اثر آلودگی بر هماهنگی عایقی

۱. مقدمه

در طراحی تجهیزات الکتریکی سیستمهای قدرت علاوه بر مشخصات الکتریکی آنها، شرایط آب و هوایی محل نصب (ارتفاع، رطوبت، دما، ...) و آلودگی محیطی باید مد نظر قرار گیرند. بطور کلی آلودگی باعث کاهش استقامت عایقی، فرسودگی و پیری زودرس تجهیزات سیستم قدرت می‌شود. این امر می‌تواند باعث عملکرد نادرست سیستم حفاظت، وقوع اتصال کوتاه و ایجاد وقفه در شبکه‌های قدرت گردد.

آلودگی به همراه رطوبت از عوامل اصلی تاثیر گذار بر قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت می‌باشد. آلاینده‌های معلق در هوا پس از نشستن روی سطح عایق تجهیزات با رطوبت هوا (از طریق باران سبک[۱]، رطوبت[۲]، شبنم[۳] و مه[۴]) ترکیب شده و یک لایه رسانای الکتریکی با مقاومت نسبتا کم روی سطح عایقهای بیرونی (مقره‌ها، سر کابلها، ...) ایجاد می‌کنند و باعث عبور جریان نشتی از سطح عایق و تولید جرقه و خطای اتصال کوتاه در دو سر مقره‌ها می‌شوند. بنابراین آلودگی بر سطح خزشی[۵] و حتی فاصله هوایی[۶] عایق بیرونی تاثیر مستقیم دارد.

همچنین آلودگی باعث خوردگی و فرسایش اجزای مقره‌ها شده و تاثیر زیادی بر مشخصات الکتریکی آنها می‌گذارد و یکی از مهمترین علل وقوع جرقه روی مقره‌ها و ایجاد وقفه در شبکه قدرت می‌باشد. آلودگی می‌تواند باعث ایجاد نواحی خشک[۷] در سطح مقره‌ها (بخصوص مقره‌های پلیمری) و تغییر در ساختار آنها گردد.

۲. فرآیند تولید جرقه روی زنجیره مقره

تولید جرقه یا جریان نشتی روی زنجیره مقره نیازمند دو شرط زیر می‌باشد:

الف- وجود آلودگی روی سطح مقره و عایق خارجی.

ب- خیس شدن سطح مقره (در اثر باران سبک، رطوبت، شبنم و مه، بدون شسته شدن و حذف آلودگی از سطح مقره).

ترکیب آلودگی و رطوبت سبب ایجاد یک لایه نسبتا رسانا روی سطح عایق خارجی (مقره) شده و باعث عبور جریان خزشی از سطح آن می‌گردد. بنابراین آلودگی باعث کاهش استقامت عایقی تحت ولتاژ فرکانس قدرت مقره می‌شود.

مستقل از نوع آلودگی موجود، مراحل (فازهای) مختلف وقوع جرقه ناشی از وجود آلودگی روی سطح مقره به شرح زیر می‌باشد:

- قرار گرفتن آلودگی روی سطح مقره و تشکیل یک لایه آلودگی سراسری.
- ترکیب لایه آلاینده موجود در سطح مقره با رطوبت هوا و تشکیل و توسعه مسیر رسانا و عبور جریان نشتی.
- افزایش رسانایی سطح مقره و به همراه آن افزایش جریان نشتی.
- تشکیل نواحی خشک در اثر گرم شدن لایه موجود بواسطه افزایش چگالی جریان در برخی نقاط سطح مقره، بخصوص نقاط نزدیک هادی‌ها.
- قرار گرفتن تقریبی کل ولتاژ اعمالی مقره در دو سر این نواحی خشک و ایجاد قوسهای جزئی و کوچک در این نواحی.

۱- Light rain
۲- Mist
۳- Dew
۴- Fog
۵- Creepage distance
۶- Clearance
۷- Dry bands

www.Niasari-Profile.iamaleacir - دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل - دانشکده مهندسی برق

- در نهایت، تولید جرقه کلی (اتصال کوتاه) در دو سر مقره یا زنجیره مقره به شرط کم بودن مقاومت آلودگی سری با باند خشک.

