیبی است از یک لایه محافظت کننده استوانه ای نسبتاً ضخیم از جنس الاستومر قابل پخت شدن که به کمک اکسترودر یا روش های دیگر بر روی هسته کامپوزیتی اعمال می شود و تعداد مناسبی چترهای قالب گیری شده که بر روی این لایه جازده می شوند. شکل های (۴ و ۵) روش های ارائه شده برای نشاندن روکش روی هسته را نشان می دهند.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۴) روش های مختلف نشاندن روکش روی هسته



شکل (۵) گونه ای از مقره کامپوزیتی با واسطه گریس میان روکش و هسته

۳- ساخت یراق آلات:

یراق آلات توسط فرآیندهای ریخته گری، فرج و ماشین کاری ساخته شده و به روش های مختلفی به هسته وصل می گردند تا بتوانند استحکام مکانیکی لازم را فراهم سازند و وسیله ای جهت ارتباط با مقره باشند. در طی سالیان، روش های گوناگونی برای اتصال یراق آلات به هسته به وجود آمده است که به صورت زیر می باشد:

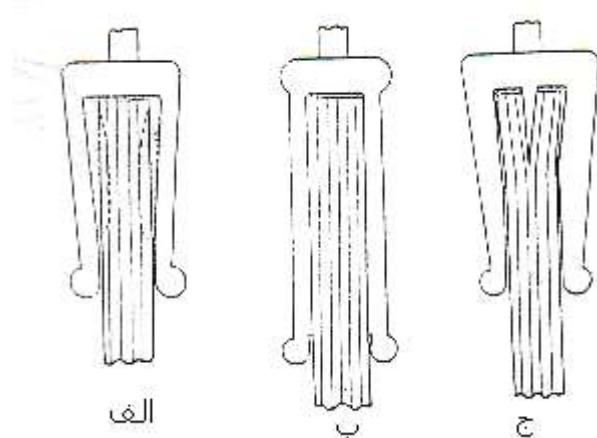
۱. گوهای مخروطی

۲. مخروطی چسبی اپوکسی

۳. فشاری

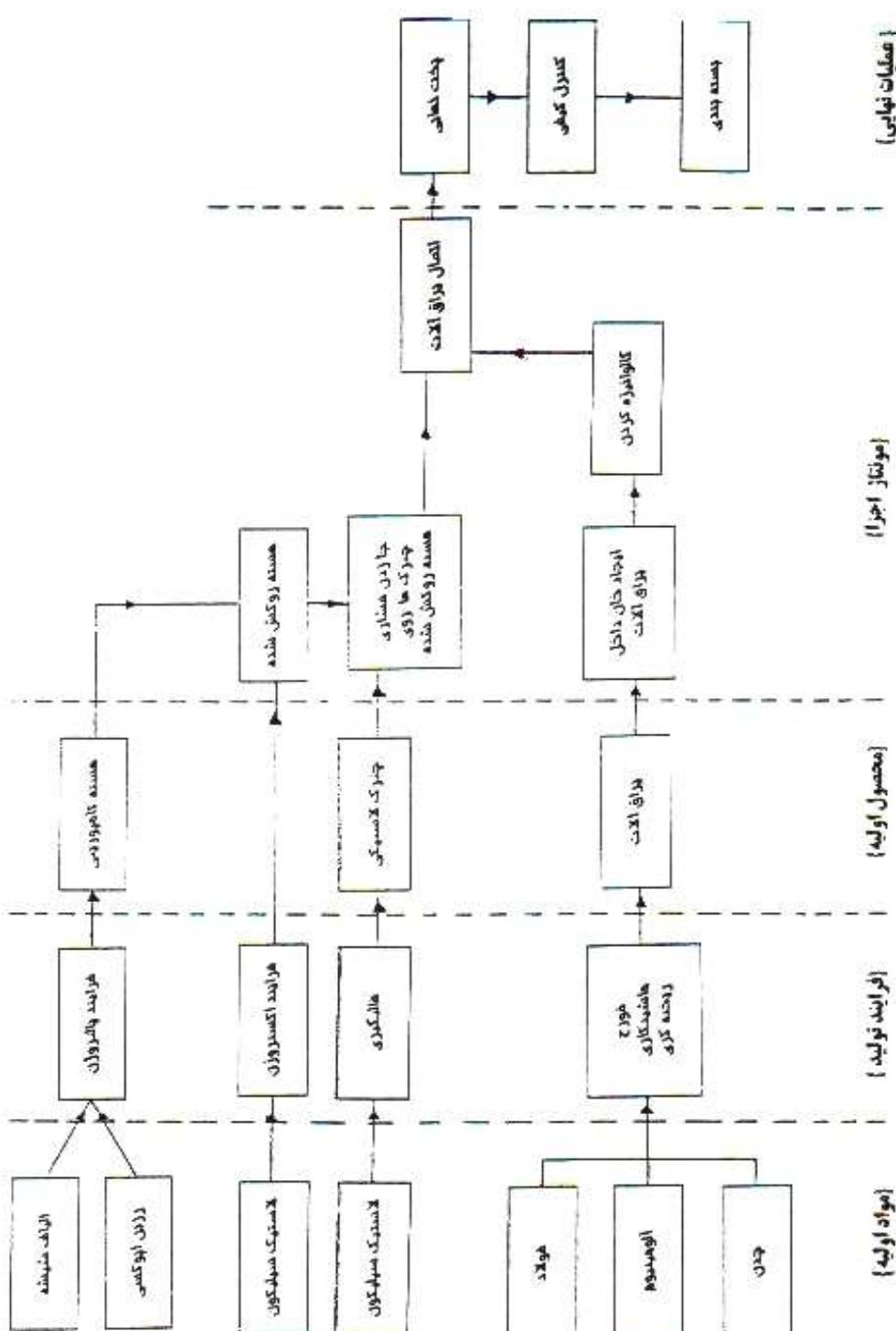
طرحی از سه سیستم اتصال ساز فوق در شکل (۶) نشان داده شده است که در شکل (الف) حالت اتصال مخروطی چسبی اپوکسی را نشان می دهد و شکل (ب) طراحی سیستم فشاری و شکل (ج) اتصال گوهای مخروطی را نشان می دهد.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۶) سه سیستم اتصال ساز مخروطی چسبی، فشاری، گرهای مخروطی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



(شکل ۷)

۴- سرهم بندی اجزای مقره کامپوزیتی:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

همانطوریکه از فلوچارت تولید (شکل (۷)) مشخصی گردیده است پس از ساخت اجزای مقره کامپوزیتی سرهمندی صورت می‌پذیرد. چترکهای ساخته شده بروی هسته مقره کامپوزیتی روکش داده شده بتوسط چسب‌های مناسب و با استفاده از اعمال فشار قرارداده می‌شوند. سپس یراق‌آلات گالوانیزه شده توسط چسب و با استفاده از فرآیند سویچ روی هسته مقره متصل گردید. در نهایت کل مقره کامپوزیتی جهت پخت کامل تحت عملیات حرارتی در دمای ۲۰۰-۱۵۰ درجه سانتیگراد قرار گرفته و پس از انجام بازررسی بسته‌بندی خواهد شد.

در جداول زیر مقره های سرامیکی با مقره های کمپوزیتی در شرایط مختلف مقایسه شده است.

مقایسه رفتار مقره های سرامیکی و کمپوزیتی در شرایط کار خطی			
علت ها	مقره های کمپوزیتی	مقره های سرامیکی	شرایط
بدلیل دارا بودن سطوح صاف در بالا وزیر بشقاب هاو کوچکتر بودن قطر وضخامت آنها در مقره های کمپوزیت	رسوب کمتر	رسوب بیشتر در سطح مقره بویژه لابلای شیارها	آلودگی های سنگین
دارا بودن خاصیت دفع اب ماده پلیمری بکار رفته در پوشش میله وبشقابها	قشد مرطوب و پیوسته در سطح مقره تشکیل نمی شود	به طور کامل خیس نمی شود	میزان خیس شدن سطح مقره در هنگام وجود مه و تشکیل شینم در سطح مقره
بدلیل دارا بودن سطوح صاف و چسپندگی ناچیز آلودگی ها به سطح مقره	زیاد	کم	میزان تمیز شدن آلودگی ها بواسیله باد و باران
به دلیل انتقال خاصیت دفع آب به لایه آلودگی سطح بلحاظ حرکت ملکولی	نیاز به شستن در حدود ۷تا ۸سال پس از نصب در صورت عدم بارندگی های سالیانه	لازم است در دوره های زمانی معین و بطور مستمر شسته شود	نیاز به شستن در مناطق با آلودگی سنگین
بحافظ طرح و مواد به کار رفته در مقره های کمپوزیت	تا کنون گزارش نشده است	اتفاق می افتد	شکستن بر اثر زنگ زدگی کوپلینگهای فلزی مقره

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بلحاظ طرح و مواد به کار رفته در مقره های کمپوزیت	پیش نمی آید	در مقره های چینی اتفاق می افتد	ایجاد ترک و یا پنچری در عایق مقره بر اثر رشد قارچی سیمان پرتلند
بلحاظ طرح و مواد به کار رفته در مقره های کمپوزیت	تا کنون گزارش نشده است	اتفاق نمی افتد	گسیختگی پین بر اثر زنگ زدگی و کاهش تحمل مکانیکی آن
عایق مقره های کمپوزیت نشکن است	پیش نمی آید	در مقره های چینی نامرغوب اتفاق می افتد	گسیختگی مقره بر اثر شکستن عایق
بدلیل ساختار میله ای شکل و ارتفاع زیاد مقره	پنچر ناشدنی	در مقره های چینی اتفاق می افتد	پنچر شدن بر اثر توسعه ترکها یا اصابت صاعقه
بدلیل شکل اندازه ها و جنس مقره های کمپوزیت که به صورت میله ای ساخته میشود	بندرت اتفاق می افتد	پیش می آید	انباست برف ویخ گرفتگی و تشکیل قندیل یخ بر روی مقره
در مقره های پلیمری گسیختن وقتی اتفاق می افتد که میله فایبر گلاس بر اثر نفوذ رطوبت اسیدی دچار فساد و خوردگی شود			

مقایسه تلفات و آسیب پذیری مقره های سرامیکی و کمپوزیتی در طی مراحل مختلف کار			
علت ها	مقره های کمپوزیت	مقره های سرامیکی	درصد آسیب
علت ها	آسیب های وارد	آسیب های وارد	درصد آسیب
ضربات واردہ بهنگام	·	تا ۳٪ درصد	شکستن در مراحل

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مختلف حمل و نقل			بارگیری و تخلیه های مکرر
شکستن در مرحله نصب	تا ۲٪ درصد	۰	افتدن - ضربه
شکستن اشخاص	در بعضی از خطوط تا ۵٪ درصد	۰	پرتاب سنگ - تیر اندازی
ترک برداشتند یا شکستن و پنچر شدن	تا ۴٪ درصد	۰	تنش های کاری برخورد صاعقه
کاهش قابلیت عایقی سطحی	تا ۶۰٪ درصد	تا ۱۰٪ درصد	آلودگی های مختلف + رطوبت زیاد
<p>تنش های کاری عبارتند از استرس های الکتریکی ناشی از توزیع غیر یکنواخت ولتاژ در زنجیر مقره اضافه ولتاژهای حاصل از اصابت صاعقه عملیات کلید زنی در خطوط فشار 'قوی تغییرات زیاد و ناگهانی دما'</p> <p>از دیاد جرقه های سطحی حاصل از آلودگی مقره ها و رطوبت محیط</p>			

۲-۲- شکست الکتریکی در مقره ها

دو نوع شکست در مقره ها ممکن است رخ دهد :

۱-۲-۲ - سوراخ شدن مقره (شکست الکتریکی داخل بدن مقره) :

این شکست بستگی به جنس مقره ، ضخامت بدن مقره و ناخالصی های آن دارد که غالباً اتفاق نمی افتد ؛ مگر در هنگام صاعقه های بسیار خطرناک و امواج سیار روی خط چین رخ می دهد. ضخامت بدن مقره را طوری طراحی می کنند که برای ولتاژهای ضربه صاعقه ای و امواج سیار ناشی از سویچینگ سوراخ نشود.

۲-۲-۲ - جرقه سطحی مقره :

به علت اینکه سح مقره ها با هوا در ارتباط است و با توجه به اینکه استقامت الکتریکی هوا خیلی کمتر از مقره ها است لذا قبل از سوراخ شدن ، در روی سطح مقره ها جرقه زده می شود. معمولاً اگر بر روی سطح مقره ها گرد و غبار و رطوبت و آلودگی بنشینند به سطح آن رسانا می شود و یک جریان نشته روی سطح مقره

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بین هادی و پایه فلزی آن بر قرار می گردد و باعث پایین آمدن ارزش عایقی سطح مقره می شود. لذا اولاً سطح عایق ها را طویل می سازند تا مسیر جریان نشتی طولانی تر شود و ارزش عایقی سطحی زیاد از دست نرود. دیگر آن که سسطح عایق را به صورت چتری می سازند تا باران از آن ریخته شده و ابعاد مقره نیز بزرگ نشود و بالاخره جای خشک هم داشته باشد. شبیب چترها باید طوری باشد که روی سطوح هم پتانسیل یعنی عمود بر خطوط میدان بین هادی و میله قرار گیرند. زیرا اگر بین دو نقطه ای که دارای اختلاف پتانسیل باشند ، سطح رسانای ناشی از گرد و غبار تشکیل می شود ، جریان زیادتری جاری شده و جرقه سطحی زودتر زده می شود.



جرقه سطحی روی مقره

۳-۲- انواع مقره ها از نظر کاربرد و شکل ظاهری

بر حسب کاربرد این نوع وسیله ، مقره ها را به سه دسته تقسیم می کنند :

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱-۳-۲ - مقره های خطوط هوایی :

برای عایق کردن هادی ها نسبت به پایه (دکل) و نسبت به یکدیگر و نگهداری هادی ها بر روی پایه ها از این نوع مقره استفاده می شود.

۲-۳-۲ - مقره های اتکایی :

برای عایق کاری باس بارها در پست ها و تابلوها نسبت به زمین و نگهداری آن ها از این نوع مقره ها استفاده می شود.

۳-۳-۲ - مقره های عبوری یا بوشینگ ها :

از این نوع مقره ها برای عبور باس بارها از دیواره ها یا ورود به تجهیزات استفاده می شود. همچنین برای ایزوله کردن خطوط یا باس بارها نسبت دیوارها یا بدنه تجهیزات هم به کار می رود. اکنون به توضیح تک تک این نوع مقره ها خواهیم پرداخت . البته درصد بسیار زیادی از مقره های مورد استفاده از نوع مقره های خطوط هوایی می باشد.

۴-۲ - انواع مقره های خطوط هوایی

۱-۴-۲ - مقره های سوزنی (میخی) :

از این مقره ها برای نگهداری خطوط توزیع ۱۱ و ۲۰ و ۳۳ کیلو ولت استفاده می شود که بیشتر به صورت یکپارچه ساخته می شوند و معمولاً به شکل ناقوس کلیسا هستند و هادی خط روی شیار بالایی مقره قرار می گیرد و توسط یک سیستم به مقره محکم می شود. مقره توسط یک پیچ فولادی که در داخل مقره محکم شده است به بازوی دکل بسته می شود. اطراف پیچ فولادی را با فلز نرم مانند سرب یا سیمان پر می کنند تا چینی مقره با فولاد سخت در تماس نباشد و در اثر گشتاور خمی شکسته نشود. امروزه مقره های سوزنی کامپوزیتی نیز ساخته شده و مورد استفاده قرار می گیرد . (در زیر نمونه یک مقره سوزنی سلیکونی آورده شده)

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت [Wikipedia](http://www.wikipower.ir) پیکی پاور مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



چترهای روی مقره هم به خاطر ایجاد مسیر طولانی و همچنین ایجاد نقاط خشک در هنگام بارندگی و هم لغزان بودن سطح مقره برای باقی نماندن باران بر روی سطح مقره ایجاد می شود. به عبارت دیگر در حالت مرطوب بودن مقره ، فاصله جرقه برابر مجموع کوتاهترین فاصله از لبه یک چتر به نزدیکترین نقطه روی چتر پایینی به اضافه فاصله از لبه چتر پایینی تا پایه فلزی مقره می باشد. همچنین در حالت خشک بودن مقره کوتاهترین فاصله از هادی تا پایه فلزی مقره است. به این منظور ، ضریب اطمینان مقره را به صورت زیر تعریف می کنند.

$$\frac{\text{سطحی جرقه برای لازم ولتاژ}}{\text{نقره نامی ولتاژ}} = \text{مقره اطمینان ضریب}$$

در شبکه های ۲۰ کیلو ولت ، ضریب اطمینان هوای خشک مقره های میخی برابر ۶ و برای هوای مرطوب به مقدار ۴ است. همچنین در شبکه های KV ۱۱ این ضریب در هوای خشک برابر $\frac{8}{2}$ و برای هوای مرطوب به مقدار ۵ است.

-۲-۴-۲ - مقره های آویزان (در مقره های خطوط هوایی) :

در ولتاژهای بالاتر از ۵۰ کیلو ولت که در سیستم های انتقال و فوق توزیع استفاده می شود ، استفاده از مقره های سوزنی به علت نیاز به ضخامت زیادتر و پیچیده تر شدن ساختمان مقره ها و گرانتر شدن و غیر اقتصادی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بودن آن ها امکان پذیر نیست. لذا در ولتاژهای بالا از مقره های آویزان می شود و هادی خط به وسیله کلمپ فلزی به پایین ترین مقره بشقابی زنجیره متصل می گردد. مقره های آویز خود به سه دسته تقسیم می شوند:

۱. مقره های آویز بشقابی

۲. مقره های کششی

۳. مقره های استوانه ای

مقره های آویز بشقابی : -۱-۲-۴-۲

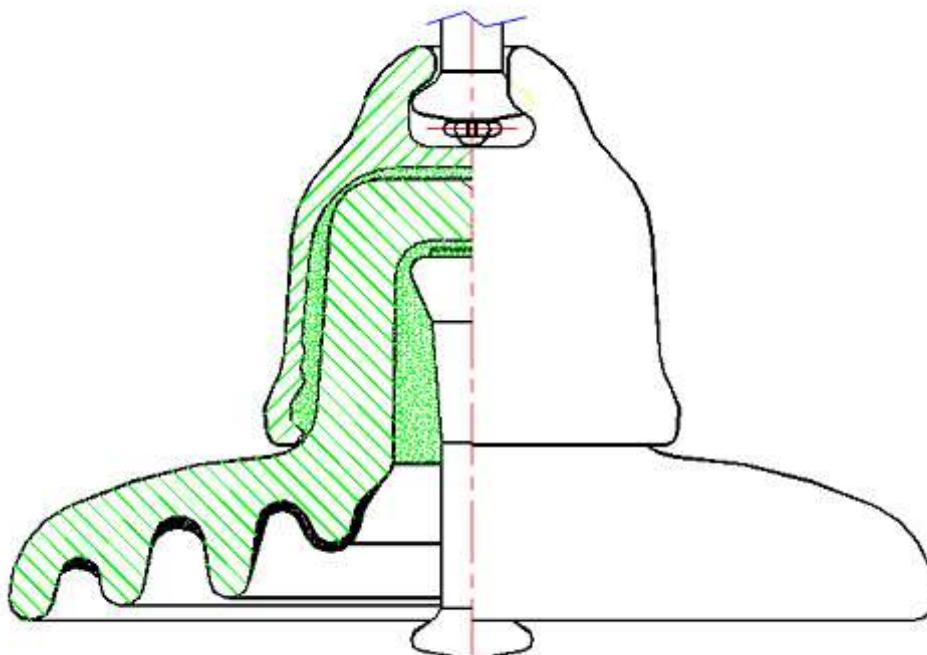
هر مقره بشقابی از یک دیسک بشقاب از جنس چینی یا شیشه تشکیل شده است که در قسمت بالایی آن، یک کلاهک چدنی گالوانیزه توسط سیمان مخصوصی به نام Alumina (که مقاومت الکتریکی بالا و از استقامت مکانیکی و چسبندگی بالایی برخوردار است) به شیشه یا چینی متصل شده است و در قیمت پایین مقره نیز یک پین (pin) فولادی گالوانیزه که آن هم به وسیله سیمان مخصوص Alumina به مقره متصل شده است. همچنین مسیر زیر بشقاب ها به صورت چین دار است تا طول مسیر جریان نشتی افزایش یابد. پین فولادی هر مقره در داخل حفره کلاهک مقره پایینی قرار گرفته و با زدن گیره اطمینان (اشپیل Split-Pin) اتصال می یابد.

