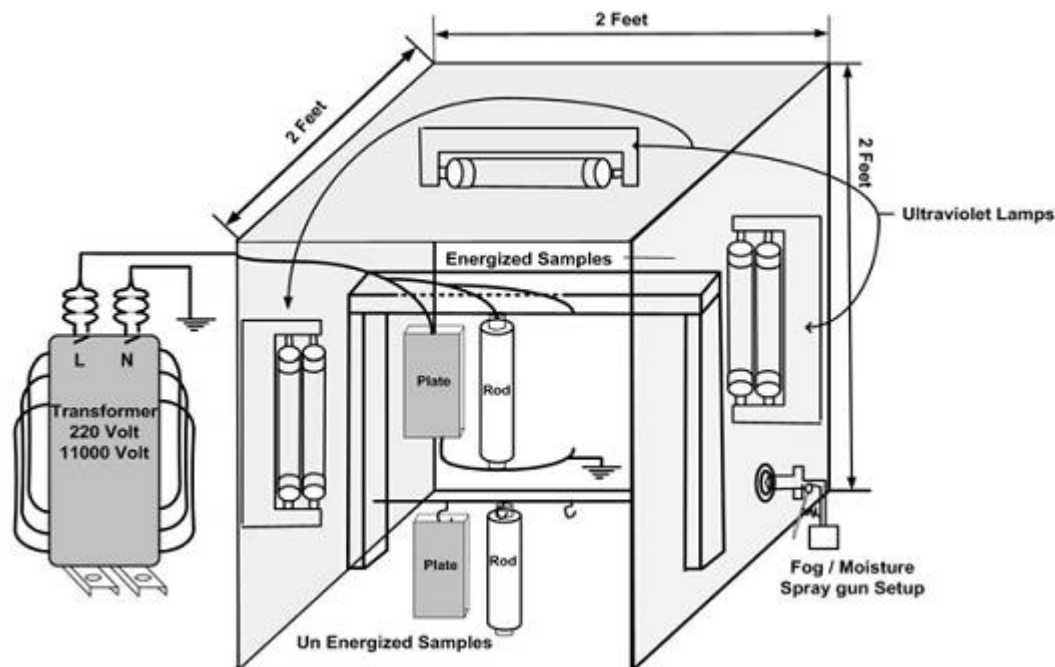


## پیرسازی شتاب دار یا طبیعی طولانی مدت در محیط چند تنشی

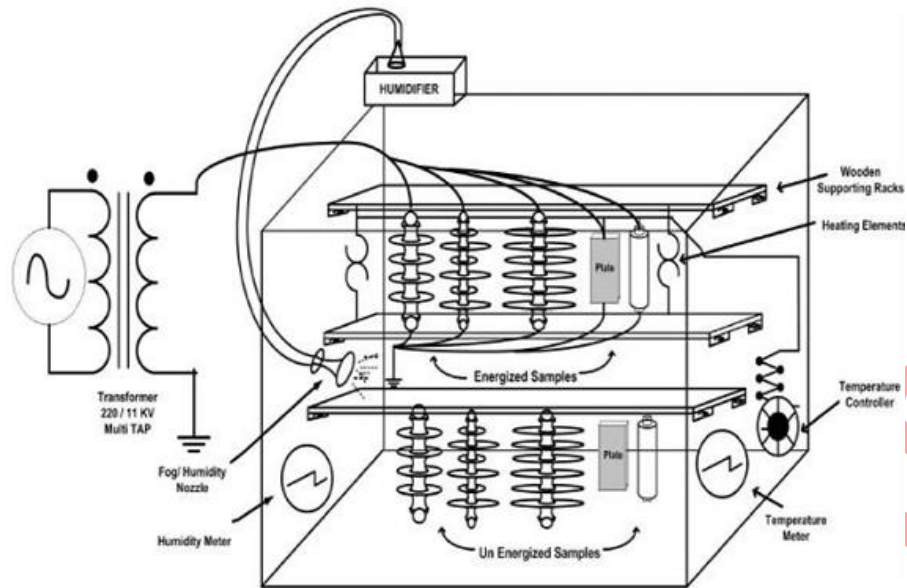
تست پیرسازی معمول مثل تست مه نمکی، تست چرخ Tracking و غوطه وری چرخ چرخان و ... توضیح داده شد، که تعداد تنش های اعمالی یکجا را محدود می کند. استفاده از آن روش ها، تاثیرات عملکرد ترکیبی بر سیستم های عایق میدان های واقعی معرفی نشدند. تنش ها در تست های منحصر به فردی که با هم می پیوندند در بیشتر اوقات غیر واقعی هستند. شکل های تخریب ایجاد شده با تنش های اضافی در سرویس های واقعی محاسبه نمی شوند. بنابراین تست چند تنشی در سیکل های تکراری اعمال می شوند و شرایط سرویس واقعی را شبیه سازی می کنند. سیکل های هوایی هم برای شرایط سرویس اعمال می شوند. تنش ها کاربردهای همزمان ترکیب ولتاژ، تشعشعات UV، رطوبت و آلودگی های درون سرویس را ایجاد می کنند. رطوبت توسط شرحی بودن هوا، مه و یا باران ایجاد می شود [۱،۱۰،۱۹].