مزایای استفاده از مقره های بشقابی را می توان به صورت زیر بیان نمود :

۱. چون هر واحد مقره بشقابی برای یک ولتاژ نامی پایینی (در حدود ۱۱ کیلو ولت) طراحی می شود. متناسب با ولتاژ خط می توان به تعداد دلخواه از این بشقاب ها را به هم متصل نمود تا یک زنجیره آن بتواند ولتاژ خط را تحمل کند (قابلیت انتخاب تعداد بشقاب ها).
۲. اگر هر کدام از بشقاب های یک زنجیره مقره آویزان ، معیوب یا صدمه ببیند فقط لازم است همان یک بشقاب عوض شود و نیازی به تعویض کل زنجیره نیست (اقتصادی بودن مقره).
۳. چون زنجیره مقره به کراس آرم خط آویزان است و می تواند به صورت آزادانه حرکت نماید ، حداقل فشار مکانیکی بر مقره های آویزان وارد می شود (تنش های مکانیکی کمتری به مقره وارد می شود).
۴. اگر به دلیلی بخواهدن ولتاژ نامی خط را افزایش دهند به راحتی می توان با اضافه نمودن چند تا بشقاب ، قدرت عایقی مناسب را به دست آورد و نیازی به تعویض زنجیره مقره نیست (قابلیت انعطاف در افزایش ولتاژ خط).

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵. چونهادی خط به زنجیره آویزان می گردد و پایین تر از بازوی کراس آرم (صلبی) دکل خط انتقال قرار می گیرد در نتیجه هنگام برخورد صاعقه به خط ، صاعقه ابتدا به بازوی کراس آرم خط برخورد می نماید تا حدود زیادی از خط حفاظت می شود (حفظ خط در برابر صاعقه به وسیله بازوی کراس آرم دکل انجام می شود).
۶. اگر بار مکانیکی خط زیاد باشد مثلاً: در اسپن های بلند ، هنگام عبور خطوط انتقال از روی رودخانه ها ، دره ها ، اتوبان ها می توان از زنجیره های دوبل یا بیشتر استفاده نمود (قابلیت استفاده از زنجیره های دوبل یا بیشتر).



-۲-۴-۲ مقره های کششی :

مقره های کششی در جاهایی که نیروی کشش افقی زیادی به مقره وارد می شود استفاده می گردد. از این مقره ها در پایه های ابتدا و انتهایی خطوط انتقال ، توزیع و در پایه هایی که در مسیر خط از حالت مستقیم خارج شده و یا نسبت به افق ، زاویه پیدا می کنند ، استفاده می شوند. مقره های مذکور همان مقره های بشقابی هستند که به صورت افقی نسب می شوند و باید نیروی کششی خط را در پایه ها تحمل نمایند و چون نیروی زیادتری را باید تحمل کنند فقط استقامت مکانیکی آن ها نسبت به مقره های آویزان بیشتر است.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



-۲-۴-۳- مقره های استوانه ای :

این مقره ها به صورت یک زنجیره استوانه ای و به صورت یکپارچه از جنس چینی یا اخیراً از مواد ترکیبی (که استقامت مکانیکی بسیار بالایی داشته و آب بر روی سطح آن ها پخش نمی شود و برای مناطق صحرایی مناسب هستند) ساخته می شوند و به دو طرف انتهایی آن ها دو کلاهک فلزی با سیمان مخصوص اتصال داده شده است. قطر استوانه عایق متناسب با قطر مکانیکی نیاز انتخاب می شود. از این مقره بعضاً در خطوط انتقال استفاده می شود. این مقره ها در مقایسه مقره های آویزان بشقابی از وزن بسیار کمتری برخوردارند (وزن مقره های آویزان دریک زنجیره بیشتر به خاطر وزن کلاهک های فلزی آن است) و لذا از نظر اقتصادی ارزان تر هستند. ولی نقطه ضعف اصلی آن ها امکان خراب شدن کامل مقره در اثر یک قوس الکتریکی یا ضربه مکانیکی بیرونی بر آن است. در صورتی که در مقره های بشقابی تمام زنجیره از بین نمی رود. در زنجیره های بشقابی اگر یک مقره دچار ترک شود تا مدت زیادی بقیه آن ها می توانند ولتاژ خط را تحمل کنند و همچنین بار مکانیکی خط را تحمل نمایند.



برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در ولتاژهای بالا می توان دو یا سه مقره استوانه ای را به هم متصل نمود. نوع ساخته شده از مواد ترکیبی (Composite Material) این نوع مقره ها دارای خاصیت آب گیری بوده و آب و آلودگی بر روی سطح مقره پخش نمی شود ، بلکه این آلودگی و رطوبت در یک نقطه روی سطح باقی می ماند و چون تمام سطح مرطوب نمی شود ، می توان مسیر خوشی آن را کوتاه نمود. جریان نشتی این نوع مقره ها خیلی کم است و در مناطق با آلودگی زیاد روی سطح آن ها جرقه زده نمی شود و نیازی به تمیز کردن هم ندارند. این مقره ها ضمن داشتن استقامت مکانیکی بالا از وزن بسیار کمی نیز برخوردارند.

-۳-۴-۲ مقره های مهار :

در خطوط توزیع برای پایه هایی که در ابتدا و انتهای خط قرار می گیرند و یا برای پایه هایی قرار گرفته در زاویه برای خنثی کردن نیروی کششی که از یک طرف به پایه وارد می شود از سیم مهار استفاده می شود. این سیم مهار از یک طرف به رأس تیر محکم می شود و از طرف دیگر به وسیله مهار و صفحه مهار در داخل زمین محکم می شود.

برای ایمنی و حفاظت بیشتر که احتمالاً سیم مهار در بالا از طریق میلگرد تیر برق دار گردید ، سیم مهار در نزدیکی زمین برقدار نشود ، در وسط سیم مهار از مقره مهار استفاده می شود و سیم های مهار از دو طرف به مقره مهار متصل می شود. این مقره به گونه ای است که اگر شکسته شود ، سیم مهار رها نمی شود و البته بایستی تحمل نیروی کششی سیم مهار را داشته باشند.

-۴-۴-۲ مقره چرخی :

از این مقره ها در خطوط فشار ضعیف ۴۰۰ ولت استفاده می شود. این مقره ها توسط تسمه فلزی ل شکل به نام اتریه و پین واشپیل به پایه های خطوط توزیع هوایی بسته می شوند و سیم هوایی شبکه بر روی شیار

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

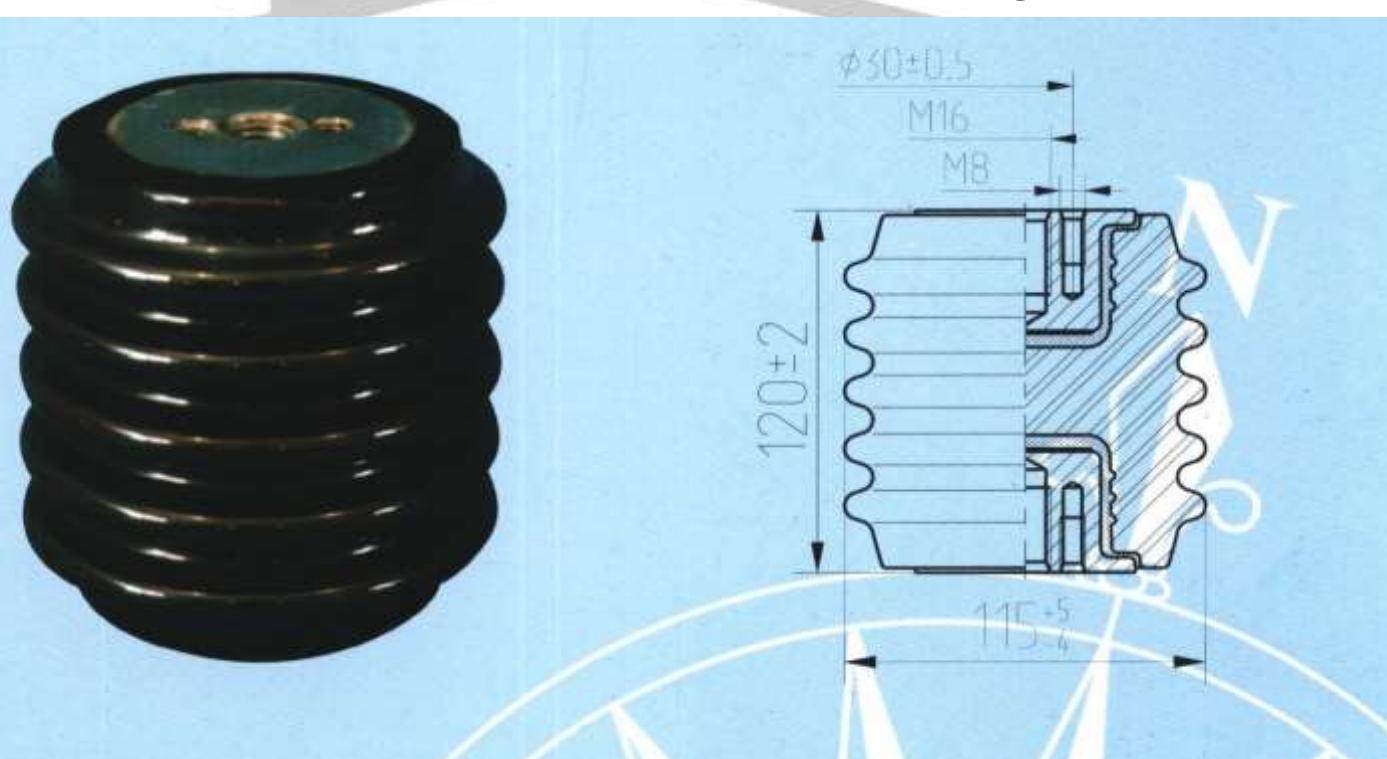
فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

چرخی مانند مقره قرار می گیرد و از آن به عنوان مقره کششی نیز استفاده می شود و در دو نوع یک شیاری و دو شیاری استفاده می شود.



۴-۵-۲- مقره های اتکایی

این مقره ها برای نگهداشتن شین های فشار قوی و دیگر تجهیزات به کار بردہ می شوند. این مقره ها به شکل استوانه ای چینی توپر یا توخالی ساخته می شوند که برای تأسیساتی که مقره باید نیروی مکانیکی بیشتری را تحمل کند از نوع توخالی آن استفاده می شود. زیرا نوع توپر آن فقط با یک قطر معین و محدودی قابل ساخت است ولی برای افزایش استقامت الکتریکی نوع توخالی آن سوراخ داخل مقره ها به صورت افقی یا عمودی نصب می شوند.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۶- مقره های عبوری (بوشینگ ها)

برای سرهای خروجی و ورودی دستگاه های فشار قوی ، برای جلوگیری از ایجاد جرقه بین ولتاژ آن خط عبوری و بدنه دستگاه به کار می روند (مثل بوشینگ ترانس ها). این مقره ها به صورت لایه های استوانه ای به کار می روند و نسبت به محیط مورد استفاده ، شکل مقره های عبوری متفاوت است. ساده ترین آن ها استوانه های درهم است. فضای داخل این استوانه های مابقی ، معمولاً توسطگازها یا مایع های عایق پر می شود. در ترانسفورماتورها ، بوشینگ ها حاوی روغن هستند. ارتفاع آن ها بر حسب میزان ولتاژ و ارتفاع از زمین متفاوت است. به منظور جلوگیری از ازدیاد حرارت در بوشینگ ها از فیبرهای عایقی در سر بوشینگ ها استفاده می شود زیرا فیبر هدایت حرارتی بهتری نسبت به چنین دارد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل ۳ - آزمایش مقره ها

۳-۱ - آزمایش مقره ها

به طور کلی سه دسته آزمایش بر روی مقره ها انجام می گیرد :

۱-۱-۳ : Type Test

که فقط روی سه عدد مقره انجام می گیرد و صرفاً به خاطر بررسی مشخصات الکتریکی یک مقره است که اساساً بستگی به شکل مقره و جنس و بعد آن به طور کلی به طراحی مقره بستگی دارد. این آزمایش ها را فقط یک بار برای تأیید صحت طراحی مقره ها و مقایسه نتایج حاصل با مقادیر تعیین شده توسط استانداردها انجام می دهند. به این آزمایش ها، آزمایش های تخلیه یا آزمایش های جرقه نیز می گویند (Flashover Test).

۲-۱-۳ : Sample Test (آزمایش های نمونه)

این آزمایش ها بر روی تعدادی از مقره ها که به صورت کاملاً اتفاقی انتخاب می شوند، انجام می گیرد و به منظور بررسی مشخصات مقره و کیفیت موارد مورد استفاده در آن ها است و در حقیقت معیاری برای پذیرش کیفیت مقره های تولیدی یک تولید کننده است.

۳-۱-۳ : Routine Test (آزمایش های سری)

این آزمایش ها بر روی تک تک تمام مقره های تولید شده در خط تولید شده در خط انجام می گیرد و به منظور خارج شدن مقره هایی که احتمالاً در جریان ساختن آن اشکالی به وجود آمده می باشد. بدین طریق مقره های کاملاً معیوب از خط تولید خارج می شوند.

۴-۱-۳ : Type Test بر طبق استاندارد بین المللی IEC

گروه اول آزمایش ها شامل آزمایش های زیر است :

آزمایش استقامت در برابر ولتاژ ضربه ای، صاعقه در هوای خشک : این آزمایش در دو حالت انجام می شود :
 الف) با موج ضربه ای مقاوم : برای هر مقره ای حداکثر دامنه موج ضربه ای استاندارد (که برای امواج صاعقه مدل می شود) باعث ایجاد جرقه بر روی سطح مقره نمی شود را استاندارد مشخص کرده است. البته مقادیر برای

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

شرایط جوی استاندارد داده می شود. حالا اگر شرایط آزمایش از نظر فشار و درجه حرارت و میزان رطوبت متفاوت با شرایط استاندارد باشد ، باید مقادیر فوق را تصحیح نمود. در این آزمایش ۱۵ بار موج ضربه ای استاندارد $1.2/50 \mu\text{sec}$ به مقره به دفعات متوالی اعمال می شود. فاصله زمانی بین هر بار باید به اندازه کافی باشد تا اثر قبلی از بین رود. دامنه موج ضربه ای همان مقدار مشخص شده در استانداردها با ضریب تصحیح مربوطه است. اگر این آزمایش در هیچ دفعه ای جرقه سطحی روی مقره زده نشود یا تعداد دفعات جرقه سطحی کمتر از ۲ بار باشد و سطح مقره ها آسیب کلی نبینند. این آزمایش جواب مثبت داده است. البته اثر جزئی جرقه روی سطح مقره (مثل خش انداختن) مجاز است.

ب) با موج ضربه ای با احتمال ۵۰٪ جرقه سطحی : دامنه موج ضربه ای استاندارد که با احتمال ۵۰٪ بر روی سطح مقره زده می شود در استانداردها مشخص شده است. حالا برای یک مقره مورد آزمایش ، یک موج ضربه ای استاندارد با دامنه V_k نزدیک به سطح تقریبی دامنه ولتاژ جرقه ۵۰٪ انتخاب می شود. همچنین یک دامنه متغیر ولتاژ ΔV که تقریباً ۳٪ از ولتاژ V_k است ، انتخاب می گردد. حالا یک موج ضربه ای استاندارد با دامنه V_k به مقره اعمال می شود. اگر این موج سبب بروز جرقه سطحی روی مقره نگردید ، دامنه موج ضربه ای بعدی باید $V_k + \Delta V$ انتخاب شود که اگر حدود ۳۰ بار و چون ممکن است V_k اولیه خیلی کوچک یا خیلی بزرگ انتخاب شده باشد ، ۱ تا ۹ آزمایش اول را ۳۰ بار محسوب نمی کنند. اگر هر ولتاژ V در این آزمایش n_V بار تکرار شده باشد ، ولتاژ جرقه سطحی ۵۰٪ از رابطه زیر بدست می آید :

$$\frac{\sum n_V UV}{30} = \% 50V$$

مقره به شرطی این قسمت را جواب می دهد که $\frac{n_V}{30} = 0.5$ بدست آمده از رابطه بالا برای آن از $1/0.4$ برابر ولتاژ جرقه مقاوم آن کمتر نباشد و مقره ها در اثر جرقه ای سطحی روی آن ها آسیب کلی نبینند.

آزمایش استقامت در برابر ولتاژ ضربه ای سوئچینگ در هوای مرطوب :

موج ضربه ای برای مدل کردن سوئچینگ ، یک موج ضربه ای $250/2500 \mu\text{sec}$ است که با موج ضربه ای صاعقه متفاوت است و زمان رسیدن به یک مقدار یک و نیم موج پشت آن خیلی بیشتر از موج ضربه ای صاعقه می باشد. در این حالت مقره تحت آزمایش ، زیر بارش یک باران مصنوعی قرار می گیرد. شدت بارش باران باید

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

حداقل بین ۱ میلیمتر بر دقیقه تا ۲ میلیمتر بر دقیقه باشد و به صورت مورب با زاویه 45° بارش نماید. درجه حرارت محیط هم بین 15°C - 20°C باشد و مقاومت مخصوص آن در 20°C باید $100 \pm 15\Omega$ باشد.

مقره باید به مدت ۱۵ دقیقه قبل از شروع تست تحت بارش این باران قرار گیرد ، البته این زمان می تواند کمتر هم باشد ، مخصوصاً زمانی که تست های متوالی انجام می گیرد. در اینجا نیز این آزمایش در دو حالت مختلف می تواند انجام بگیرد :

(الف) با موج ضربه ای با احتمال ۵۰٪ جرقه سطحی : طریقه آزمایش مانند حالت هوای خشک است (با موج ضربه ای صاعقه) ولی دامنه موج ضربه ای ۵۰٪ بدست آمده از رابطه نباید کمتر از $1/0.85$ برابر دامنه موج ضربه ای مقاوم تعیین شده در استاندارد برای موج ضربه ای مقاوم تعیین شده در استاندارد مربوط به شرایط جوی استاندارد است که برای شرایط آزمایشگاهی باید در ضرایب تصحیحی ، اصلاح شود.

(ب) با موج ضربه ای مقاوم : این آزمایش نیز با دامنه موج ضربه ای مقاوم تعیین شده در استاندارد برای ۱۵ بار تکرار می شود و اگر تعداد دفعاتی که جرقه سطحی روی مقره زده می شود بیشتر از ۲ بار نباشد این آزمایش جواب مثبت داده است. در این آزمایش نیز نباید سطح مقره ها آسیب کلی ببینند (اثرهای جزئی روی سطح مقره قابل پذیش است).

آزمایش استقامت در برابر ولتاژ با فرکانس صنعتی در هوای مرطوب

Wet Power – Frequency Test

دراین لحظه مقره نیز تحت آزمایش در یک شرایط باران مصنوعیمانند حالت قبل قرار می گیرد. متناسب با شرایط جوی زمان آزمایش از نظر فشار و درجه حرارت ، مقدار ولتاژ قابل استفاده مقره را بر اساس مقدار تعیین شده آن در استانداردها بدست می آوریم (با استفاده از ضرایب تصحیح). سپس یک ولتاژ در حدود ۷۵٪ ولتاژ فوق را به مقره اعمال می کنیم و سپس به تدریج و به آرامی با یک شیب در حدود ۲٪ ولتاژ فوق بر ثانیه ، ولتاژ را افزایش می دهیم تا به مقدار ۱۰۰٪ فوق برسد. سپس این ولتاژ را در حدود یک دقیقه بر روی مقره نگه می داریم. طی این آزمایش هیچ گونه جرقه سطحی یا سوراخ شدن مقره نباید اتفاق بیفت. دراین آزمایش می توان افزایش ولتاژ را هنوز ادامه دهیم تا جرقه سطحی حاصل شود. این آزمایش را ۵ بار تکرار می کنیم و مقدار متوسط ولتاژهای جرقه سطحی را به عنوان ولتاژ جرقه هوای مرطوب در ولتاژ سینوسی با فرکانس های صنعتی تعیین کنیم. فرکانس موج سینوسی باید بین 15^{kv} تا 100^{kv} باشد.

هر واحد مقره ، نام تولید کننده و سال تولید آن نوشته می شود. همچنین حداکثر قدرت مکانیکی مقره نیز بر روی آن نوشته می شود. مثلاً U300 ۳۰۰ کیلونیوتونی است. شرایط استاندارد به صورت $T = 20^\circ\text{C}$ و $P = \text{P}$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه می گیرد ، ساختمان مقره ها را بیان می کنیم ، که به دو دسته تقسیم می شوند :

۱. نوع A : مقره هایی که طول یا ضخامت کوتاهترین مسیر موجود در داخل آن ها برای سوراخ شدن داخل بدن مقره حداقل برابر با نصف طول کوتاهترین مسیر جرقه در هوای روی سطح مقره است.
۲. نوع B : مقره هایی که ضخامت داخل آن ها برای مسیر سوراخ شدن مقره کمتر از نصف طول کوتاهترین مسیر جرقه بر روی سطح مقره در هوای است.

-۲-۳ آزمایش های روی مقره های نمونه طبق استاندارد IEC (Sample Test)

برای یک محموله ای از مقره های یک نوع با مشخصات یکسان از همه نظر که به وسیله خریدار از تولید کننده مقره خریداری می شود. تعدادی مقره به صورت کاملاً اتفاقی و تصادفی از بین محموله آماده انتخاب می شود و تعدادی آزمایش روی نمونه های انتخابی انجام می شود. در صورتی که نتایج آزمایش ها مثبت باشند ، کیفیت محصول آن ها از طرف خریدار تأیید می شود. تعداد نمونه های انتخابی بر اساس استاندارد IEC به صورت زیر است:

با فرض P تعداد مقره های انتخابی به عنوان نمونه و N تعداد کل مقره ها باشد ، آنگاه :

۱. اگر $500 < N$ باشد ، $P = 4 + (1/5N \div 1000)$ با توافق طرفین تعیین می شود.
۲. اگر $2000 < N < 500$ باشد $P = 4 + (1/5N \div 1000)$ است.
۳. اگر $N > 20000$ باشد $P = 14 + (0/75N \div 1000)$ است.

آزمایش هایی که بر روی مقره های نمونه انتخاب شده انجام می گیرند ، عبارتند از :

۱. بررسی سیستم قفل و بست.
۲. کنترل مقدار وزن مقره ها و ابعاد قسمت های مختلف آن ها.
۳. آزمایش سیکل حرارتی.
۴. آزمایش حداکثر تحمل بار الکترومکانیکی (فقط روی مقره های شیشه ای).

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵. آزمایش حداکثر تحمل بار مکانیکی.
۶. آزمایش شوک حرارتی (فقط برای مقره های شیشه ای).
۷. آزمایش تحمل ولتاژ در برابر سوراخ شدن (فقط برای مقره های نوع B).
۸. آزمایش تخلخل (وجود حفره) (فقط برای مقره های چینی).
۹. آزمایش میزان گالوانیزه بودن قسمت های فلزی مقره.

مقره های نمونه انتخاب شده را طبق استاندارد IEC به دو گروه تقسیم می کنند :

گره اول شامل دو سوم تعداد مقره های انتخاب شده و گروه دوم شامل یک سوم تعداد مقره های انتخاب شده است. بر اساس نوع A یا B مقره ها و نوع بشقابی یا اتکایی ، آزمایش های نمونه فوق تعدادی بر روی گروه اول و تعدادی بر روی هر دو گروه انجام می شود.

	مقره های بشقابی		مقره های اتکایی	
	نوع A	نوع B	نوع A	نوع B
گروه اول	۲ و ۳ و ۵ و ۸	۴ و ۲ و ۳ و ۸	۲ و ۳ و ۵ و ۸	۸ و ۳ و ۵ و ۲
گروه دوم	۹ و ۲ و ۳ و ۶ و ۱	۹ و ۲ و ۳ و ۶ و ۱	۹ و ۳ و ۶ و ۲	۹ و ۳ و ۶ و ۲

مقره هایی که بر روی آن ها آزمایش های نمونه صورت می گیرد نباید در سرویس از آن ها استفاده شود.

۱-۲-۳ - شرح آزمایش

۱- بررسی سیستم قفل و بست : در اینجا چند آزمایش مختلف برای اطمینان از مکانیزم قفل و بست انجام می گیرد :

الف) با اتصال بشقاب ها به همدیگر و تشکیل یک یا چند زنجیره ، حرکت های افقی شبیه به حرکت هایی که در حالت سرویس ممکن است پیدا شود به آن ها داده می شود که اتصال زنجیره ها باید باز شود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ب) اشپیل (Split – Pin) تمام بشقاب ها در موقعیت قفل قرار داده می شود و به وسیله یک دستگاه که نیروی کششی وارد می کنند بار کششی برای حرکت کردن اشپیل هر بشقاب اعمال می شود. برای هر بشقاب این عمل ۳ بار تکرار می شود. مقدار این نیرو طبق استاندارد ، بین ۵۰۰ تا ۵۰ نیوتن بایستی اعمال شود.

ج) هشپیل هر مقره یا نیروی کششی حداکثر یعنی 500N کشیده می شود (به وسیله دستگاه کشیده). اشپیل ها در اثر این نیرو نباید از محل قفل به طور کامل خارج شوند.

۲- کنترل ابعاد مقره (Verification Of Dimensions)

این کنترل ابعاد عبارتند از :

الف) اندازه گیری وزن مقره های نمونه و متوسط گیری به عنوان وزن مقره.

ب) اندازه گیری قطر خارجی مقره از بالاترین تا پایین ترین نقطه.

ج) اندازه گیری ارتفاع مقره از بالاترین تا پایین ترین نقطه.

د) اندازه گیری فاصله خزشی مقره (Creep Age Distance).

ه) کنترل قطر حفره کلاهک و قطر پین فلزی مقره با اشل های استاندارد (اشل هایی که باید داخل حفره بروند یا از قطر پین بگذرند و اشل هایی که نباید بگذرند).

۳- آزمایش سیکل حرارتی (Temperature Cycle Test)

در این آزمایش یک مخزن آب سرد و یک مخزن آب گرم تهیه می شود. درجه حرارت مخزن آب گرم باید ۷۰°C بیشتر از درجه حرارت مخزن آب سرد باشد و به وسیله یک سیستم اتوماتیک ، درجه حرارت مخزن ها ثابت نگه داشته شوند. مقره های نمونه به مدت T دقیقه در مخزن آب گرم قرار داده می شوند.

$$\text{مقره نوع A} = 15 + 0/7 \text{ m} , \quad \text{m} = \text{kg}$$

$$T = 15 \text{ min}$$

بعد از طی زمان فوق ، سریعاً بدون هیچ تأخیری (حداکثر تأخیر ۳۰ ثانیه) و برای مدت زمان T دقیقه نیز در مخزن آب سرد غوطه ور می شوند. این سیکل گرما و سرما ۳ بار تکرار می شود. برای مقره های اتکایی به جاب مخزن آب سرد ، باید آن را بعد از خارج کردن از مخزن آب گرم (برای مدت ۱۵ دقیقه در مخزن آب گرم قرار گرفته است) به مدت ۱۵ دقیقه در معرض باران مصنوعی با شدت ۳ میلیمتر بر دقیقه قرار می دهیم و این سیکل را ۳ بار تکرار می کنیم.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شرط پذیرش این آزمایش این است که در پایان هیچ یک از مقره های نمونه ترک خوردگی پیدا نکرده باشد.

۴- آزمایش تحمل بار الکترومکانیکی (Electromechanical Failing Load Test)

در این آزمایش همزمان با اعمال ولتاژ با فرکانس صنعتی به مقره یک بار مکانیکی کششی نیز به مقره اعمال می شود تا اگر تخلیه الکتریکی داخلی در اثر تخلیه های داخل مقره اتفاق می افتد ، در اثر نیروی کششی اعمال شده به صورت عیب مکانیکی (مثالاً ترک خوردن مقره) مشخص می شود. ولتاژ اعمالی به مقره همان ولتاژ مقاوم با فرکانس صنعتی در هوای مرطوب است. چون در مقره های شیشه ای تخلیه های موضعی داخل مقره کاملاً پیدا است ، لذا این آزمایش برای مقره های شیشه ای انجام نمی شود.

۵- آزمایش تحمل حداکثر بار مکانیکی (Mechanical Failing Load Test)

در این آزمایش مقره نمونه ، تک تک و به نوبت در داخل دستگاه مخصوص اعمال نیروی کششی قرار گرفته و نیروی کششی اعمالی به آن ها از صفر به طور سریع به مقدار ۷۵٪ حداکثر تحمل بار مکانیکی نامی مقره افزایش داده می شود. سپس به آرامی در یک مدت زمان معین بین ۱۵ تا ۴۵ ثانیه بار کششی اعمالی را به ۱۰۰٪ حداکثر بار مکانیکی می رسانیم. شدت این افزایش به مقدار ۳۵٪ حداکثر بار مکانیکی نامی در هر دقیقه می باشد. در این آزمایش مقره باید بتواند بار مکانیکی کششی اعمال شده را تحمل کند و دچار شکست مکانیکی لازم برای شکست مقره دست یابیم. لازم به ذکر است که برای مقره های اتکایی (سوزنی) بار مکانیکی خمسی به جای کشش اعمال می شود.

۶- آزمایش شوک حرارتی (فقط برای مقره های شیشه ای)

در این آزمایش یک مخزن آب که درجه حرارت کمتر از ۵۰°C را دارد ، مهیا می شود. سپس مقره های نمونه را در داخل یک کوره هوای گرم که درجه حرارت آن حداقل ۱۰۰°C بالاتر از درجه حرارت مخزن آب است ، ۲۰ دقیقه قرار می دهند. سپس مقره ها را به طور ناگهانی وارد مخزن آب می نمایند و حداقل ۲ دقیقه در مخزن با آب نگه می دارند. مقره ها نباید دچار ترک یا شکستگی شوند.

۷- آزمایش تحمل ولتاژ در برابر سوراخ شدن مقره (Pun Choke Tesr)

این آزمایش می تواند با یک موج ولتاژ سینوسی با فرکانس صنعتی و یا با یک موج ضربه ای انجام گیرد. البته معمولاً با فرکانس صنعتی انجام می شود. مقره های نمونه در این آزمایش کاملاً خشک و تمیز می شوند و

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در داخل یک محفظه روغن شناور می شوند. که روغن باید عاری از رطوبت و ناخالصی باشد و استقامت الکتریکی بالایی داشته باشد. اگر محفظه روغن فلزی باشد باید ابعاد آن خیلی بزرگ باشد که جرقه بین قسمت فلزی مقره و بدنه محفظه روغن زده نشود. ولتاژ با فرکانس صنعتی بین قسمت های فلزی مقره اعمال می شود. همچنین روغن برای این استفاده می شود که استقامت الکتریکی خیلی بالاتری نسبت به هوا دارد و از بروز جرقه سطحی روی مقره در اثر اعمال ولتاژ بالا جلوگیری می کند. برای آزمایش ، ولتاژ اعمالی را سریعاً به مقدار حداقل ولتاژ نامی قابل تحمل مقره می رسانیم که در استانداردها مشخص شده است که بر اثر این ولتاژ نباید در مقره شکست الکتریکی و سوراخ شدن به وجود آید. اگر میزان استقامت مقره مورد نظر باشد بایستی ولتاژ را آنقدر افزایش داد تا مقره سوراخ شود.

۸- آزمایش تخلخل (فقط برای مقره های چینی) Poorosity Test

در این آزمایش قطعات شکسته شده یک مقره چینی در یک محلول الكل یک درصد که مقداری جوهر قرمز نیز به آن اضافه شده (یک گرم جوهر قرمز درصد گرم الكل) و تحت فشار ۱۵ مگانیوتون بر متر مربع برای چندین ساعت (حدود ۲۴ ساعت) قرار داده می شود. سپس قطعات بیرون آورده شده و تمیز و خشک می شوند و دوباره شکسته شده و به قطعات کوچکتری تبدیل می شوند. در سطوح شکسته شده نباید هیچ اثری از نفوذ الكل مشاهده شود.

این آزمایش برای لعاب (glaze) مقره است (برای اطمینان از عدم وجود ترک های مویین در لعاب مقره) لذا می توان مقره را پس از آزمایش وزن کرد و سپس برای ۲۴ ساعت در آب تحت فشار قرار داده و سپس مجدداً وزن نمود. اگر افزایش وزن داشته باشیم نشان دهنده نفوذ آب در خلل و فرج مقره است.

۹- آزمایش میزان گالوانیزاسیون قسمت های فلزی (Galvanizing Test)

در این آزمایش اولاً وضعیت ظاهری پوشش سطحی روی قسمت های فلزی مقره های نمونه از نظر یکنواختی و هموار بودن بررسی می گردد. همچنین به وسیله یک دستگاه مخصوص جرم فلز (روی) بر روی سطوح فلزی در واحد تعیین می گردد. دستگاه مخصوص فوق ، ضخامت فلز روی را می تواند در یک نقطه هم اندازه گیری کند. برای این منظور ۱۰ نقطه به طور تصادفی بر روی کلاهک و ۱۰ نقطه بر روی پین انتخاب می شوند. سپس با داشتن جرم حجمی روی ، مقدار جرم فلز روی در واحد سطح مشخص می شود. در هر مقره نمونه ، جرم روی در واحد سطح نباید کمتر از ۵۰۰ گرم بر متر مربع باشد و برای تمام نمونه ها به طور متوسط از مقدار ۶۰۰ گرم بر کتر مربع نباید کمتر باشد.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۳-۳- تست های معمول مقره ها (Routine Test)

این آزمایش ها به تک تک مقره ها در خط تولید اعمال می شود که شامل آزمایش های زیر هستند:

۱. بررسی وضعیت ظاهری مقره ها از نظر شکل و ابعاد و رنگ ظاهری آن ها.
۲. آزمایش های مکانیکی :

برای مقره های نوع A: یک زنجیره از مقره ها به مدت یک دقیقه تحت یک بار کششی معادل ۶۰٪ حداکثر تحمل بار مکانیکی قرار می گیرند.

برای مقره های نوع B: یک زنجیره از مقره ها برای مدت ۱۰ ثانیه تحت یک بار کششی معادل ۴۰٪ حداکثر تحمل بار مکانیکی قرار می گیرند.

مقره هایی که در این آزمایش دچار شکست و ترک خوردنگی شوند از خط تولید خارج می شوند.

۳-۳-۱- آزمایش الکتریکی :

مقره های بشقابی یا مقره های اتکایی (سوزنی) در این آزمایش به آنها یک ولتاژ سینوسی با فرکانس صنعتی اعمال می شود. دامنه ولتاژ باید به حدی باشد که هر چند ثانیه یک بار جرقه سطحی روی مقره زده می شود. زمان اعمال ولتاژ باید حداقل ۵ دقیقه باشد. اگر مقره ها دچار سوراخ شدنگی شوند از خط تولید خارج می شوند.

۳-۴- آزمون های الکتریکی و مکانیکی مقره های کامپوزیتی :

بدیهی است که مقره های کامپوزیتی را در صورتی می توان با اطمینان استاندارد دانست و مورد بهره برداری قرار داد که آزمونهای خاص مربوطه را با موفقیت پشت سر گذارده باشند. در اینجا به مهمترین این آزمونها پرداخته می شود.

۴-۱- آزمونهای الکتریکی :

(الف) آزمون ولتاژ فرکانس قدرت در شرایط خشک IEC60060:

این آزمون برای سنجش میزان کیفیت طراحی، مواد و روش تولید، انجام می گیرد. در این آزمون مقره ها باید قبل از شروع آزمون تمیز و خشک شوند. معمولاً آزمون بر روی سه نمونه انجام شده و میانگین گیری صورت می پذیرد و سپس ضریب تصحیح که وابسته به شرایط آزمون (دما، فشار و رطوبت) می باشد در عدد بدست

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

آمده اعمال می گردد. در اینجا ولتاژ مساوی با ولتاژ ایستادگی در برابر فرکانس قدرت برای شرایط جوی در زمان آزمون معین شده است ولتاژ اعمالی از ۷۵٪ ولتاژ آزمون شروع شده سپس با افزایش تدریجی ۲٪ در هر ثانیه به مقدار ولتاژ آزمون می رسد. ولتاژ آزمون در این مقدار برای مدت ۱ دقیقه ثابت باقی می ماند. این مقدار از ۹٪ uref نباید کمتر باشد. ضمناً نمونه ها در شرایط ۸۰٪ تحت زمان ۳۰ دقیقه قرار می گیرند. در صورتی نمونه های ساخته شده قابل قبول است که هیچگونه تخلیه و شکست الکتریکی خارجی یا سوراخ شدگی عایقی رخ ندهد.

ب) آزمون ولتاژ فرکانس قدرت در شرایط تر:

در این آزمون لازم است شرایط رطوبت بر طبق استاندارد برآورده شود. مشخصه های باران مصنوعی در استاندارد IEC60060-1 آمده است که در اینجا باران مصنوعی به کمک آبپاش افقی یا عمودی با نرخ پاشش ۲-۱/۵ میلیمتر در دقیقه ایجاد می گردد و نمونه ها تحت آزمایش باید ابتدا بمدت ۱۵ دقیقه تحت این شرایط قرار گیرند. پس از اندازه گیری، ضریب تصحیح محیطی اعمال می گردد.