بطور مثال پایگاه تست پیرسازی طبیعی شامل تست برای ۱۱ و ۲۲ و ۳۳ و ۶۶ و ۱۳۲ کیلوولت در اتاق کنترل، پایگاه کنترل محیطی، کنترل آلودگی ها و سیستم نشتی جریان می باشد. ضریب آلودگی در ایستگاه تست KIPTS در حدود  $2000 \mu\text{s}/\text{cm}$  است که مقدار بسیار بالایی است. در این محفظه پیرسازی طبیعی عایق در حدود ۶ یا ۱۲ ماه کنترل می شود. نتایج تست مستقل از زمان بوده که نشان می دهد که نتایج تست از یک سال را می توان با نتایج هرچند سال دیگری مقایسه کرد [۱۵]. تست مقرر در محیط شبیه سازی شده توسط دستگاه شبیه مه نمکی انجام می گردد (شکل ۱،۱۱).



شکل ۱. شماتیک دستگاه اندازه گیری میزان پیری مفره در محیط شبیه سازی شده

محفظه ی مه در Okinawa ارزیابی نمونه هایی کوچک که سطح تنش الکریکی ۷۷ کیلوولت AC به زمین را تحمل می کند، را انجام دهد. محفظه در حدود  $4/4$  با  $3/3$  متر ارتفاع می باشد. برای بررسی تاثیرات تغییرات، رطوبت سنجی، رسوب گذاری، در معرض نمک و تشعشعات UV طراحی شده است. نیروی پایدار ۲۰ کیلو نیوتون می تواند نیز اعمال شود [۳۲]. برای انجام این تست از دستگاهی که توانایی قرار دادن مفره تحت تنش های متفاوت و محیط شبیه سازی شده را دارد، باید استفاده گردد (شکل ۱، ۱۲).



شکل ۲- Error! No text of specified style in document. دستگاه پیرسازی شتابدار مفره تحت چند تنش

## تأثیر پارامترهای مختلف بر کاهش عملکرد الکتریکی

### ۱- تأثیر دما

یکی از مشخص ترین فاکتورهای تخریب در پیرسازی مواد آلی، زمانی است که در معرض اشعه UV قرار می گیرند و سبب افزایش دمای سطح نمونه ها می گردد. نرخ پیرسازی برای هر افزایش ۱۰ درجه سانتیگراد در دما، دو برابر می شود [۱۶].

### ۲- تأثیر آلودگی های زیاد

آلودگی ها، لایه ای بر روی سطح تشکیل می دهند که سبب اتلاف و کاهش آب گریزی سطح می شود. وقتی این آب گریزی از بین می رود، نشستی جریان و فعالیت های قوس زنی بر روی سطح مفره افزایش می یابد و عملکرد آن را کاهش می دهد.