ج) آزمون ضربه صاعقه در شرایط خشک با پلاستیک مثبت و منفی:

از جمله آزمونهای نوعی است که شرایط روش آزمون در IEC60383 مشخص شده است. شرایط محیطی آزمون اعم از دما، فشار و رطوبت مورد سنجش قرار می گیرد. چراکه شرایط استاندارد آزمون چنین است :

$$b = \frac{1013h}{760} \quad K = 0.28 \frac{b}{273+t}$$

$$\text{دما} = {}^{\circ}\text{C} 20 \quad t_0 =$$

$$\text{فشار} = \text{N/m}^2 10^{13} \times 10^5 b_0$$

$$\text{رطوبت: gr/m}^3 11 \quad h_0$$

هرگاه ارتفاع فشارسنج, h میلیمتر جیوه باشد، فشار اتمسفر بر حسب میلی بار برابر با در رابطه قرار می دهیم تا ضریب تصحیح به دست آید. سپس ولتاژ ضربه را با مشخصه $50\mu\text{s}/1.2$ و طبق شرایط استاندارد اعمال کرده، اندازه گیری لازم انجام می شود. این آزمون در دو پلاستیک مثبت و منفی قابل انجام است.



شکل ۸ – موقعیت اعمال ولتاژ

۲-۴-۳ آزمونهای فیزیکی و مکانیکی:

(الف) آزمون نفوذ آب:

تعداد ۶ نمونه از هسته کامپوزیتی بریده شده، به گونه‌ای که طول نمونه‌ها 10 ± 0.5 میلی متر باشد نمونه‌ها باید با زاویه ۹۰ درجه از محور میله به وسیله اره دوار الماسه که با آب خنک می‌شود بریده شوند. سطح برش باید به وسیله سمباده شماره ۱۸۰ پولیش شود به گونه‌ای که سطوح برش کاملا تمیز و موازی هم باشند سپس نمونه‌های حاصل درون یک محفظه شیشه‌ای محتوی آب جوش دی یونیزه که دارای 1% وزنی نمک است قرار داده می‌شوند و بمدت 0.5 ± 0.05 ساعت در این وضعیت نگهداری می‌شوند. بعد از این مرحله، نمونه‌ها باید از آب نمک خارج شوند و بمدت ۱۵ دقیقه درون آب، در دمای محیط قرار داده شوند. حداقل تا ۳ ساعت پس از خارج کردن نمونه‌ها از آب نمک می‌بایست تست اعمال ولتاژ روی نمونه‌ها انجام گیرد در شکل (۸) موقعیت اعمال ولتاژ از لحاظ شکل الکترودها نشان داده شده است.

پیش از انجام تست اعمال ولتاژ سطوح نمونه‌های خارج شده از آب باید بوسیله کاغذ فیلتر خشک شوند. نمونه‌ها بین دو الکترود قرار می‌گیرند و ولتاژ با نرخ یک کیلوولت بر ثانیه افزایش داده می‌شود تا به مقدار ولتاژ نهایی برسد در این ولتاژ باید به مدت یک دقیقه نگه داشته شود برای اینکه نتیجه این آزمون مثبت باشد هیچ ضایعه سطحی یا سوراخ شدن ناشی از جرقه در نمونه‌ها نباید مشاهده شود و در تمام مدت اعمال ولتاژ مقدار جریان نباید از 1 mA تجاوز کند.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

قاد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

: آزمون Cantilever ب)

این آزمون مطابق استاندارد [ANSI C29.6 ۱۲] با استفاده از تجهیزات موجود با دقت قابل قبولی انجام گرفت . بار خمشی 13 kN بصورت یکسر درگیر به محل شیار فوکانی مقره ها اعمال گردید پس از اطمینان از عدم ایجاد تخرب مacroscopic، بار خمشی تا شکست هسته کامپوزیتی افزایش خواهد یافت. عموماً برای اطمینان از عملکرد مکانیکی طولانی مدت مقره کامپوزیتی، استحکام شکست بخش کامپوزیت تقریباً $1/4 - 2$ برابر حد اعلام شده در استاندارد در طراحی درنظر گرفته میشود.

-۳-۴-۳- ارزیابی و آزمایشات کیفی مقره های لاستیکی:

علاوه بر آزمایشات توصیه برای انواع مقره های چینی و شیشه های مرسوم که شامل آزمایشات استقامت الکتریکی تحت ولتاژ های متناوب فرکانس قدرت و ضربه صاعقه و کلید زنی و پنچری و آزمایشات مکانیکی، مکانیکی حرارتی، ضربه ناگهانی مکانیکی و الکترومکانیکی و آزمایشات سیکل حرارتی و شوک حرارتی که عموماً باید بر روی مقره های لاستیکی جدید نیز انجام گیرد و هدف از آنها ارزیابی و تائید توانایی های الکتریکی، مکانیکی و حرارتی مقره ها میباشد، برای ارزیابی رفتار مقره های لاستیکی در شرایط آلودگی و شرایط محیطی گوناگون و چگونگی پیر شدن آنها نیز آزمایشات ویژه ای طراحتی و ارائه شده است که عبارتند از آزمایش مه نمکی جهت ارزیابی خوردگی مقره تحت ولتاژ و در محیط مه نمکی انجام میشود و آزمایش پیری مقره تحت ولتاژ و شیشه سازی آب و هوایی محیط که در رژیم آب و هوایی گوناگون انجام میگیرد و هدف از آن ارزیابی رفتار این مقره ها در زمانهای طولانی مدت میباشد .

-۳-۵- آزمایش مه نمکی مقره های لاستیکی سیلیکونی:

در این آزمایش که باید به مدت ۱۰۰۰ ساعت و بطور مداوم انجام گیرد، دو نمونه مقره از خط تولید مورد نظر و به دلخواه انتخاب و درون محفظه های که مه نمکی در آن تولید میشود، یکی بطور قائم و دیگری بطور افقی نصب میشوند و همزمان توسط منبع فشار قوی با امپدانس درصد پنج و جریان اتصال کوتاه یک آمپر، ولتاژ متناوبی بر مبنای فاصله خزشی و در نسبت $1.34 / 5$ کیلو ولت بر میلیمتر به مقره ها اعمال میشود . حجم محفظه نباید بیش از ۱۰ متر مکعب باشد و تقریباً ایزو له از محیط باشد و جهت گردش طبیعی هوا حفره های کمتر از 80 سانتی متر مربع بر روی بدنه آن تعییه میگردد . با کمک یک سیستم نازل اسپری میتوان برای تولید مه نمکی از محلول

آب نمک استفاده کرد . محفظه باید پر از مه گردد ولی مه مستقیماً بر روی مقره ها پاشیده نشود و بهتر است مه از محلول آب دیو نیزه و نمک طعام تولید شود و مقره ها نیز قبل از شروع آزمایش با آب تمیز شوند.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شرایط آزمایش شامل مدت زمان ۱۰۰۰ ساعت، دبی آب ($4\pm0.1^\circ\text{C}$) لیتر بر ساعت بر متر مکعب حجم محفظه، قطرات مه به اندازه ۵ تا ۲۰ میکرون، دمای ۲۰ برای محفظه و مقدار ۱۰ کیلوگرم در هر متر مکعب آب میباشد. به منظور ارزیابی شرایط آزمایش در طول مدت ۱۰۰۰ ساعت میتوان به دفعات به مدت کمتر از ۱۵ دقیقه مدار را قطع کرده و از محفظه بازدید کرد و البته این زمانها جزء مدت آزمون نمی باشد.

براساس بند ۴، ۳، ۵ استاندارد اگر در طول مدت ۱۰۰۰ ساعت آزمایش یکی از شرایط زیر محقق گردد، مقره در این آزمایش مردود میشود:

الف: اگر هر نمونه مقره در طول مدت ۱۰۰۰ ساعت بیش از سه مرتبه بر اثر اضافه جریان باعث قطع مدار آزمایش گردد.

ب: بر اثر تخلیه الکتریکی و جریانهای خزشی، شکستگی و سوراخی در مقرهها بوجود آید.

ج: خوردگی روکش عایق سیلیکون بر اثر آلودگی و تخلیه تا سطح میله مغزی عایق مقره نفوذ کند و به عبارت دیگر روکش سیلیکون سوراخ شود.

د طول فاصله خزشی مقره مسیرهای تخلیه پیوسته و هادی بوجود باید و مقره نتواند ولتاژ آزمون فرکانس قدرت در حالت خشک را تحمل نماید.

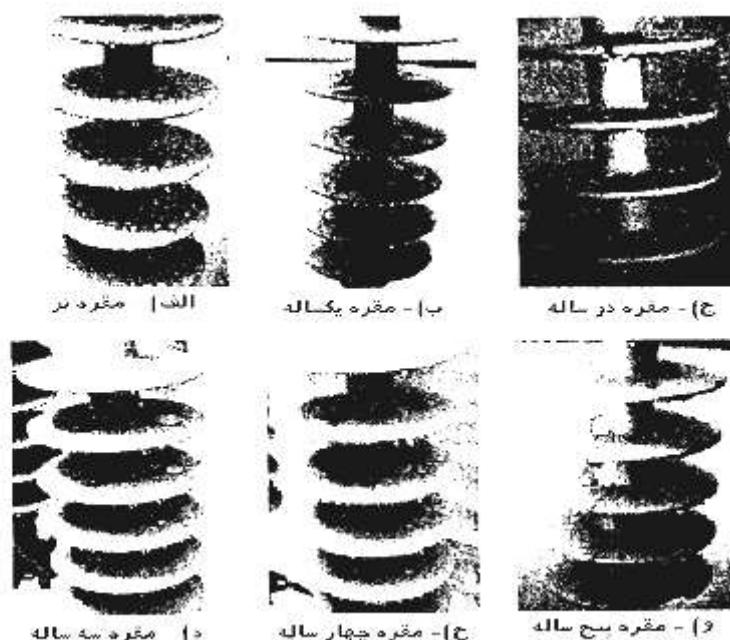
آزمایش پیری مقره های لاستیکی سیلیکونی

به منظور ارزیابی قابلیتهای مقره های لاستیکی آزمایشات بسیاری انجام شده است که اهم آنها آزمایشات پیری بلند مدت ۵ ساله با سیکل های گوناگون باران و رطوبت، اعمال اشعه ماوراء بنفش و نور خورشید، تغییرات درجه حرارت محیط و آلودگیهای طبیعی و مصنوعی مه نمکی و نظایر آنها می باشد.

در شکل (1) نمونهای از نتایج تحقیقی در خصوص ویژگی آب گریزی و تحمل شرایط سخت محیطی برای نمونه مقره های لاستیک سیلیکونی که آزمایشات پیری بلند مدت پنج ساله بر روی آنها انجام شده، آورده شده است. در شکل دیده میشود پس از پنج سال آزمایشات پیری که خلاصه ارزیابی ظاهری رفتار آنها در جدول (2) آمده است مقره ها همچنان خاصیت آب گریزی خود را که باعث قطعه قطعه شدن آب در سطحشان میشود حفظ کرده اند. لازم بذکر است که نتایج ۱۰ عدد مقره مشابه ارائه شده اند.

همانطور که گفته شد مقره های مذکور تحت آزمایشات پیری پنج ساله با تنیش های الکتریکی، حرارتی، اشعه ماوراء بنفش و آلودگی های محلول و غیر قابل حل در آب بوده اند و جدول شماره (3) نیز میزان آلودگیها را در طول مدت زمان آزمایشات نشان میدهد.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت [Wikipedia](http://www.wikipower.ir) پاور ویکی پاور مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۱) - عکس مقره های سلیکون رایبر در طول پنج سال از آزمایشات پیری

جدول (۲)- ارزیابی ظاهری نمونه مقره های سلیکون رایبر در طول پنج سال آزمایشات پیری

ردیف	نمونه مقره	شرح ارزیابی
-۱	مقربه بی	مرجع مقایسه مقره در سالهای پس از آزمایشات پیری
-۲	یکساله	بدون تغییر زیگ، دو مسیر پوشیده از نمک، قطرات آب بزرگتر از مقره نو
-۳	دو ساله	بدون تغییر زیگ، دو حلقه پوشیده از نمک، قطرات آب بزرگتر از مقره یکساله
-۴	سه ساله	بدون تغییر زیگ، سه مسیر پوشیده از نمک، قطرات آب بزرگتر از مقره دوساله
-۵	چهار ساله	بدون تغییر زیگ، دو حلقه پوشیده از نمک، قطرات آب مشابه مقره سه ساله
-۶	پنج ساله	بدون تغییر زیگ، سه مسیر پوشیده از نمک، قطرات آب مشابه مقره چهار ساله

جدول (۳)- جگالی آلدگی سطحی نمونه مقره های سلیکون رایبر در طول پنج سال آزمایشات پیری

ردیف	نمونه مقره	آلدگی محلول (ESDD) ($\mu\text{gr}/\text{Cm}^2$)	آلدگی محلول (ESDD) ($\mu\text{gr}/\text{Cm}^2$)
-۱	یکساله (۱)	0.0000	0.004167
-۲	یکساله (۲)	0.0000	0.002682
-۳	دو ساله (۱)	0.0330	0.004407
-۴	دو ساله (۲)	0.0322	0.002873
-۵	سه ساله (۱)	0.0178	0.005755
-۶	سه ساله (۲)	0.0178	0.003355
-۷	چهار ساله (۱)	0.0589	0.003200
-۸	چهار ساله (۲)	0.0573	0.002922
-۹	پنج ساله (۱)	0.0966	0.003873
-۱۰	پنج ساله (۲)	0.0919	0.004350

نتایج آزمایشات پیری انجام شده میان عملکرد مناسب مقره ها در برابر تنشهای مختلف پیری شامل تنش حرارتی، اشعه مصنوعی نور خور شید، انواع آلدگیهای محلول و غیر محلول در آب و باران های مصنوعی میباشد.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

اگر چه این نوع تحقیقات انجام شده بر روی مقره ها مبین قابلیتهای این مقره ها بوده، ولی لازم است همواره قبل از استفاده از انواع مختلف این مقره ها، با انجام آزمایشات استاندارد از صحت رفتار آنها اطمینان حاصل کرد.



فصل ۴ - محاسبات و تاثیر عوامل محیطی بر عملکرد مقره ها

با نگاهی گذرا به پروژه هایی که تا کنون اجرا شده است اعم از خطوط انتقال نیرو یا پست های فشارقوی مشاهده می شود عموماً طراحی پروژه ها دارای معیار مشابهی نمی باشند، بلکه هر یک از مهندسین مشاور، طرحی مناسب با اطلاعات قابل دسترسی سلیقه شخصی، یا تحلیل ها و پیش بینی های فردی ارائه نموده اند متاسفانه مرجعی واحد و جامع هم وجود نداشته است که در این زمینه کنترل و یا حتی مقایسه گردد و مشاهده می گردد مقره هایی که در یک منطقه آلوده انتخاب می شود مناسب با مقدار آلودگی نبوده در حالیکه آن قسمت از شبکه دارای حساسیت زیاد می باشد و یا بالعکس در مواردی هم مشاهده می گردد طرح مقره برای همه طول خط انتقال که دارای آلودگی متفاوت می باشد از مقره های مشابه که برای بدترین شرایط آلودگی مناسب هستند بکار برده شده است.

افزایش میزان درجه آلودگی در خطوط و پست های فشارقوی ظاهرآ تنها در فاصله خزندگی تاثیر می گذارد ولی واضح است که فاصله خزندگی در تعداد و نوع مقره ها موثر بوده و همین تغییر مقره ها باعث تغییراتی در طراحی تاورها و سایر متعلقات خطوط انتقال نیرو و پست ها می گردد.

برای بررسی اثر اقتصادی تاثیر میزان آلودگی در طراحی خطوط و پست های فشارقوی باید هزینه ها نسبی در شرایط مختلف، محاسبه گردد که این امر نیاز به اطلاعات جامع وسیعی دارد ولی بطور کلی محاسبات نشان می دهد که افزایش سرمایه گذاری بر حسب میزان درجه آلودگی قابل توجه می باشد.

۱-۴ - تقسیم بندی درجه آلودگی محیط

آلودگی در ایران بیشتر در اثر وجود بادهای دریایی در سواحل ایران، کارخانجات صنعتی و دودزا، تاسیسات حرارتی دودزا، رطوبت، وجود مناطق کویری و ... می باشد.

بخاطر تنوع پراکندگی صنایع در ایران (تراکم کارخانجات صنعتی در محله های محدود و شرایط متفاوت جوی نمی توان درجه بندی آلودگی محیط را از نظر استانی (یا شهری) انجام داد، مثلاً در دو شهر یک استان ممکن است مقدار آلودگی آنها متفاوت باشد و حتی در یک شهر مثلاً در جنوب تهران با دور شدن چند کیلومتر از نقطه ای مقدار آلودگی آن تغییر خواهد. بر این اساس وضعیت آلودگی کشور را می توان به صورت زیر تقسیم بندی کرد :

برای دریافت فایل WORD پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

✓ منطقه تمیز

✓ منطقه با آلودگی کم

✓ منطقه آلود

✓ منطقه خیلی آلود

۱-۱-۴ - منطقه با آلودگی خیلی کم (تمیز)

مناطقی شامل محلهای مسکونی با تراکم کم که در این محلها فقط تاسیسات و تجهیزات حرارتی استفاده می‌شود که عموماً روستاهای شهرهای کوچک دور از شهرهای بزرگ از این گروه می‌باشد. و یا مناطقی دارای تاسیسات صنعتی کم که در ضمن باران نسبتاً زیاد داشته و به این طریق آلودگی محیط از بین می‌رود. مناطقی که از دریا فاصله زیاد داشته بطوریکه در برابر آلودگیهای ناشی از نمک دریائی در اثر وزش بادهای دریایی مصون می‌باشد.

بعنوان مثال، استانهای آذربایجان شرقی و غربی بجز اطراف دریاچه ارومیه - کردستان - کرمانشاه - همدان - زنجان - شهرکرد - بروجرد - قسمت شمالغربی فارس و

۲-۱-۴ - منطقه با آلودگی کم

✓ مناطقی که دارای تاسیسات صنعتی بوده ولی از نوع دودزا نیستند.

✓ مناطق پر جمعیت و تراکم مسکونی زیاد که دارای تاسیسات حرارتی خانگی زیاد می‌باشند ولی دودهای ناشی از آن در اثر باران جبران می‌شود.

✓ مناطقی که در معرض بادهای ملایم و موسمی از سمت دریا البته با فاصله تقریباً زیاد از ساحل دریا قرار دارند.

مانند: استان مرکزی استان تهران بجزء منطقه صنعتی - گیلان - مازندران - استان خراسان بجزء منطقه جنوبی خراسان - استان اصفهان بجز منطقه صنعتی - اراک بجز منطقه صنعتی - استان فارس بجز شمالغربی آن - کرمان - تبریز - اطراف دریاچه ارومیه و را شامل می‌شود.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

-۳-۱-۴ منطقه با آلودگی زیاد

- ✓ مناطقی که دارای تاسیسات صنعتی زیاد می‌باشند.
- ✓ منطق دارای تراکم مسکونی زیاد با تاسیسات حرارتی خانگی فراوان و فاقد بادها و بارانهای منظم.
- ✓ شهرها و مناطقی که در معرض بادهای دریائی قرار دارند.
- ✓ مناطق کویری و صحراء که در زمانهای طولانی ممکن است فاقد باران باشد.
- ✓ مانند استانهای خوزستان، سیستان و بلوچستان و هرمزگان بجز نوار ساحلی جنوبی، استان یزد، استان کرمان (الجزء کرمان و حومه) - قسمت جنوبی استان خراسان و

-۴-۱-۴ منطقه با آلودگی خیلی زیاد

- ✓ مناطق شامل تاسیسات صنعتی زیاد و دودزا
 - ✓ مناطق و شهرهای خیلی نزدیک به ساحل دریاهای آزاد
- نواحی اخیر جزء منطقه با آلودگی خیلی زیاد قرار داشته و می‌توانیم بعنوان مثال، قسمتی از مناطق تراکم صنعتی تهران - اصفهان و اراک - نوار ساحلی خلیج فارس از جمله شهرهای بندرعباس - بندرلنگه - آبادان - خرمشهر - چاهبهار و بوشهر و ... را نام ببریم.

بدیهی است تقسیم‌بندی فوق بر اساس اطلاعات و آمار موجود و حتی محدود انجام شده و ممکن است در اثر شرایطی ارقام و گروه بندی مذکور تغییر نماید.

لذا با توجه به مطالب ذکر شده، فاصله خزشی برای مقره‌های خطوط انتقالی که در این مناطق مورد استفاده قرار می‌گیرد. به صورتی که در جدول آمده پیشنهاد شده.

جدول(۳-۱): فواصل خزندگی پیشنهادی بر حسب نوع آلودگی

فاصله خزندگی بر حسب میلی متر بر کیلو ولت	نوع منطقه
۲۵	منطقه تمیز

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳۵	منطقه با آلودگی کم
۴۵	منطقه آلوده
۵۵	منطقه با آلودگی بسیار زیاد



شکل ۳(۱) : پراکندگی آلودگی در سطح کشور

منطقه نقریباً غیرآلوده (تمیز)

منطقه با آلودگی کم

منطقه آلوده

منطقه با آلودگی زیاد

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۴-۱- انواع آلودگی

در یک طبقه بندی می توان چهار نوع آلودگی را کلاس بندی شده برای مقره ها در نظر گرفت :

۲-۴-۲-۱- آلودگی دریایی

در اثر تبخیر سطح آب دریاهای و اقیانوسها وزش بادهای ساحلی که عمدتاً رو به خشکی می باشند و همراه باران نیستند . این نوع آلودگی سریع بر روی مقره ها می نشیند و مهمترین پارامتر در میزان آلودگی دریایی ، فاصله خط انتقال از ساحل می باشد .

۲-۴-۲-۲- آلودگی صنعتی

در مناطق صنعتی سطح مقره ها از یک لایه مواد زغالی ، دوده، گرافیت و ... پوشیده می شود . این نوع آلودگی که به آلودگی صنعتی معروف است باعث کاهش استقامت الکتریکی و ایجاد قوس الکتریکی در دو سر مقره ها و یا کرونای شدید آن می گردد . بر خلاف موادی نظیر نمک ، گرد و خاک و سایر موادی که فقط در موقع بالا رفتن رطوبت نسبی سبب پدید آمدن قوس الکتریکی سطحی می شوند ولی در این نوع آلودگی قوس الکتریکی در هوای خشک نیز پدید می آید .

۲-۴-۳- آلودگی صحرائی

این نوع آلودگی در اثر باد و پراکنده شدن ذرات خاک رو مقره به وجود می آید . که بسیار هادی می باشد . مواد تشکیل دهنده آلودگی صحرائی معمولاً عبارت است از CaCO_3 , NaCl , CaSO_4 که هادی بسیار خوبی است و گاهی اوقات مقدار زیاد آلودگی روی سطح مقره جمع می شود بخصوص وقتی که منطقه کویری نزدیک دریا باشد .

۲-۴-۴- سایر آلودگی ها

آلودگی ناشی از کاخانجات سیمان ، کودهای شیمیایی و سوزاندن پس ماندهای کشاورزی و ... می باشد . لازم به توضیح است که دود ناشی از فعالیت های صنعتی و نیروگاهها طی واکنش مه یا فتوشیمیای سطح مقره ها را آلوده می کنند در صورتی که آلودگی ناشی از کاخانجات سیمان صرفاً نشستن غبار سیمان بر روی مقره ها آلودگی ایجاد می کنند .

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۴- عوامل مؤثر در آلودگی مقره ها

۱. جهت باد و جابجایی هوا در نحوه آلودگی مقره ها مؤثر می باشد . باد عامل اولیه برای بردن آلودگی از فواصل دور و نزدیک به سطح مقره ها می باشد و این بستگی به سرعت باد دارد همچنین باد سبب پاک شدن سطح مقره از ذرات غباری که چسبیده نیستند می شود . باد ملایم باعث ایجاد شبنم می شود در حالی که باد شدید اثر مخالف دارد ، بادهای شدید نقش اتفاق جرقه های پدید آمده که در اثر امتداد یافتن جرقه به روی مقره بوجود می آید را دارد .
۲. میدان الکترو استاتیکی همچنین ذرات را بمحض تماس با سطح مقره طی یک پروسه پلاریزاسیون دی الکتریک جذب می کند و همچنین اثر گرمایی جریانهای خوشی در نواحی که شدت میدان قوی می باشد مانعی در تاخیر شست شوی طبیعی مقره ها و موجب افزایش رسوب آلودگی می شود .
۳. چگالی مواد قابل حل^۱ (ESDD) در شدت آلودگی مقره ها و استائی آن و نهایتا در عملکرد زنجیره در شرایط آلوده تاثیر زیادی دارد .
۴. عامل مؤثر دیگر میزان جذب رطوبت روی سطح مقره می باشد بیشتر مواد آلوده کننده مانند نمک طعام و سیمان در شرایط خشک هادی خوبی نیستند این مواد برای ظهور خاصیت هدایت خود نیاز به مقدار مناسب رطوبت دارند . کلر وسیلیم موجود در هوا را در شرایطی که رطوبت نسبی از ۸۰ درصد تجاوز کرد جذب می کند و با تشکیل لایه ای از رطوبت روی سطح مقره الکتروولیت های قابل حل در مواد آلوده روی مقره بتدريج تشکيل محلول می دهند و قابلیت هدایت اين لایه بستگی به مقدار رطوبت و ترکيبات شميائي مواد آلوده دارد . همچنین اختلاف درجه حرارت بين سطح مقره و رطوبت موجود در هوا در میزان رطوبت تاثير دارد هرچه اختلاف درجه حرارت بيشتر باشد درجه مرطوب شدگی پايين تر خواهد بود وقتی که سطح آلوده مرطوب شد به صورت لایه هادی در امد و جريان خوشی افزایش يابد به وجود می آيد شدت جريان خوشی غير يکنواخت می باشد و در بعضی از قسمت ها حرارت كافی برای بخار کردن رطوبت سطح مقره ایجاد می کند و نوارهای خشک روی سطح مقره تشکيل می شود . درصد و میزان تشکيل ابتدائي اين نوارهای بستگی به رطوبت نسبی هوا و اطراف مقره دارد .
۵. نحوه نصب زنجیره مقره است . تجربیات داز مدت در بررسی آلودگی مقره نشان داده که زنجیره مقره افقی و شکل در میزان جذب آلودگی بدون توجه به نوع مقره ۵۰-۸۰٪ زنجیره عمودی است اين میزان کاهش در رسوب آلودگی ۱۰٪-۵٪ ولتاژ ايستادگی مقره را تصیح می کند

¹- Equivalent Salt Deposit Density

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۶. عامل مؤثر دیگر شکل و نوع مقره می باشد و در هر یک از شرایط مرطوب و خشک کلیه مقره ها در سطوح بالایی دارای آلدگی یکسان می باشند و بطور کلی در عملکرد کلی ESDD نحوه توزیع آلدگی بر روی سطح تحتانی از اهمیت بیشتری برخوردار است . واضح است که سطح زیرین مقره ها با با شیلرهای عمیق مانند FR1, FG1 SP2 در معرض بارن و باد کمتر . قرار دارند و بنابراین اثر خود پاکیزگی کمتری دارند . با این حال مقدار ESDD بر روی سطح زیرین مقره های AG1 پایدار دارند در مقره های با شیار عمیق مقدار ESDD در سطح تحتانی بطور دائم تمایل به افزایش دارد و پاک کنندگی طبیعی جوابگو نیست .

۴-۴- روش اندازه گیری هدایت سطحی^۱

طبق تعریف، کندوکتانس سطح ، نسبت جریان به ولتاژ در فرکانس قدرت به کار گرفته شده ، می باشد . سطح ولتاژ اعمال شده باید به اندازه ای باشد تا جریان خوانده شده، در محدوده مناسبی ، برای اندازه گیری دقیق ، قرار بگیرد . در این روش ولتاژ اعمال شده به مقره جهت تست ، از مقدار ولتاژ نامی کمتر بوده و فقط برای بازه زمانی کوچکی، در حد چند سیکل ، اعمال می شود . هدف از این کار جلوگیری از گرم شدن سطح ، و همچنین اثرات تخلیه جزئی می باشد . مطالعات انجام شده نشان می دهد که می توان از مقدار کندوکتانس یک مقره، به عنوان یک پارامتر مناسب، برای تعیین شدت آلدگی ایستگاه و درجه رطوبت لایه سطحی استفاده نمود که در نهایت بیانگر عملکرد مقره در شرایط محیط می باشد. لازم به توضیح است که عبارات کندوکتانس و هدایت در یک ضریب با هم تفاوت دارند ولی دارای یک مفهوم هستند . جهت انجام این نوع اندازه گیری ها از تعدادی مقره با شکل های مختلف که در ایستگاه نصب شده و درآزمایشگاه نیز تست می شوند، استفاده می شود . کندوکتانس سطح G برای زمان کوتاهی در ولتاژ با فرکانس Hz ۵۰ با اندازه گیری جریان نشتی α و محاسبه نسبت $G = \frac{I}{V}$ به دست می آید . میزان هدایت سطحی K از حاصلضرب کندوکتانس سطح G و ضریب شکل مقره f بدست می آید: $K = f.G$

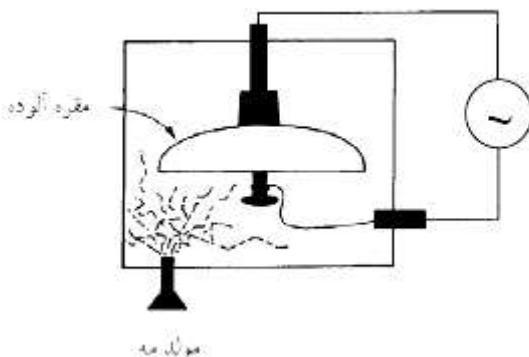
اعمال سطح ولتاژ بالا می تواند باعث بوجود آمدن ناحیه های خشک روی سطح مقره شود و در میزان جریان نشتی اختلال ایجاد کند . برای حل این مشکل می توان با محدود کردن زمان اعمال ولتاژ از این واقعه جلوگیری کرد . مطالعات انجام شده نشان می دهند که ولتاژ اعمالی نباید بیشتر از ۲ تا ۵ سیکل اعمال شود و جریان در سیکل اول در نظر گرفته نمی شود .

^۱ - Surface Conductivity

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۴-۳) دیاگرام یک مدار اندازه گیری نصب شده در یک دستگاه آلودگی برای اندازه گیری کندوکتانس سطح می باشد. اندازه گیری معمولاً هر ۱۵ دقیقه تکرار می شود و نتایج بر روی نوار مغناطیسی ضبط می شود.



شکل (۴-۳) مدار اندازه گیری در روش هدایت سطحی

برای اطمینان از اعتبار روش آزمون می توان مقره هایی با شکل های متفاوت را بررسی کرد . در صورتی روش های آزمون مصنوعی معتبر به نظر می رسدند که شبیه آلودگی مشابه ای برای همه مقره ها بدست آید حتی اگر مقدار کندوکتانس ها متفاوت باشند . بر اساس مدل های پیشنهاد شده ولتاژ شکست مقره ها طبق رابطه ۷ به میزان هدایت سطحی و نوع شکل مقره (ضریب شکل) وابسته می باشد:

$$V_c = 7.6 \times 10^{-3} L \left[\frac{10^6 \times f}{\delta_s L} \right]^{0.35} \quad (7)$$

که در آن:

۷: ولتاژ آستانه شکست الکتریکی

f : ضریب شکل مقره

δ_s : هدایت سطحی بر حسب (μS)

L : فاصله خزشی بر حسب (mm)

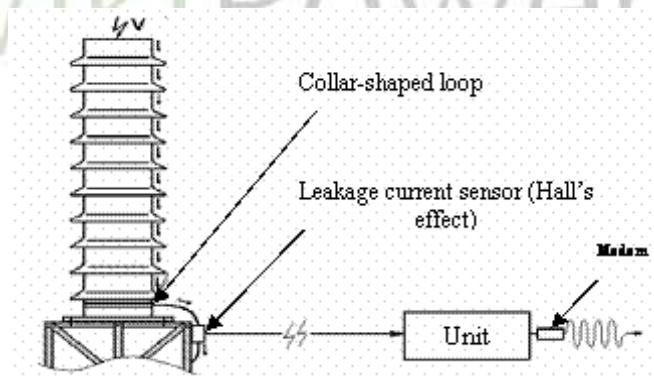
برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۵- تعیین شدت آلودگی محیط بر اساس اندازه گیری جریان نشتی^۱

به منظور تعیین میزان آلودگی دقیق محیط، لازم است آزمون های مورد نظر در شرایط واقعی قرار گیری ایزو لاسیون انجام شود . با توجه به اینکه فراهم کردن طبیعی محیط برای اندازه گیری مقدار واقعی آلودگی بسیار مشکل است، و در عین حال اندازه گیری بایستی در شرایط کاملاً حقيقی انجام پذيرد . لزوم استفاده از روش آنلاین احساس می شود . در این روش مبنای تعیین میزان آلودگی، جریان نشتی مقره تحت ولتاژ نامی می باشد روش تعیین شدت آلودگی بر اساس اندازه گیری جریان نشتی ، مناسب ترین راه حل برای رفع مشکلات مذکور می باشد، که در زیر به آن پرداخته می شود.

۴-۶- سیستم اندازه گیری جریان نشتی :

ساختار کلی و سیستماتیک دستگاه اندازه گیری جریان نشتی در شکل (۵-۳) نشان داده شده است . یک حلقه قلاده مانند در انتهای مقره نزدیک به سمت زمین قرار گرفته است . سنسور جریان نشتی مابین مقره و حلقه انتهای مقره برای ایجاد یک مسیر بسته جریان قرار داده می شود . این سنسور که دارای سرعت عملکرد بالا می باشد که بر اساس مبدل های جریان اثر هال کار می کند . جریان نشتی ایجاد شده بر روی سطح مقره از سنسور عبور کرده و به سمت زمین جاری می شود.

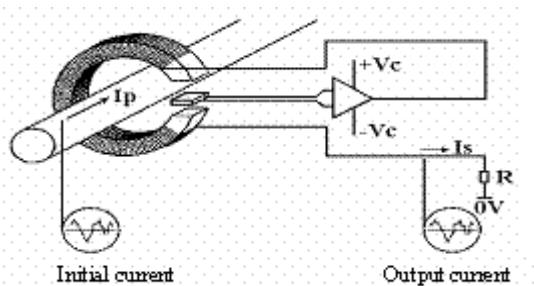


شکل(۳-۵): ساختار کلی و سیستماتیکی و دستگاه اندازه گیری جریان نشتی

شکل (۶-۳) عملکرد سنسور بر اساس اثر هال و میدان های مغناطیسی را نشان می دهد . امپدانس ورودی سنسور مقدار بسیار ناچیزی می باشد .

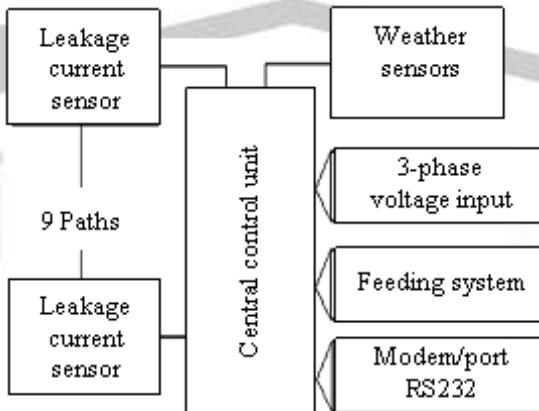
^{۱-} Identifying Sites Pollution Severity Based on Measuring Leakage Current

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل(۳-۶): عملکرد سنسور بر اساس اثر هال

خروجی سنسور مطابق شکل (۷-۳) به صورت مستقیم به واحد مرکزی ثبت کننده اطلاعات متصل می شود .
این واحد مشتمل از یک مبدل آنالوگ به دیجیتال و یک میکروپروسسور برای جمع آوری اطلاعات می باشد که میزان جریان نشتی را در تمامی مقره های مورد تست، ثبت می کند. تمامی اطلاعات گرفته شده و همچنین ذخیره شده را می توان توسط پورت سریال و یا مودم انتقال داد برای داشتن اطلاعات کافی، فرکанс نمونه برداری مربوط به مبدل آنالوگ به دیجیتال معمولًا ۲۰ KHz انتخاب می شود. همچنین واحد مرکزی وظیفه ثبت دامنه ولتاژ فاز به زمین و جریان خط را برای هر کدام از فازها دارد .



شکل(۷-۳): واحد مرکزی ثبت کننده اطلاعات

با توجه به اینکه شرایط جوی، نظیر رطوبت و دما نقش اساسی در ایجاد جریان نشتی دارد لازم است که سیستم اندازه گیری مجهز به سنسورهای دما و رطوبت و سنجش سرعت باد نیز باشد . خروجی این سنسور ها نیز به واحد مرکزی ثبت کننده اطلاعات متصل شده و ذخیره می گردد.
ویژگی های روش اندازه گیری جریان نشتی :

مونیتور کردن آلودگی به روش اندازه گیری جریان نشتی عموماً به دلایل زیر انجام می شود:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- ✓ تعیین ضریب آلودگی محیط به منظور طراحی مناسب ایزو لاسیون خطوط و پست های فشارقوی
- ✓ اندازه گیری شدت آلودگی ، برای مشخص نمودن نواحی آلوده و تهیه نقشه آلودگی
- ✓ مانیتورینگ آنلاین آلودگی برای تعیین زمان شستشوی مقره و ایجاد شکست الکتریکی
- ✓ مقایسه عملکرد و رفتار مقره های مختلف (از نظر شکل و طول) و همچنین جنس مواد مقره تحت محیط آلوده یکسان

-۷-۴ مدل سازی شکست الکتریکی در مقره ها

تا کنون تحقیقات گسترده زیادی بر روی شکست الکتریکی مقره ها و ارتباط آن با عوامل مختلف از جمله آلودگی، شرایط محیطی، پیرشدگی، اضافه ولتاژ و جریان نشتی انجام شده و آزمونهای مختلفی نیز جهت ارزیابی وضعیت مقره پیشنهاد شده است آلودگی مقره ها از جمله مسائل مهمی است که در دهه های اخیر بدليل مشکلات ناشی از آن مورد توجه مضاعف قرار گرفته است و باعث شده به یکی از زمینه های تحقیقاتی مهم تبدیل شود تحقیقات نشان داده است که آلودگی نشسته بر سطح مقره در صورت توام شدن با رطوبت ولتاژ شکست را به مقدار قابل ملاحظه ای کاهش میدهد. دلیل اصلی کاهش استقامت الکتریکی دراثر آلودگی تشکیل یک لایه هادی بر روی سطح مقره ناشی از ترکیب آلودگی و رطوبت است . ولتاژ شکست در چنین حالتی بستگی به پارامترهای مختلفی از جمله نوع ، میزان و ابعاد ذرات آلودگی، رطوبت و یکنواختی آن، یکنواختی و عدم یکنواختی آلودگی ، یکنواختی رطوبت، تشکیل شبنم و میزان آن، پروفیل وابعاد هندسی مقره ، فواصل زمانی شستشوی طبیعی و مصنوعی مقره ، باد و عوامل جوی دیگر دارد جهت شناسایی رفتار شکست الکتریکی بر روی سطح مقره مدل های ارائه شده است .