از منبع انرژی قوی باید برای ارزیابی آلودگی تخلیه الکتریکی / تحمل ولتاژ مفره های پلیمری آب گریز، به خصوص تحت شرایط با آلودگی سنگین به دلیل تخریب منبع الکتریکی، استفاده می شود [۲۹].

### ۳- ظرفیت سرکوب نشتی جریان

تفاوت مشخص در مواد عایق مختلف براساس ظرفیت سرکوب نشتی جریان در مقره‌های به نسبت آلوده تحت شرایط مه تمیز، دیده شده است. ظرفیت سرکوب نشتی جریان HCEP (سیستم اپوکسی آب‌گریزی سیلکو-آلفاتیک) بهتر از ظرفیت سرکوب جریان CEP (سیستم اپوکسی سیکلو-آلفاتیک) بوده و با LSR (لاستیک سیلیکونی مایع) قابل قیاس می‌باشد.

CEP استاندارد، که در تاثیرات انتقال آب‌گریزی طراحی شده است، فعالیت نشتی جریان بالاتری نسبت به مواد تست شده دیگر نشان می‌دهد [۳۳،۳۴].

### ۴- تاثیر رطوبت

به وضوح مشخص شده است که رطوبت می‌تواند تخلیه الکتریکی سطحی تولید کند و سپس می‌تواند به مقره آسیب برساند. آسیب می‌تواند با اندازه‌گیری مدت زمان پالس نشتی و آنالیز طرح تخلیه سطحی شناسایی شود. همچنین طرح تخلیه برای شناسایی آسیب شرایط سطحی استفاده می‌شود. اندازه‌گیری نشتی جریان سطح کل ۵۰ Hz، هیچگونه ارتباط مشخص با آسیب‌های سطحی را ایجاد نمی‌کند [۳۵].

### ۵- تاثیر افزایش رسانایی

افزایش در رسانایی و سرعت جریان آلودگی‌ها، سبب سرعت گرفتن Tracking مواد عایق لاستیک سیلیکونی می‌شود [۱۶].

### ۶- تاثیر پارامترهای متفرقه

بطور کلی برای همه مواد پلیمری مشخص شده است که خواص مواد به طور مشخصی بر زمان Tracking اثر می‌گذارد. درصد‌های مختلف از بلوری بودن مواد با پیرسازی حرارتی و نمونه‌های سیکلی پیرسازی شده مشخص

می شود. کاهشی در آنتالپی مواد در مناطق تشکیل Tracking در نتایج DSC مشاهده شده است. این مشخص می کند که تنها آسیب های سطحی در ساختار مفره رخ می دهد [۳۵].

## روش های آنالیز

مفاهیم پیرسازی با روش های مختلفی شناسایی می شود. این روش ها در شناسایی و طبقه بندی پیرسازی با روش های غیر مخرب مفید هستند. دانش دقیق از سطح تخریب و عمر باقیمانده مواد مورد استفاده در مفره مشخص با اندازه گیری نشتی جریان، آب گریزی، عملکرد FTIR، پرتونگاری فوتو الکترون اشعه X، اشعه X پراکنده کننده انرژی، پرتونگاری جرم یون ثانویه، کروماتوگرافی گازی، پرتونگاری فلوروسنت، آنالیز حرارت سنجی، بازرسی سطحی با میکروسکوپ الکترونی، اندازه گیری فاکتور اتلاف، اندازه گیری توزیع میدان الکتریکی و .... بدست می آید [۱۶].

## شرایط محیطی

شرایط محیطی عادی، که برای عایق ها در سرویس استفاده می شوند در جدول ۱،۲ تعریف شده اند. وقتی شرایط محیطی خاصی در موقعیتی حاکم شود که عایق ها در سرویس قرار می گیرند، باید توسط مصرف کنندگان با مرجع IEC60721-1 مشخص شوند [۱۳].