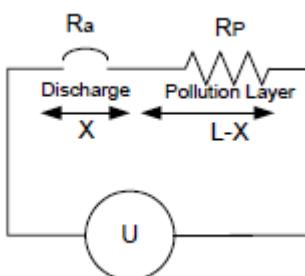
-۷-۱ مدل شکست الکتریکی ابنيوس^۱

مدل مربوطه در شکل (۳-۸) نشان داده شده است . همانطور که در این شکل ملاحظه می شود قوس الکتریکی و لایه آلوده بصورت مقاومتهای سری Rp و Ra مدل شده اند .

¹ Obenau

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

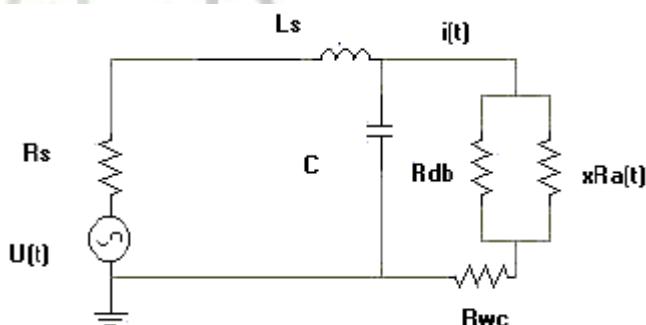
کل فاصله خزشی مقره L است وفرض شده که قوس الکتریکی در طول X برقرار شود . بنابراین طول باقیمانده مقره (L-X) که مربوط به لایه آلوده است نیز بسته به میزان رطوبت و نوع آلودگی یک مقاومت دارد (Rp) . هرچند این مدل توانست تاحد زیادی شکست الکتریکی مقره آلوده را مدل کند، اما بدلیل پیچیدگی ذات شکست الکتریکی، این مدل نیاز به تغییر داشت . پس از آن با توجه به ذات دینامیکی قوس الکتریکی ، مدل‌های کاملتری ارائه شد.



شکل(۲-۸) مدل ساده شکست الکتریکی مقره آلوده

-۲-۷-۴ مدل استاتیکی شکست الکتریکی

مدار معادل ساده شده شکست الکتریکی بر اساس مدل استاتیکی در شکل (۹-۳) مشاهده می شود.



شکل (۹-۳) مدل الکتریکی مقره آلوده با مقاومت نوار خشک

در شکل (۹-۳) خازن معادل مدار ، R_{db} مقاومت نوار خشک مقره موازی با قوس ، $(xRa[t])$ مقاومت قوس در واحد طول و R_{wc} مقاومت لایه مرطوب مقره است . R_{db} به طول و مقدار آلودگی سطحی مقره بستگی دارند و تغییرات آنها غیر خطی است.

این مقاومتها با استفاده از ضرایب شکل گیری^۱ به صورت زیر تعریف می شوند.

^۱ - Form Factor

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$R_{db} = \frac{FF_{db}}{FF} R_{dry} \quad (1)$$

$$R_{wc} = \frac{FF_{db}}{FF} R_{wet} \quad (2)$$

R_{dry} مقاومت پوشش آلودگی سطحی مقره در حالت خشک و R_{wc} مقاومت لایه مرطوب آلوده است . همچنین در روابط ۱ و ۲ ضرایب شکل گیری عبارتند از:



$$FF = \int_0^L \frac{dl}{\pi D(l)} \quad (3)$$

$$FF_{db} = \int_0^X \frac{dl}{\pi D(l)} \quad (3)$$

$$FF_{wc} = \int_X^L \frac{dl}{\pi D(l)} \quad (3)$$

L طول خزشی مقره و D(0) قطر مقره در فاصله ۰ از ابتدای مقره است . مدل قوس الکتریکی مورد استفاده در شکل (۳-۹) مدل مایر^۱ است که در رابطه ۴ ملاحظه می شود :

$$\frac{dR_{arc}}{dt} = \frac{R_{arc}}{\tau} - \frac{R_{arc}^2 [i_a(t)]^{n+1}}{\tau N} \quad (4)$$

مقاومت قوس در واحد طول ، ثابت زمانی قوس است که معمولاً بین $50 \mu s$ تا $250 \mu s$ است .

¹ - Mayr

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

از طرف دیگر پارامترهای N در ارتباط با خاصیت استاتیکی شدت میدان الکتریکی قوس هستند که در رابطه ۵ ملاحظه می شود:

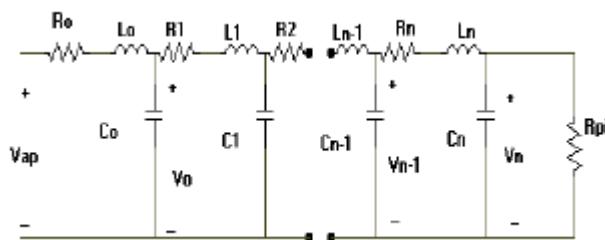
$$E_a = N[i_a(t)]^{-n} \quad (5)$$

E_a شدت میدان الکتریکی لازم جهت باقی ماندن قوس در فاصله خرشی X از ابتدای مقره است. از ابتدای مقره است. ثابت N بین ۰.۳ تا ۰.۵ و ثابت n بین ۱ تا ۵ است.

نکته اساسی در شکست الکتریکی مقره آلوده آن است که زمانی قوس آغاز می گردد که شدت میدان الکتریکی ناحیه خشک مقره بیشتر از شدت میدان ناحیه مرطوب شود در حالتی چنین اتفاقی می افتد که توان تزریقی به قوس از طریق منبع بیشتر از توان تلفاتی قوس شود. در این حالت مقاومت قوس به شدت افت پیدا می کند و قوس پایدار می ماند و جریان قوس تنها توسط مقاومت لایه مرطوب محدود می شود. در صورتیکه توان منبع کاهش یابد مقاومت قوس افزایش می یابد و قوس خاموش می گردد.

-۳-۷-۴ مدل دینامیکی انتشار قوس

مدل دینامیکی شکست الکتریکی مقره آلوده بر اساس مدل کردن کانال انتشار قوس استوانه ای توسط RLC های سری است که مدار معادل آن در شکل (۱۰-۳) نشان داده شده است.



شکل (۱۰-۳): مدار معادل دینامیکی شکست الکتریکی

در این مدار معادل C_i, L_i, R_i به ترتیب مقاومت، سلف و خازن معادل کانال قوس الکتریکی هستند. هر کدام از سلولهای RLC معادل یک قسمت از قوس هستند که در صورت کوچکتر بودن مقاومت آنها از مقاومت لایه آلوده انتشار می یابند. لایه آلودگی نیز با مقاومت R_p مدل شده است.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در حالت کلی معادلات ولتاژ و جریان مدار معادل عبارتست از :

$$V_{i-1}(t) - V_i(t) = R_i I_i(t) + \frac{dI_i(t)}{dt} \quad (6)$$

$$I_i(t) = I_{i-1}(t) - C_{i-1} \frac{dV(t)}{dt} \quad (7)$$

همانطور که در قسمت ۲ اشاره شد شرط شکست الکتریکی مقره آلوده، بیشتر بودن میدان الکتریکی لایه آلوده نسبت به میدان الکتریکی قوس است . با توجه به مساوی بودن جریانها، این نسبت در فلوچارت بصورت مقاومت ظاهر شده است و در صورتیکه مقاومت لایه آلوده از مقاومت کانال قوس بیشتر شد قوس انتشار می یابد . در صورت کوتاهتر بودن قوس از طول خزشی مقره، شکست الکتریکی رخ خواهد داد. مقادیر پارامترهای این مدار معادل از روابط زیر محاسبه می شوند .

$$C_i = 4\pi\epsilon_0 r_i \sinh \alpha_i \sum_{n=1}^{\infty} [\sinh(n\alpha_i)]^{-1} \quad (8)$$

$$\cosh(\alpha_i) = \frac{L - x_i}{r_i} \quad (9)$$

در روابط فوق L طول مقره ، xi طول جزئی قوس است وشعاع کانال قوس است . که با استفاده از مدل ویلکینس^۱ بدست می آید .

$$r_i = \sqrt{\frac{I_a(t)}{1.45\pi}} \quad (10)$$

¹-Wilkins

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

Df فاصله شعاعی از کanal قوس است که در آن محل میدان الکتریکی تقریباً صفر می باشد. مقاومت لایه آلوده با استفاده از ابعاد هندسی مقره از رابطه ۱۱ بدست می آید.

$$R_{pi} = \frac{1}{2\pi\sigma_i} \left[\frac{\pi(L-x)}{a} + \log \frac{a}{2\pi r_i} \right] \quad (11)$$

۵ هدایت لایه آلوده و a عرض باند آلودگی است . در صورت یکنواخت بودن لایه آلودگی a از رابطه ۱۲ بدست می آید .

$$a = \pi \left(\frac{D}{2} + e_p \right) \quad (12)$$

D قطر مقره و ep ضخامت آلودگی است.

سلف مدار معادل الکتریکی کanal قوس عبارتست از:

$$L_i = \frac{\mu_0}{2\pi} \left[0.25 + \ln \left(\frac{D_f}{r_i} \right) \right] \quad (13)$$

-۴-۷-۴ - مدل بهبود یافته مدل دینامیکی

مدلهای دینامیکی ارائه شده توسط محققین فرانسوی توانسته است ارتباط خوبی بین میزان آلودگی و ولتاژ شکست الکتریکی برقرار کند اما یکی از نکات اساسی در مدلسازی ارائه شده در قسمت ۳ مقاومت لایه آلوده است که توسط رابطه ۱۱ مشخص شده است. همانطور که توضیح داده شد شرط شکست الکتریکی مقره بیشتر بودن شدت میدان الکتریکی ناحیه آلوده نسبت به شدت میدان الکتریکی قوس است . ایجاد کانالهای موضعی قوس الکتریکی و انتشار قوس که قبل از شکست الکتریکی رخ خواهد داد ، به دلیل ایجاد حرارت باعث خشک شدن نسبی لایه آلودگی مرطوب و افزایش این مقاومت خواهد شد .

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در حقیقت σ یعنی ضریب هدایت لایه آلودگی بستگی به شدت جریان عبوری خواهد داشت و در صورت انتشار قوس و خشک شدن سطح مقره، کاهش خواهد یافت. بنابراین مقاومت لایه آلوده علاوه بر پارامترهای هندسی وابسته به زمان است که تا کنون در مدل‌های دینامیکی مورد اشاره لحاظ نشده است. تغییرات مقاومت مخصوص لایه آلوده را میتوان توسط رابطه ۱۴ مدل کرد.

$$\rho = \rho_0 \left(e^{\frac{W_{loss}}{k\Delta T}} \right) \quad (14)$$

ρ مقاومت مخصوص لایه آلوده در دمای T و ρ_0 مقاومت مخصوص لایه آلوده در دمای T_0 است.

با توجه به ارتباط انرژی تلفاتی و مجدور جریان ضریب هدایت لایه آلوده عبارتست از:

$$\sigma = \sigma_0 \exp\left(-\frac{k' I^2 t}{K \Delta T}\right) \quad (15)$$

در رابطه فوق K' ثابت بولتزمن، K' ضریب مقاومت است که ثابت فرض شده، ΔT افزایش درجه حرارت ناحیه آلوده بر اثر عبور جریان خزشی و I جریان خزشی مقره است که از رابطه ۱۶ محاسبه می‌شود.

$$I_{leak}(i+1) = \left[\frac{V(t) - V_a - V_c}{R_p(i) + R_{arc}(i+1)} \right] \quad (16)$$

استفاده از جایگزینی رابطه ۱۵ در ۱۲ بدست می‌آید. در رابطه ۱۶ V_a و V_c به ترتیب افت ولتاژ آندی و کاتدی قوس الکتریکی و $V(t)$ ولتاژ اعمالی منبع است.

با ترکیب روابط ۱۲، ۱۵ و ۱۶ تاثیر جریان خزشی در مقاومت ناحیه آلودگی خود را نشان میدهد و در مدل جدید، در هر قدم محاسبه در فلوچارت نشان داده شده در شکل (۱۱-۳) این تغییر لحاظ می‌شود. بنابراین مدل شکست الکتریکی مقره آلوده بهبود می‌یابد.

برای دریافت فایل WORD پژوهه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۸-۴- اهمیت اندازه گیری آلودگی محیط موثر بر ایزولاسیون

مقره های فشارقوی به منظور جدا سازی سطوح مختلف ولتاژ، از یکدیگر استفاده می شوند. به مرور زمان آلودگی محیط بر روی سطح مقره قرار گرفته و تحت تاثیر شرایط جوی و محیطی مانند رطوبت و یا نزولات جوی، یک لایه الکتروولیت بر سطح آنها تشکیل می شود این لایه الکتروولیت با گذشت زمان گسترش یافته و در برخی موارد از جمله در صورت نامناسب بودن طراحی ایزولاسیون منجر به شکست الکتریکی و در نتیجه خاموشی در سیستم می شود . از این رو شناسایی عوامل موثر در ایجاد آلودگی موثر بر سطح ایزولاسیون، اندازه گیری شدت آلودگی و مقابله با اثرات نامطلوب آن در بالا بردن قابلیت اطمینان شبکه نقش موثری دارد. نقش این موارد به خصوص در مناطقی که دارای آلودگی محیطی بالایی می باشند، بسیار چشمگیر است . به طوری که بر اساس آمارهای موجود حدود ۷۰ درصد خطاهای خطوط فشارقوی بر اثر عملکرد نامناسب ایزولاسیون می باشد . عمده ترین اثرات نامطلوب آلودگی در این مناطق، کاهش ایزولاسیون در خطوط و پست های فشارقوی می باشد. تعیین شدت آلودگی محیط موثر بر ایزولاسیون در این مناطق نه تنها جهت طراحی صحیح ایزولاسیون پست ها و خطوط فشارقوی لازم است، بلکه برای انتخاب نوع و برنامه مناسب نگهداری ایزولاسیون(اقدامات پیشگیرانه ای نظری شستشو، استفاده از پوشش های ویژه) . نیز ضروری می باشد.

۹-۴- کرونا و تاثیر آن بر عملکرد مقره ها

۱-۹-۴- کرونا

یکی از پدیده هایی که در ارتباط با تجهیزات بر قدر از جمله خطوط انتقال فشار قوی مطرح می شود ، کرونا است . میدان الکتریکی در نزدیکی ماده رسانا می تواند به حدی متمرکز شود که هوای مجاور خود را یونیزه نماید . این مسئله می تواند منجر به تخلیه جزئی انرژی الکتریکی شود، که به آن کرونا می گویند. عوامل مختلفی از جمله ولتاژ، شکل و قطر رسانا ، ناهمواری سطح رسانا، گرد و خاک یا قطرات آب ، می تواند باعث ایجاد گرادیان سطحی هادی شود که در نهایت باعث تشکیل کرونا خواهد شد . در حالتی که فاصله بین هادی ها کم باشد، کرونا ممکن است باعث جرقه زدن و اتصال کوتاه گردد . بدیهی است که کرونا سبب اتلاف انرژی الکتریکی و کاهش راندمان الکتریکی خطوط انتقال می گردد . پدیده کرونا همچنین سبب تداخل در امواج رادیویی می شود که در صورت

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نزدیک بودن خط انتقال به مناطق مسکونی، نامطلوب می باشد و امروزه بررسی پدیده کرونا به خصوص در طراحی خطوط^۱ UHV و EHV^۲ بسیار بالهمیت است.

تعریف کرونا:

تخلیه الکتریکی ایجاد شده به علت افزایش چگالی میدان الکتریکی ، کرونا نام دارد . در حالی که این تعریف بسیار کلی است و انواع پدیده کرونا را شامل می شود.

ولتاژ بحرانی:

گرادیان ولتاژی را که سبب شکست الکتریکی در یک عایق شده و به ازای آن ، عایق خاصیت دی الکتریکی خود را از دست می دهد، گرادیان ولتاژ بحرانی نامیده می شود ، همچنین ولتاژی را که سبب ایجاد این گرادیان بحرانی می شود ولتاژ بحرانی می نامند.

ولتاژ مرئی کرونا: هرگاه ولتاژ خط به ولتاژ بحرانی برسد، یونیزاسیون در هوای مجاور سطح هادی شروع می شود . اما در این حالت پدیده کرونا قابل رویت نمی باشد . برای مشاهده کرونا ، سرعت ذرات الکترونها در هنگام برخورد با اتم ها و مولکول ها باید بیشتر باشد یعنی ولتاژ بالاتری نیاز است.

ماهیت کرونا:

هنگامیکه میدان الکتریکی سطح هادی از ولتاژ بحرانی بیشتر شده باشد ، بهمن الکترونی بوجود خواهد آمد که بوجود آورنده تخلیه کرونا قابل رویت در سطح هادی است.

همواره تعداد کمی الکترون آزاد در هوا به علت مواد رادیو اکتیو موجود در سطح زمین و اشعه کیهانی، وجود دارد. زمانی که هادی در هر نیمه از سیکل ولتاژ متناوب برقدار می شود، الکترون های هوای اطراف سطح آن به وسیله میدان الکترواستاتیک شتاب پیدا می کند. این الکترونها که دارای بار منفی هستند در نیمه مثبت به طرف هادی شتاب پیدا می کنند و در نیمه منفی از آن دور می شوند. سرعت الکترون آزاد بستگی به شدت میدان الکتریکی دارد . اگر شدت میدان الکتریکی خیلی زیاد نباشد برخورد بین الکترون و مولکول هوا نظیر O_2 و یا N_2 نرم خواهد بود به این معنی که الکترون از مولکول هوا دور شده و به آن انرژی نمی دهد . به عبارت دیگر اگر شدت میدان الکتریکی از یک مقدار بحرانی معین بیشتر باشد، هر الکترون آزاد در این میدان سرعت کافی به دست می آورد به طوری که برخوردهش با مولکول هوا غیر الاستیک خواهد بود و انرژی کافی به دست می آورد که به یکی

¹ -ultra high voltage

² -Extra high voltage

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

از مدارهای الکترون های دو اتم موجود در هوا برخورد کند . این پدیده یونیزاسیون نام دارد و مولکولی که یک الکترون از دست می دهد تبدیل به یک یون مثبت می شود.