جدول ۱- شرایط محیطی عادی. **Error! No text of specified style in document.**

مقره های بیرونی	مقره های داخلی	شرایط
		حداکثر دمای هوای محیط
از ۴۰ درجه سانتیگراد بیشتر نشده و مقادیر میانگین در طی زمان ۲۴ ساعت از ۳۵ درجه سانتیگراد بیشتر نمی شود.		
۴۰- درجه سانتیگراد	۲۵- درجه سانتیگراد	حداقل دمای هوای محیط
		لرزشی
		لرزش های ناچیزی براساس دلایل خارجی عایق ها یا ارتعاشات زمینی ایجاد می شود. <sup>a</sup>

تا سطح $1000 \text{ W/m}^2$	قابل چشم پوشی	تشعشعات خورشیدی <sup>b</sup>
آلودگی با گرد و غبار، دود، گازهای خورنده، بخار بانمک رخ می دهد. آلودگی مطابق IEC-60815 از "سنگین" بیشتر نمی شود.	هیچ آلودگی خاصی توسط گرد و غبار، دود، گازهای خورنده و اشتعال پذیر، بخار یا نمک ایجاد نمی شود.	آلودگی هوای محیط
در این شرایط، معیار گهگاهی اتفاق می افتد.	مقدار میانگین رطوبت نسبی اندازه گیری طی مدت ۲۴ ساعت از ۹۵٪ بیشتر نمی شود. اندازه گیری طی مدت یکماه از ۹۵٪ بیشتر نمی شود.	رطوبت

(a) لرزش براساس دلایل خارجی براساس IEC 60721-1 ایجاد می شود.

(b) جزئیات تشعشعات خورشیدی در IEC 60721-1 آمده است.

## بخش پنجم

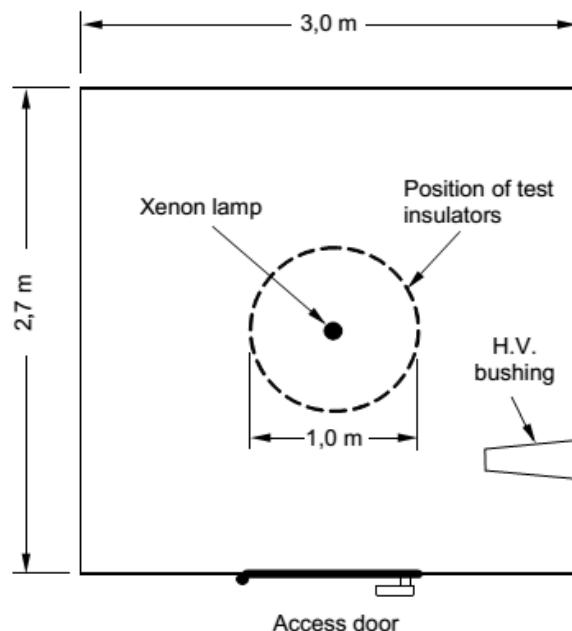
### تست پیرسازی شتابدار در آزمایشگاه

#### ۱- نمونه مورد تست

دوتا از بهترین مقره‌های طراحی شده با فاصله خزش بین ۸۰۰-۵۰۰ میلی متر باید از خط تولید برداشته شوند. اگر چنین مقره‌هایی را نتوان از خط تولید برداشت، نمونه تست خاصی را باید از سایر عایق‌ها ساخت و بنابراین فواصل خزشی بین مقادیر داده شده قرار می گیرد [۱۳].

#### ۲- دستورالعمل

تست باید درون محفظه ضد خوردگی آب بندی شده نسبت به رطوبت صورت گرفته و حجم آن نباید از  $20 \text{ m}^3$  بیشتر باشد. مثالی از محفظه در شکل ۱،۱۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- شماتیک محفظه انجام تست بر روی مقره

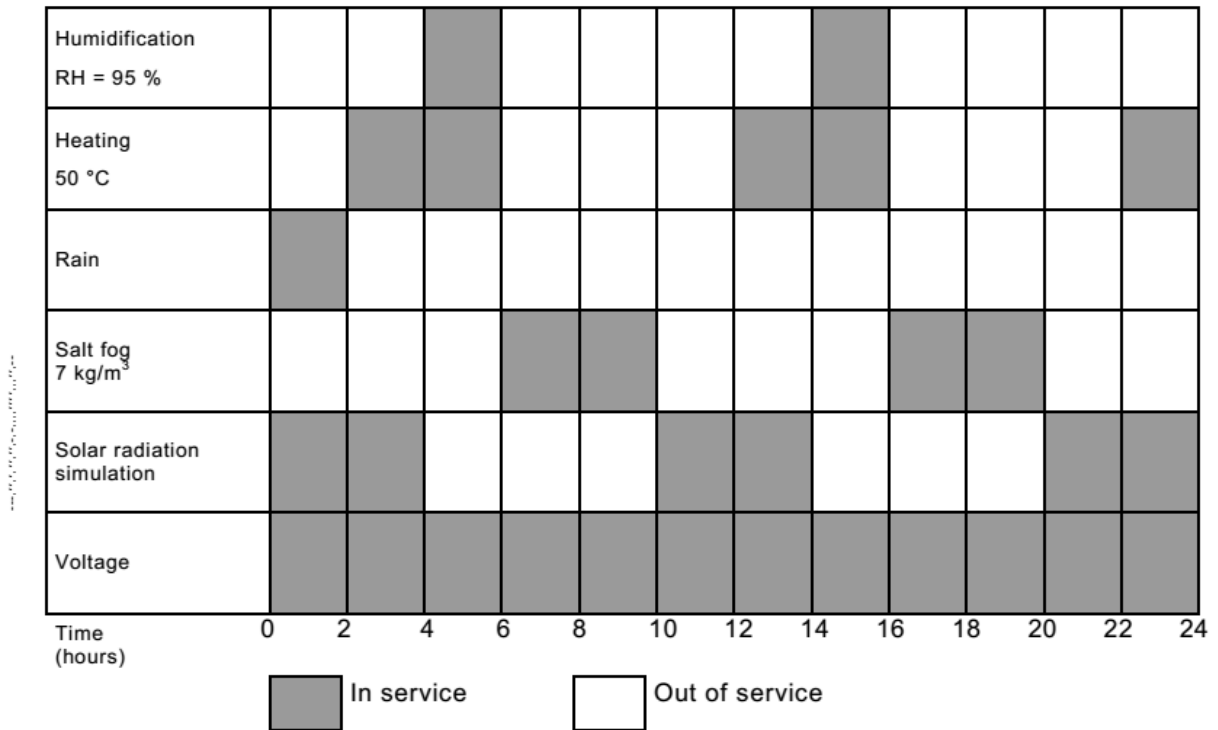
دریچه عایق شده با یک پاک کننده و فیلتر متوقف کننده و مولد اشعه فرابنفش که اجازه مشاهده تجهیزات مورد تست را می دهد، تجهیز شده است.

توجه: در بیرون محفظه موارد زیر وجود دارند:

تانک آب نمک- آب دیونیزه شده- پمپ- هیتر- لوله آب و هوا- فن ها- مبدل افزایشنده ولتاژ متوسط و محافظ آن- منبع تغذیه ژنراتور اشعه فرابنفش- همه مدارهای الکتریکی و تجهیزات کنترل، اندازه گیری و تنظیمات اتوماتیک.