الکترون اولیه که بیشتر سرعتش را در برخورد از دست داده و الکترونی که مولکول هوا را رانده است، هر دو در میدان الکتریکی شتاب می گیرند و هر کدام از آنها در برخورد بعدی توانایی یونیزه کردن یک مولکول هوا را خواهند داشت . بعد از برخورد دوم، الکترون به جلو می آیند و به همین ترتیب تعداد الکترون ها بعد از هر برخورد دو برابر می شود . در تمام این مدت الکترونها به سمت الکترود مثبت می روندو پس از برخوردهای بسیار تعدادشان به طور چشم گیری افزایش می یابد . این مسئله ، فرایندی است که به وسیله آن بهمن الکترونی ایجاد می شود، هر بهمن با یک الکترون آزاد که در میدان الکترواستاتیک قوی قرار دارد ، آغاز می شود.

شدت میدان الکترواستاتیک اطراف هادی همگن نیست . ماکزیمم شدت آن در سطح هادی است و میزان شدت با دور شدن از مرکز هادی کاهش می یابد . بنابراین با افزایش ولتاژ هادی در ابتدا تخلیه الکتریکی فقط در سطح بسیار نزدیک آن رخ می دهد . در نیمه مثبت ولتاژ، الکترونها به سمت هادی حرکت می کنند و هنگامی که بهمن الکترونی جاری شد به طرف سطح هادی شتاب می گیرند . در نیمه منفی، بهمن الکترونی از سطح هادی به سمت میدان ضعیف تر جاری می شود تا هنگامی که میدان آنقدر ضعیف شود که دیگر ن تواند الکترونها را شتاب دهد تا به سرعت یونیزاسیون برسند . یونهای مثبت باقی مانده در بهمن الکترونی به طرف الکترود مثبت حرکت می کنند . با این وجود به دلیل جرم زیادشان که ۵۰۰۰ برابر جرم الکترون است بسیار کند حرکت می کنند با داشتن بار مثبت این یونها ، الکترون جذب کرده و هرگاه یکی از آنها بتواند الکترون جذب نماید دوباره تبدیل به مولکول هوای خنثی می شود سطح انرژی یک یون خنثی کمتر از یون مثبت مربوطه است و در نتیجه با جذب الکترون مقداری انرژی از مولکول ساطع می گردد . انرژی آزاد شده درست به اندازه انرژی اولیه است که لازم بود برای جدا کردن الکترون از مولکول استفاده گردد . این انرژی به صورت موج الکترومغناطیس منتشر می شود و برای مولکولهای O_2 و N_2 در طیف نور مرئی قرار دارد . ناظر، انرژی که از ترکیب مجدد یونهای نیتروژن و الکترونهای آزاد ساطع می شود را می تواند به صورت نور بنفش ملایمی دید .

بهترین زمان برای مشاهده کرونا: کرونا در فضای آزاد بعد از یک روز بارانی تا قبل از زمانی که سطوح برقدار خشک شده باشند قابل مشاهده است . پس از خشک شدن، کرونا مشاهده نمی شود . نقاط در معرض کرونا با رطوبت خود را بهتر نشان می دهد . باد می تواند فعالیت کرونا را کاهش دهد.

کرونا می تواند در اثر قندیل هم ایجاد شود . موتورهای الکتریکی ، ژنراتورها و تابلوهای داخلی میتوانند کرونای شدید تری از وسایل خارجی پستهای ایجاد نمایند . تشکیل هوای یونیزه در فضای بسته و عدم حرکت هوا، پدیده

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

کرونا را تسريع می کند و ولتاژهایی را ایجاد می کند که در آن کرونا رخ دهد . موتورها و ژنراتورها می توانند با توجه به وجود فن های خنک کننده شان، هوا با فشارهای گوناگون ایجاد کنند.

آشکار شدن کرونا: صدای هیس مانند قابل شنیدن، ازن، اسید نیتریک (در صورت وجود رطوبت در هوا) که بصورت گرد یا سفید جمع می شود و نور (قوی ترین تشعشع در محدوده ماوراء بنفس و ضعیف ترین آن در ناحیه نور مرئی و مادون قرمز که می تواند با چشم غیر مسلح نیز در تاریکی یا با دوربین های ماوراء بنفس دیده شود) از نشانه های کرونای الکتریکی می باشند.

تخلیه بار ناشی از بهمن الکترونی در آزمایشگاه، به ۳ طریق مختلف مشاهده می شود . بهترین راه ، تشخیص کرونای مرئی است که به صورت نور بنفس از نواحی با ولتاژ اضافی ساطع می شود . دومین راه ، شناسائی کرونای صدادار است که در حالی که شبکه مورد مطالعه در ولتاژ بالاتر از آستانا کرونا باشد صدایی به صورت هیس هیس قابل شنیدن است . امواج صوتی تولید شده به وسیله اغتشاشات موجود در هوای مجاور محل تخلیه بار، به وسیله حرکت یونهای مثبت (از آنجا که در میدان الکتریکی شدید، به سرعت ایجاد میشوند) به وجود می آیند . سومین و مهم ترین راه مشاهده از نظر شرکت برق، اثرات الکتریکی است که منجر به اختلال رادیویی یا ¹RMI شود . حرکت الکترونها (بهمن الکترونی) سبب ایجاد جریان الکتریکی و در نتیجه به وجود آمدن میدان مغناطیسی

۶

الکترواستاتیکی در مجاورت آن می شود . شکل گیری سریع و آنی بودن این میدانها، ولتاژ فرکانس بالایی در نزدیک آنتن رادیویی القا می کند و منجر به اختلال رادیویی می شود.

۲-۹-۴ انواع کرونا

سه درجه یا نوع مختلف از کرونا وجود دارد تخلیه

✓ پرمانند^۲

✓ تخلیه قلم مویی^۳

✓ تخلیه تابشی^۴

¹ - radio influence

² -plume discharge

³ -brush discharge

⁴ - glow discharge

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱- تخلیه پرمانند ، دیدنی ترین آنهاست و علت نامگذاری هم این است که به شکل پر تخلیه می شود . زمانی که در تاریکی مشاهده شود ، دارای تنہ متمرکزی حول هادی است که قطر این هاله نورانی بنفس رنگ از چند اینچ در ولتاژهای پایین تر تا یک فوت و بیشتر در ولتاژهای بالا ، تغییر می کند . بروز آثار صوتی این نوع، به صورت هیس هیس بوده و به راحتی توسط یک ناظر با تجربه تشخیص داده می شود.

۲- در تخلیه قلم مویی، پرچمی از نور به صورت شعاعی از سطح هادی خارج می شود . طول این تخلیه ها از کمتر از یک اینچ در ولتاژهای پایین تا ۱ یا ۲ اینچ در ولتاژهای بالاتر تغییر می کند . صدای همراه با آن، صدایی در پس زمینه مانند صدای سوختن است.

۳- تخلیه تابشی، نور ضعیفی دارد که به نظر می رسد سطح هادی را در بر گرفته است ولی مانند نوع قلم مویی برجسته نیست . همچنین ممکن است در نواحی بحرانی سطح عایق ها در زمان بالا بودن رطوبت، رخ دهد . معمولاً صدایی با این نوع تخلیه همراه نیست.

۴-۹-۳- اثرات کرونا بر مقره ها

فروپاشی مقره ها در خطوط نیرو مشکلی است که گریبان گیر بسیاری از صنایع الکتریکی می باشد . این امر می تواند منجر به تعليق نیرو و جایگزینی زود هنگام قطعات شود . در بعضی موارد فروپاشی می تواند به کرونا نسبت داده شود . کرونا می تواند به صورت تخلیه های مرحله ای تعریف شود که حاصل میدان های الکتریکی (فشار) قوی و غیر یکنواخت است و می تواند به زوال مقره و گاهی فروپاشی کامل آن منجر شود . طراحی صحیح دفعات رخ دادن کرونا را کاهش می دهد و در نتیجه محافظت بهتر و عمر بیشتر مقره را به ارungan خواهد آورد . از خسارت های ناشی از کرونا می توان به تجمع اسید نیتریک و میکرو آرک^۱ و ایجاد درز های مؤئی شکل در مواد عایق اشاره نمود؛ به این صورت که اسید نیتریک تولید شده، تشکیل سوپ شیمیایی داده ، سیمان ها را تغییر می دهد و مسیرهای کربنی همراه با ازن و نور ماوراء بنفش تولید می کند . تخریب شیمیایی سیمانهای عایق کننده در مقره ، به جرقه های درونی منجر می شود . تمام این عوامل خواص روکش مقره NCI را تغییر می دهند . نقص و ترک برداشتن مواد عایق که میدان الکتریکی شدید به وجود می آورد ، می تواند دوباره به بروز کرونا منجر شود که باعث ایجاد سوراخ، درز های مؤئی و تغییر رنگ واضح مقره های NCI می شود.

محاسبه شکست اختلاف سطح جانبی در تکیه گاههای داخلی

الف - اختلاف سطح متناوب با فرکانس ۵۰ hz

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

تعیین دقیق اختلاف سطحی که باعث شکست جنبی مقره ها و تکیه گاهها می شود فقط به کمک آزمایش

ممکن است . در طی آزمایشها متعددی که در شرایط torr ۷۶۰ و °C ۲۰ روی

ایزولاتورهای مختلف بعمل آمده است با داشتن طول ایزولاتور بدست آوردن اختلاف سطح شکست جنبی روابط تقریبی زیر حاصل گردید:

A - ایزولاتورهای سیلندری از مقوا (کاغذ سخت) $s = 20 - 200 \text{ cm}$ بطول 1

$$Uu = 50 + 3.15 s \quad \text{kv} \quad (1)$$

= $s < 20 \text{ cm}$ و برای ایزولاتورهای سیلندری کوتاه از کاغذ سخت بطول

$$Uu = 8.1 - 0.125 s^2 \quad \text{kv} \quad (2)$$

بطور مثال تکیه گاه شکل ۶ که شکست اختلاف سطح جنبی آن $Uu = 172 \text{ kv}$ سنجیده شده با احتساب رابطه (۱) :

$$Uu = 50 + 3 , 1.38 = 168 \text{ Kv}$$

بدست خواهد آمد که چندان تفاوتی با مقدار سنجیده شده ندارد .

B - تکیه گاههای چینی نرم شده طبق شکل ۹ بطول 9 cm بطول $10 - 200 \text{ cm}$

$$S = 20 + 3.35 S \quad \text{kv} \quad (3)$$

= $S < 10 \text{ cm}$ و برای همان ایزولاتورها بطول تا

$$Uu = 7.3 S - 0.2 S^2 \quad \text{kv} \quad (4)$$

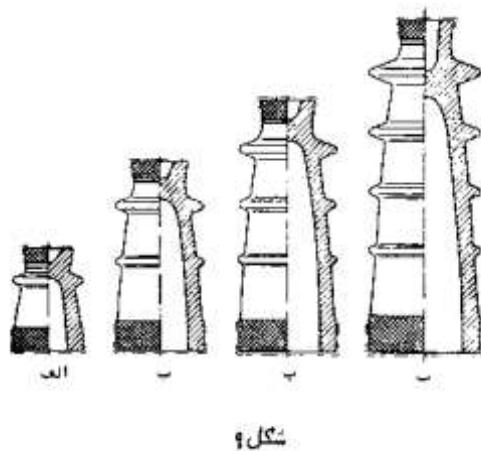
بطور مثال اختلاف سطح شکست جنبی برای تکیه گاه $kv 110$ با طول $s = 80 \text{ cm}$ برابر است با :

$$Uu = 20 + 3.35 .80 = 288 \text{ Kv}$$

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

این روابط البته تقریبی هستند و بر حسب مکان نصب ایزولاتورها می توانند قدری تغییر کنند . بطور مثال اگر ایزولاتور طوری نصب شود که شدت حوزه آن تقریباً یکنواخت باشد اختلاف سطح شکست جنبی آن در حدود ۱۰٪ بیشتر از مقداری می شود که از روابط فوق بدست می آید و همین طور اگر ایزولاتور نزدیک به دیوار یا در داخل قفسه فلزی نصب شده باشد ، اختلاف سطح شکست جنبی آن قدری کوچکتر خواهد شد .



شکل ۹

اختلاف سطح شکست جنبی تا حدودی تابع فشار و درجه حرارت هوا می باشد . به طوری که با بالا رفتن فشار هوا ، اختلاف سطح شکست جنبی تا حدودی بالا می رود و بدین ترتیب باید در مناطقی که ارتفاع آن از سطح دریا زیاد است (فشار هوا کم است) طول ایزولاتور نیز قدری بلندتر انتخاب شود .
بطوریکه می توان نوشت :

$$Uu = \frac{(273+20)b}{(273+\theta)760} = \frac{Uu \cdot 0.385b}{273+\theta}$$

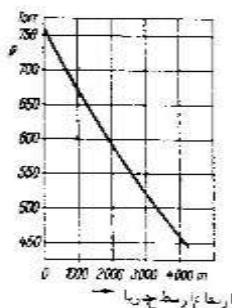
بطور مثال برای تهران با ارتفاع قریب ۱۰۰۰ متر از سطح دریا و $c = 40$

$$\bar{Uu} = 0.8 Uu$$

بدست می آید ، لذا ایزولاتورهای نرم شده اروپایی برای مناطق مرتفع ایران کافی نمی باشد . شکل ۱۰ حد وسط فشار هوا را نسبت به ارتفاع زمین از سطح دریا نشان می دهد .

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۱

ب - فشار ضربه ای $1/50 \text{ us}$

در فشار ضربه ای نیز اختلاف سطح شکست جنبی ایزولاتورهای که روی یک صفحه بزرگ فلزی زمین شده قرار گرفته باشند متناسب با طول ایزولاتور یا بهتر بگوئیم متناسب با طول جهش قوس s بر حسب سانتیمتر می باشد .

بطوریکه در شرایط 760 torr و 20° C می توان نوشت :

$$s = 20 - 200 \text{ cm} \quad A \quad \text{ضربه منفی :}$$

$$Uu = 140 + 7.65 \text{ kv} \quad (5)$$

$$Uu = 25 + 5.65 \text{ kv} \quad (6) \quad \text{ضربه مثبت :}$$

در روابط ۵ و ۶ Uu بر حسب kv عبارتست از مقدار مаксیمم فشار ضربه ای که 50 درصد ضربه ها تبدیل به شکست جنبی می شود .

$$s = 20 - 200 \text{ cm} \quad b \quad \text{- تکیه گاههای نرم شده چینی با شرایط فوق و}$$

$$Uu = 150 + 6.5 s \text{ kv} \quad (7) \quad \text{ضربه منفی :}$$

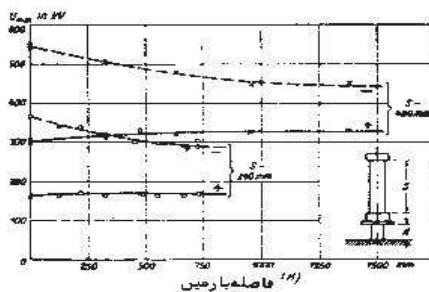
$$Uu = 60 + 6.2 s \text{ kv} \quad (8) \quad \text{ضربه مثبت :}$$

در فشار ضربه ای نیز دخول الکترود در ایزولاتور (شکل ۶) باعث بالا رفتن فشار شکست جنبی می شود ، بطوریکه ازدیاد فشار ضربه ای مثبت بستگی به طول الکترود داخل ایزولاتور دارد و در $s = 0.36 \text{ cm}$ فشار ضربه ای شکست به مаксیمم می رسد و در حدود 25% ازدیاد پیدا می کند . در صورتیکه طول فرو رفتگی الکترود s از

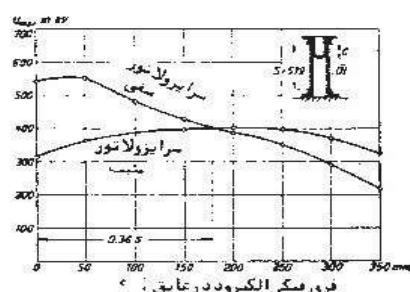
برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

این مقدار نیز تجاوز کند فشار ضربه منفی کوچک شده و به فشار ضربه مثبت نزدیک می شود و در بعضی مواقع از آن نیز کمتر می گردد.

شکل ۱۱ این پدیده را برای ضربه مثبت و منفی نشان می دهد . شکل ۱۲ اختلاف سطح ضربه ای شکست جنبی دو ایزولاتور مقواei را نسبت به فاصله ای که با زمین دارد نشان می دهد .



شکل ۱۱



شکل ۱۲

۳ - اثر رطوبت هوا و شب نم و مواد خارجی در استقامت الکتریکی ایزولاتورهای داخلی

الف : اثر رطوبت

رطوبت هوا فقط در صورتیکه حوزه غیر یکنواخت باشد و طول مقره نیز از 20 cm بزرگتر باشد در اختلاف سطح شکست جنبی موثر است . بطوريکه می توان در فشار 760 torr , 20.c 20.0 نوشت :

$$U_u = 30 + (s - 6) * (2.8 + 0.06 f) \quad kv$$

در این رابطه s طول جهش جرقه بر حسب سانتیمتر و f (gr/m²) قدر مطلق رطوبت هوا است.

f بطور نرمال 11 gr/m² می باشد و در مناطق مرطوب به 20-20 gr/m² نیز می رسد .

بطور مثال اختلاف سطح شکست جنبی تکیه گاه 110 kv با طول 110 cm با طول 80 cm در هوای مرطوب برابر است با :

$$U_u = 30 + (80 - 6) (2.8 + 0.06 \cdot 11) = 30 + 74.3,5$$

$$U_u = 289 \quad kv$$

ب - شب نم

رطوبتی که روی ایزولاتور را می پوشاند (بخصوص در شب با کم شدن درجه حرارت) باعث کم شدن استقامت الکتریکی عایق می شود ، بخصوص اگر سطح عایق آلوده به مواد خارجی باشد .

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

از این جهت بهتر است که درجه حرارت هوای سالن های پوشیده تاسیسات فشار قوی با وسائل تهویه مطبوع (ارکاندیشن) همیشه باعث نگه داشته شود و از تغییرات ناگهانی درجه حرارت جلوگیری گردد.

پ - اثر اجسام خارجی

در فضای که تاسیسات الکتریکی فشار قوی نصب می شود. همیشه مقداری گرد و خاک موجود است که در سطوح افقی و حتی عمودی دستگاهها می نشیند. ذرات گرد و خاک معمولاً از موادی تشکیل شده که عدد دی الکتریکی آن بزرگتر از یک است ($1 < \epsilon$) و بهمین جهت حتی اگر این ذرات خودشان حامل بار الکتریکی نباشند باز هم بداخل مناطقی که دارای حوزه الکتریکی شدید می باشند کشیده می شوند و بهمین دلیل است که گرد و خاک بیشتر در نزدیک های الکترودها جمع می شود. در صورتیکه این ذرات باردار شوند بطرف حوزه های یکنواخت و همگن نیز برآ می افتدند. این ذرات وقتی باردار می شوند که در الکترودهای تکیه گاهها و یا در نقاط دیگر از تاسیسات تخلیه ناقصی^۱ ظاهر شود. در نتیجه باعث می شود ذرات معلق در هوا بیشتر و سریعتر جذب ایزولاتور شوند.