### ۳- شرایط تست

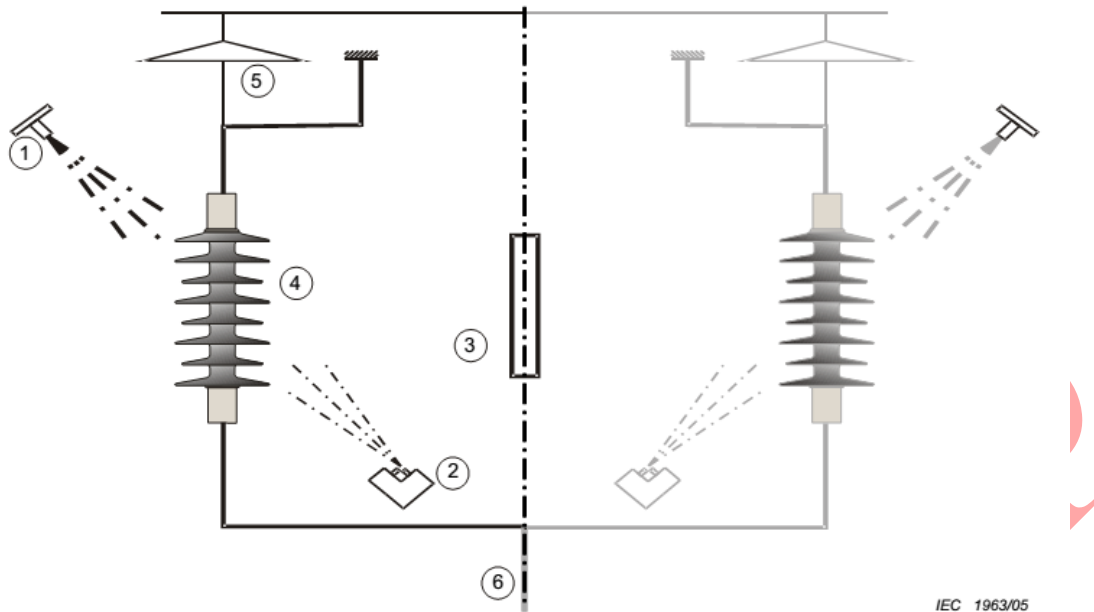
سیکل تنش های اعمالی به مقره و تکرار آن برای مدت ۵۰۰۰ ساعت در شکل ۱،۱۴ نشان داده شده است. در طراحی، نمونه در معرض تاثیرات تغییرات دما و میعان قرار می گیرد. نمونه مورد تست بصورت عمودی در محفظه مطابق شکل ۱،۱۵ قرار می گیرد. باید فاصله حداقل ۴۰۰ میلی متر بین لبه های محافظ نمونه و بین نمونه ها و سقف و کف باشد. نمونه باید قبل از شروع تست با آب دیونیزه تمیز شود. تا ۳ جفت از نمونه های تست با فواصل خزشی قابل مقایسه به صورت همزمان تست می شوند.



شکل ۴- سیکل تنش های اعمالی به مقره

MSRPP





**Key**

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| 1 rain nozzle                            | 4 test specimen       |
| 2 salt fog spray nozzle (IEC 60507 type) | 5 isolating insulator |
| 3 xenon UV lamp                          | 6 HV power supply     |

شکل ۵- تست بصورت عمودی بر روی مقره درون محفظه مه- نمکی و اشعه UV

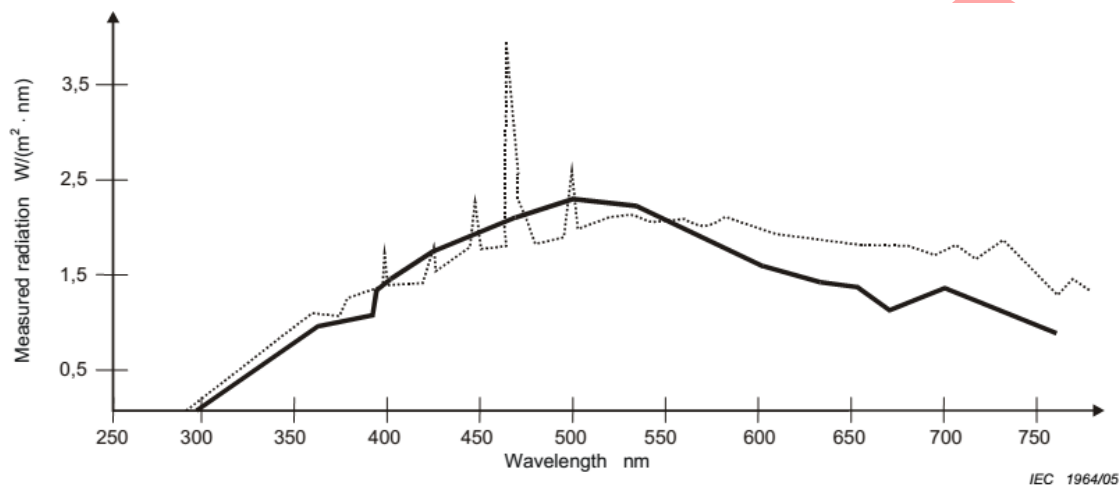
توقف های هفتگی تست برای بررسی، نباید هر کدام از یک ساعت بیشتر شوند. مدت این توقف ها در مدت زمان تست نباید محاسبه شود. ۵ توقف طولانی تر تا هر کدام ۶۰ ساعت هم مجاز است. زمان تست اضافی تا سه برابر مدت توقف باید افزوده شود. گزارشات نهایی تست باید شامل جزئیات توقف ها باشد [۱۳].

الف) ولتاژ

در تست فرکانس قدرت، ولتاژ بر واحد کیلو ولت بر اساس فواصل خزشی واقعی نمونه تست تنظیم می شوند. مدار تغذیه وقتی تحت جریان مقاوم متناوب (r.m.s) ۲۵۰ mA حین یک ثانیه از سمت ولتاژ بالا قرار می گیرد، باید حداکثر افت ولتاژ ۵٪ را تجربه کند. سطح محافظت در یک آمپر باید تنظیم شود.

ب) شبیه ساز خورشید

تشعشعات خورشیدی شبیه سازی شده توسط لامپ زنون با خروجی اسمی ۶۵۰۰ وات فراهم شده و با ۲ فیلتر شیشه ای سیلیکات بور مجهز شده است (شکل ۱،۱۶). فاصله بین لامپ زنون و نمونه حدود ۴۸۰ میلی متر است. لامپ جدید و فیلتر در ابتدای هر تست استفاده می شوند. فیلتر و اگر لازم باشد لامپ، باید حین تست و مطابق پیشنهادات سازنده جابجا شوند [۹،۱۳].



#### Legend

- ..... Spectrum of the xenon arc lamp equipped with two boron silicate filters.
- Solar spectrum at midday in June, latitude 42°.

شکل ۶- Error! No text of specified style in document. تشعشعات خورشیدی شبیه سازی شده توسط لامپ زنون

(ج) باران مصنوعی

باران مصنوعی باید توسط نازل پایین آمده و از بالای نمونه و از بیرون از محیط آنها ایجاد شود (شکل ۱،۱۵). نرخ رسوب گذاری میانگین باید مطابق با IEC 60060-1 باشد. آب با حداقل مقاومت  $85 \Omega m$  استفاده شده و بر هر نمونه تست جداگانه اسپری شود.

(د) حرارت خشک

محفظه تا  $(2 \pm 50)$  درجه سانتیگراد باید گرم شده و زمان افزایش دما حداکثر ۱۵ دقیقه باشد.

ه) حرارت شرعی

رطوبت نسبی:  $RH = (95 \pm 3) \%$  و دمای  $50$  درجه سانتیگراد

و) آلودگی

آلودگی توسط مه نمک (شوری  $5\% \pm 7 \text{ kg/m}^2$ ) توسط نازل IEC 60507 اسپری می شود. هر تست به طور جداگانه اسپری شده و هر نازل اسپری به زیر نمونه پایین آمده و به سمت مرکز نمونه بالا می رود و با زاویه  $10^\circ$   $\pm 40$  درجه در صفحه افقی حرکت می کند.