قشر نازکی از آلودگی های هوا در روی سطح خارجی تکیه گاه باعث می شود استقامت الکتریکی جنبی عایق بطور محسوس کم شود. بخصوص اگر این عمل توام با شب نم و رطوبت نیز باشد. آزمایش های متعدد نشان داده که استقامت الکتریکی جنبی ایزولاتور کثیف از 60 kv به حدود 11 kv می رسد.

لذا با توجه به تأثیر زیاد گرد و خاک در استقامت الکتریکی جنبی، ایزولاتور های نرم شده مخصوص شبکه محصور و سرپوشیده را به دلیل اینکه نمی شود آنها را دائماً تمیز نگه داشت قدری بلندتر انتخاب می کنند. ولی باید اولاً در هر شرایطی مانع بوجود آمدن تخلیه های ناقص الکتریکی در تاسیسات سرپوشیده شده و در ثانی گاهی اوقات ایزولاتورها را تمیز کرد و بهمین دلیل بکاربردن شین دو بل کمک بسیاری به پایداری و ثبات برق و برق رسانی می کند.

محاسبه اختلاف سطح شکست جنبی در پایه های خارجی

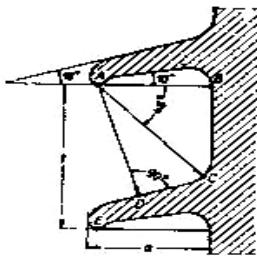
برای محاسبه اختلاف سطح شکست جنبی در پایه های خارجی و در نتیجه تعیین طول ایزولاتور از همان روابطی (۳۰٪ و ۷۰٪) که برای ایزولاتورهای مخصوص شبکه محصور و سرپوشیده داده شده استفاده می شود، با این تفاوت که برای منظور کردن اثر ریزش باران، اختلاف سطح شکست جنبی زیر باران در حدود ۷۵٪ اختلاف

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سطح خشک منظور می شود . در ضمن می توان تا اختلاف سطح 220kv با استفاده از شکل ۱۸ از فرمول ساده زیر نیز استفاده کرد .

$$U_u = z (2.5 az) + (1.6 de) + 14 \text{ kv}$$



شکل ۱۸

در این رابطه ad فاصله هوایی بین دو چتر مجاور و de عرض لبه چتر بر حسب سانتیمتر و Z تعداد چترها است . در اختلاف سطح های بیشتر تا ۳۸۰ کیلو ولت می توان از رابطه

$$U_u = z (2.4 ad) + (1.3 de) + 14 \text{ kv}$$

استفاده کرد . در ضمن لازم به تذکر است که باران و مه آلودگی هوا در اختلاف سطح ضربه ای تقریبا بدون اثر است و این موضوع از نظر استقامت الکتریکی ضربه ای ایزولاتور خارجی بسیار مهم و با ارزش است . باید توجه داشت که در ایزولاتورهایی که امکان شکست الکتریکی داخلی در آنها موجود است (ایزولاتورهای تو خالی) باید طوری انتخاب شوند که اختلاف شکست الکتریکی داخلی آنها همیشه در حدود ۳۰-۵۰ بالاتر از اختلاف سطح شکست جنبی آنها باشد ، زیرا جرقه داخلی در هر حال باعث شکستن و انهدام عایق می شود . ولی جرقه خارجی در صورتیکه ایزولاتور مجهز به جرقه گیر نیز باشد ، آسیبی به ایزولاتور وارد نمی کند .

۴-۱۰-۱- اصول طراحی الکتریکی مقره های کامپوزیت:

آنچه می گذرد، نگاهی است به مراحل طراحی الکتریکی مقره های کامپوزیتی - به طور کلی - و محاسبه پارامترهای مربوط به سطوح ۱۷/۵، ۲۴، ۶۳ و ۷۲/۵ در رنج استاندارد ۷۲ کیلوولت، به شکل اخص .

همانگونه که خواهد آمد، مرجع غالب در استخراج مقادیر استاندارد، مدارک IEC بوده است تا با تکیه بر صرفاً یک نوع از مدارک، اصل مهم هماهنگی عایقی رعایت گردد .

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

البته در تأثیر پارامترهای مربوط به اضافه ولتاژها (همچون صاعقه)، از به کارگیری استانداردهایی چون ASTM و BS,IEEE گریزی نیست.

الف- تعیین اضافه ولتاژ خط:

این تعیین از آن جهت دارای اهمیت است که مرجعی برای انتخاب "سطح ایزولاسیون مناسب محسوب می‌گردد.

با انواع اضافه ولتاژها در خطوط توزیع و انتقال آشنا هستیم. مهمترین آنها که قابل تأثیر در عملکرد مقره است، عبارتند از: صاعقه و کلیدزنی (اثر اضافه ولتاژ طبیعی سیستم در تلوانس طبیعی $\pm 5\%$ و نیز اضافه ولتاژهای ناشی از اتصال کوتاه ها بر کارکرد مقره اندک است).

لذا ولتاژهای معیار مطرح در جهت انتخاب سطح ایزولاسیون، حد تحمل ولتاژ ضربه صاعقه حد تحمل ولتاژ ضربه کلیدزنی، (فاز به زمین و فاز به فاز) و حد تحمل ولتاژ با فرکانس قدرت می‌باشند.

استاندارد IEC ارائه میزان مقادیر قابل تحمل ایزولاسیون‌ها را در سه دسته متفاوت A, B و C مورد بحث قرار داده است که به ترتیب مقادیر (r.m.s) کمتر از ۵۲ کیلوولت، بین ۳۰۰ تا ۵۲ کیلوولت و بیش از ۳۰۰ کیلوولت را شامل می‌شوند. بحث ما به دو دسته A و B منحصر می‌شود که در آن، طبق بیان استاندارد، صرفاً اضافه ولتاژ ناشی از ضربه صاعقه درنظر گرفته می‌شود. (چرا که با توجه به احتمال وقوع هر یک از پدیده‌ها فرض وقوع همزمان آنها، آنهم در سطوح ولتاژ پایین به عنوان یکی از فروض اولیه طراحی، منطقی نیست).

از این به بعد، شرح مراحل طراحی در مورد رده KV ۲۴ پی‌گرفته می‌شود که برای دیگر موارد نیز مشابه است.

در پایان نتایج حاصل از طراحی رده‌های گوناگون ارائه خواهد شد.

سطح ولتاژ KV ۲۴ در طبقه‌بندی‌های موجود، در دسته استاندارد A قرار گرفته و با توجه به جدول‌بندی استاندارد و نیز تجهیزات سیستم، لازم است تا ضربه صاعقه‌ای در حدود KV ۱۲۵ را تحمل نماید.

ب- فاصله عایقی (سطح ایزولاسیون):

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

همانگونه که ذکر شد، صرف عنایت به حد ضربه صاعقه، در این ولتاژ، دیگر موارد اضافه ولتاژ را نیز شامل شده، جهت قضاوت در باب فاصله ایزولاسیون کافی است. این پارامترها از طریق گوناگونی قابل دستیابی است؛ و البته هر یک از این روشها، به نتایجی جداگانه می‌انجامد که قضاوت در این میان نیز قابل تأمیل است.

در استناد به IEC 71-3 [۷]، فاصله عایقی 220 mm به ازای حد ضربه صاعقه 125 KV توصیه شده است و [۸IEC 61466-2]، که اختصاصاً در رابطه با مقره‌های کامپوزیتی و البته با پیش‌فرض مقدار 16 mm/KV برای پارامتر "ضریب خزشی ویژه" ارائه شده است، حداقل این مقدار را 210 mm برآورد می‌کند. و بالاخره، روش دیگر، توصل به روابط تجربی موجود است. از روابط مشهور در این زمینه، فرمول پاریس در زیر آمده است:

$$V = K \frac{3/384}{1 + 8/d}$$

که در آن، V ، ولتاژ قابل تحمل بر حسب MV ؛ d فاصله عایقی بر حسب متر و K ، ضریب ثابت متناسب با شکل الکترودهاست. با جایگزینی $K=1/35$ و $V=0/152$ فاصله عایقی برابر با $0/225\text{ m}$ یا 225 میلیمتر به دست می‌آید. که موید طول بیشتر بیان شده در استاندارد است، لذا از میان مقادیر حاصله، به منظور اعمال اطمینان بیشتر، $St=220\text{ mm}$ انتخاب شد.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ج- پارامترهای دیگر:

پارامترهایی از قبیل قطر چترها، طول یراق‌آلات، قطر هسته و ضخامت غلاف، بعضًا تجربی بوده، با توجه به عواملی چون نیروهای مکانیکی، تجربه‌های آزمایشی، پارامترهای عملیات اتصال فشاری و ... به دست می‌آیند. استاندارد، به هیچ یک از آنان تصریحی ندارد و بعضًا حدودی را بیان کرده (مثلاً قطر چترک در KV ۲۴ و ۶۳ نباید از ۲۰۰ mm بیشتر باشد)

شکل (۱) مقطعی فرضی از مقره را نشان می‌دهد.

$$= AB + BN + NC = L$$

$$STF1[14] = TG = RE$$

$$= AM + ME$$

$$= CD + DG$$

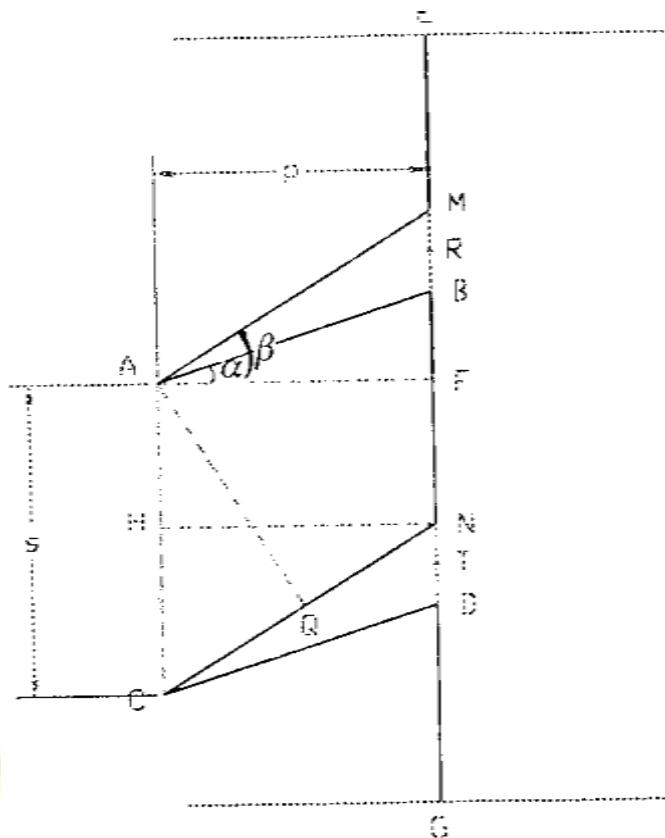
$$\text{شعاع انحنای سر چترک} = r$$

$$Ld = AB + BN + NQ$$

$$\text{زاویه سطح پایین چتر با افق} = \alpha$$

$$\text{زاویه سطح بالایی چتر با افق} = \beta$$

$$P = \frac{140}{2} - \frac{22}{2} = 59 \text{ mm}$$



شکل ۱ - مقطع فرضی از مقره ها

طبق رأی استاندارد، $s/p > 0.8$ برای چترهای عادی [15] لذا $s = 46 \text{ mm}$ مطلوب است.

تعداد چتر، حداقل فاصله خزشی و ضرایب مقایسه ای استاندارد، همگی باید به نحوی هماهنگ تعیین گردند. با

این نگرش که حتی الامکان، جهت فواصل کلیدی در مراحل ساخت نیز اعداد صحیح به دست آیند.

اگر n ، تعداد چتر باشد، داریم:

$$St = 2STF + (n-1)s$$

با توجه به $St = 220$ و $s = 46$ ، باید مقادیری برای n و STF یافت که علاوه بر صحیح بودن، شرایط کلی و رابطه فوق را برآورده سازند. $n = 41 \text{ mm}$ و $STF = 41$ مناسبند.

د- کنترل مقادیر با توجه به شرایط استاندارد:

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه در IEC 815 ، شرایطی جهت کنترل مقادیر و فواصل مربوط به مقره های شیشه ای و پرسلان ارائه شده که با توجه به فلسفه وجودی آنها، برای مقره کامپوزیتی نیز قابل اعتمادند.

- فاصله خزشی:

حداقل فاصله خزشی [mm] برابر است با

[KV] ولتاژ کارکرد \times [mm/KV] فاصله خزشی ویژه

فاصله خزشی ویژه متناسب با آلودگی محیط تعریف می شود ، در مناطق سبک، متوسط، آلوده و سنگین، به ترتیب برابر با ۲۰، ۲۵ و ۳۱ mm/KV است و لذا در سطح KV ۲۴، حداقل فاصله خزشی در مناطق آلوده (که موردنظر در طراحی ما بوده است) برابر با ۶۰۰ mm به دست می آید.

اینک باید فاصله خزشی مقره طراحی شده را با این "حداقل" مقایسه نمود. از بیان روش های هندسی مورد استفاده در این محاسبات صرف نظر کرده، به ارائه روابط حاصله اکتفا می شود. (در این محاسبات تقریبی، انحنای های موجود در سطح چترها، خط راست قلمداد شده و لذا دارای حدود ۴٪ خطأ می باشد).

: فاصله خزشی بین چتری

$$L = p \left(\frac{1 + \sin \alpha}{\cos \alpha} + \frac{1 - \sin \beta}{\cos \beta} \right) + \frac{\pi r}{2}$$

$$C = s \cdot \cos \beta$$

$$L_d = p \left(\frac{1 + \sin \alpha}{\cos \alpha} + \frac{1 - \sin \beta}{\cos \beta} \right) + s(1 - \sin \beta)$$

$$\begin{aligned} \text{فاصله خزشی کل} &= Lt = \text{فاصله خزشی فوقانی} + \text{فاصله خزشی بین چتری} (n-1) + \text{فاصله خزشی تحتانی} \\ &= np \left(\frac{1 + \sin \alpha}{\cos \alpha} + \frac{1 - \sin \beta}{\cos \beta} \right) + \frac{n\pi r}{2} + S_t \end{aligned}$$

در مثال موردنظر ما، فاصله خزشی کل برابر با ۶۸۸ mm به دست می آید (با تصحیح خطای محاسباتی، ۷۱۶ که بسیار بیش از حداقل به دست آمده است.

در جدول (۱)، مبنای طراحی مقره در سطوح ۱۷/۵، ۲۴ و ۶۳ کیلوولت ارایه شده است .

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور مراجعت کنید.** قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پارامتر	واحد	مقادیر		
ولتاژ کارکرد	KV	۶۳	۲۴	۱۷/۵
حد ضربه صاعقه	KV	۳۲۵	۱۲۵	۷۰
حد ولتاژ مناوب (فرکانس قدرت)	KV	۱۴۰	۵۰	۳۸
فاصله عایقی	mm	۶۳۰	۲۲۰	۱۶۰
قطر چترک	mm	۱۴۰	۱۴۰	۱۴۰
قطر هسته با غلاف	mm	۲۲	۲۲	۲۲
شیب سطح روی چترک	%	۲۷/۵۶	۲۷/۵۶	۲۷/۵۶
شیب سطح زیر چترک	%	۱۳/۹۲	۱۳/۹۲	۱۳/۹۲
فاصله عمودی سرد و چتر مجاور (S)	mm	۴۸	۴۶	۴۲
فاصله نقطه بالایی بالاترین چتر تا پرائی و فاصله نقطه پایینی چتر پایین تا پرائی	mm	۱۵	۲۹	۲۸/۵
طول غلاف عربان بین هر دو چتر	mm	۲۴	۲۲	۱۸
طول کل مقره	mm	۸۶۴	۴۵۴	۳۹۹
فاصله خزشی ویژه مفروض (S. C. D)	mm/KV	۲۵	۲۵	۲۵
فاصله خزشی کل	mm	۲۲۴۰	۷۱۶	۵۳۷
حدود بار وارد در شرایط نرمال	KN	۲۷	۱۷	۱۵
حدود بار وارد در شرایط سخت	KN	۳۰	۲۵	۲۲
بار مکانیکی ویژه فروض (S. M. L)	KN	۷۰	۷۰	۴۰
تعداد چترک	قالب	۱۳	۴	۳

جدول ۱ - طراحی مقره در سطوح ۱۷/۵، ۲۴ و ۶۳ (KV)

همانگونه که مشخص است، تمامی پارامترهای مطرح، از شروط تعیین شده استاندارد تبعیت می‌کنند؛ و البته این امر، در تأیید کارکرد درست مقره کافی نیست بلکه مقره باید در آزمون‌های مربوطه نیز، آنگونه که استاندارد تعیین می‌کند، پاسخگو باشد.

فصل ۵ - نتیجه گیری

ایران به جهت دارا بودن نواحی وسیعی که به جهت همچواری با مناطق کویری و ساحلی شرایط آب و هوایی بحرانی دارد و با توجه به اینکه اختلاف دمای شب و روز در این مناطق زیاد می باشد شبنم بر سطح مقره های آلوده ایجاد می شود . حضور توام شبنم و مه تاثیرات زیادی در کاهش ولتاژ شکست داشته و همانطور که از نتایج حاصل از آزمایشات بر می آید کاهش ولتاژ شکست در شرایط آلودگی در مقره های کامپوزیتی به مراتب کمتر بوده و دارای ولتاژ شکست بالاتری بوده و این امر نمایانگر کارایی بهتر آنها نسبت به مقره های سرامیکی است . مشکلات ناشی از ناکارآمدی مقره های رایج پرسلانی یکی از دلایل عدمه بروز نقص در خطوط انتقال فشار قوی است. چنین شرایط مشابهی در کشورهای جنوبی خلیج فارس امروزه باعث گردیده است که این کشورها رویکرد گسترشده ای به استفاده از مقره های کامپوزیتی در خطوط انتقال نیرو داشته باشند، بگونه ای که در برخی از این کشورها کلیه خطوط ۲۳۰ کیلوولت و بالاتر از آن بوسیله مقره های کامپوزیتی جایگزین شده و یا در حال جایگزینی می باشد.

با توجه به عدم دسترسی آسان به دکل های فشار قوی و نیز مشکل تامین آب با سختی پایین جهت شستشوی مقره ها در این مناطق کشور، باعث گردیده ویژگی عدم نیاز مقره های کامپوزیتی به شستشو در حین کارکرد بعنوان یکی از عوامل مهم در لزوم استفاده از این نوع مقره ها بیش از پیش احساس گردد.

حال با تشخیص ضرورت استفاده از مقره کامپوزیتی در مناطق بحرانی کشور و با توجه به توان بالقوه علمی و صنعتی و عدم نیاز به سرمایه گذاری اولیه بسیار بالا جهت ساخت این نوع مقره ها منطقی است به موازات انجام تحقیقات گسترشده به منظور بهبود عملکرد مقره های پرسلانی تلاشی پیگیر و همه جانبه از سوی محققان و دستاندرکاران صنعت برق کشور جهت دستیابی به دانش فنی ساخت مقره های کامپوزیتی در داخل ایران صورت گیرد.

1[14] - Shed to Fitting

2[15] - Without rib