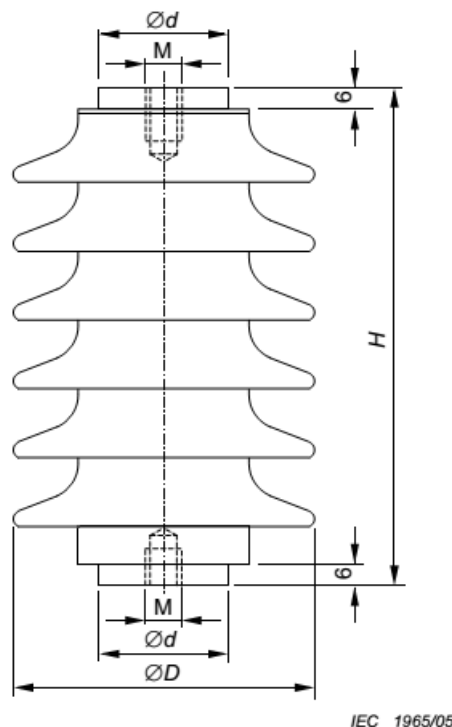
کالیبراسیون مه نمکی

برای اطمینان از توانایی تولید نمونه و سطح مه نمکی، مه باید با استفاده از روش های کالیبراسیون توضیح داده شده در پایین تنظیم شوند:

در شرایط زیر از مقره مرجع استفاده می شود:

- مقره میله ای و بلند پرسلانی (مواد آبدوست)
- پروفایل محافظ اسمی (مطابق IEC 60815)
- فاکتور خزشی  $= (10 \pm 2/2) \%$  (مطابق IEC 60815)
- قطر محافظ  $= mm (5\% \pm 140)$

تصویری از مقره مرجع به طور مثال در شکل ۱،۱۷ آمده است. این مقره باید به دقت تمیز شده و تمام آلودگی و گریس باید از بین بروند. آب ترجیحاً تا  $50$  درجه سانتیگراد گرم شده و با افزودن تری سدیم فسفات یا سایر شوینده ها برای شستن سطح مقره استفاده می شوند. همچنین مقره قبل از هر مرحله کالیبراسیون باید با آب شیر شسته شده و سطح آن باید کاملاً تمیز و بدون هرگونه گریس باشد [۹،۱۳].



#### Characteristics:

IEC ref:	H4-125
Nominal creepage distance:	500 mm
Dry arcing distance:	225 mm
Length $H$ :	210 mm
Shed diameter $D$ :	140 mm

شکل. Error! No text of specified style in document. ۷- تصویری از مقره مرجع

مقره مرجع در موقعیت های مختلف تست باید نصب شود. مقره با ابعاد قابل قیاسی باید در موقعیت تست قرار بگیرد. فرکانس و ولتاژ این تست با توجه به فاصله خزشی واقعی مقره مرجع تنظیم می شود. در محفظه مه (موقعیت نازل و سرعت جریان) برای بدست آوردن سطح میانگین حداکثری جریان (حداکثر مقدار ضبط شده در هر دقیقه) تنظیم شده و در محدوده ۱۲۰-۱۰۰ mA حین ۴ ساعت اندازه گیری می شود. زمان نشستی جریان حداکثر ۳۰ دقیقه مجاز بوده و شامل زمان کالیبراسیون نمی شود.

هر موقعیتی برای تست باید جداگانه کالیبره شود. همچنین قرار دادن مقرر مرجع در هر موقعیت تست مجاز بوده و کالیبراسیون در همه موقعیت های تست همزمان و مستقل انجام می شود. اگر موقعیت ها جداگانه کالیبره شوند، کالیبراسیون جهت تصحیح اولیه مه نباید بر موقعیت همسایه تاثیر بگذارد [۱۳].

#### ۴- معیارهای پذیرش

نمونه های تست طراحی های مشخص با یکدیگر سنجیده شوند. تست پذیرفته در نظر گرفته می شود اگر در هر دوی نمونه های تست داشته باشیم:

- هیچ Tracking رخ ندهد
- برای عایق های کامپوزیتی، عمق فرسایش کمتر از ۳ میلی متر بوده و به هسته نرسد.
- برای عایق های رزینی، عمق فرسایش کمتر از ۳ میلی متر باشد.
- هیچ پوسته ای، غلاف یا سطحی سوراخ و پاره نشود [۱۳].

MSRPCO