هنگام وقوع جرقه، ممکن است بعضی از این مراحل بطور متوالی اتفاق نیفتد و یا ممکن است چند مرحله در یک لحظه اتفاق بیفتد.

وقتی سطح آلاینده روی مقره رطوبت جذب کند و مرطوب شود، مقاومت سطحی آن کاهش یافته و دامنه جریان خزشی زیاد می‌شود. با افزایش جریان نشتی، دمای سطح مقره بالا می‌رود و باعث کاهش بیشتر مقاومت سطح مقره می‌گردد. کاهش مقاومت سطح مقره تا رسیدن دمای آن به دمای تبخیر ادامه می‌یابد. سپس با شروع تبخیر رطوبت لایه سطحی، مقاومت آن افزایش می‌یابد. وقتیکه کل مسیر خشک شد مقاومت به حداکثر مقدار خود می‌رسد. این پدیده بیشتر در مسیرهای باریکی که جریان نشتی بالاتری دارند اتفاق می‌افتد و باعث کاهش جریان نشتی در این مسیرها می‌گردد. بیشترین تنش الکتریکی از طریق همین نواحی خشک در سطح مقره به آن تحمیل می‌شود.

افزایش آلودگی باعث افزایش جریان نشتی و افزایش احتمال وقوع جرقه روی مقره می‌شود. اما اگر آلودگی سطحی در کل سطح مقره پخش شود، تنش الکتریکی بصورت خطی (یکنواخت تر) به عایق اعمال می‌گردد و احتمال جرقه کمتر می‌شود.

عوامل متعددی بر مقدار ولتاژ جرقه (FOV)[۱] یک مقره با سطح آلوده تاثیر گذارند که مهمترین آنها عبارتند از:

۱- میزان مواد قابل حل شدن موجود روی سطح مقره.

۲- نوع مواد قابل حل شدن.

۳- چگالی مواد حل نشدنی (NSDD)[۲].

نوع و چگالی سطحی مواد حل شدنی روی سطح مقره بیشترین تاثیر بر مقدار ولتاژ جرقه را دارد.

بطور کلی، نوع آلودگی، شدت و جهت وزش باد به عنوان عامل اصلی پراکندگی ذرات معلق در هوا، نیروی جاذبه (وزن ذرات آلاینده)، چگونگی سطح مقره و شدت میدان الکتریکی اطراف مقره از عوامل اصلی مقدار استقرار ذرات آلاینده روی سطح مقره‌ها می‌باشند. بنابراین شرایط محیطی و آب و هوایی از جمله عوامل مهم در قابلیت اطمینان یک سیستم قدرت می‌باشد که می‌تواند با کاهش ولتاژ جرقه روی مقره‌های آلوده سبب خروج ناخواسته خطوط انتقال نیرو شود.

۳. انواع آلاینده‌ها و منابع تولید آنها

بطور کلی عوامل جوی[۳] و آلودگی محیطی در طراحی و چگونگی عملکرد سیستمهای قدرت نقش بسزایی دارند.

از پارامترهای مهم جوی و اقلیمی تاثیر گذار بر عایقهای خارجی می‌توان به مواردی همچون ارتفاع از سطح دریا[۴] یا میزان فشار هوا، درجه حرارت محیط (حداکثر، حداقل و متوسط دمای روزانه و سالانه)، میزان رطوبت (مه، شبنم، برف، باران و یخ)، سرعت باد و میزان اشعه ماوراء بنفش[۵] اشاره نمود.

آلاینده‌های محیطی تاثیر گذار بر عملکرد مقره‌های خارجی، دارای تنوع زیادی می‌باشند. این آلاینده‌ها شامل گرد و خاک، شن و ماسه معلق در هوا، املاح نمک موجود در هوا[۶]، رسوبات ناشی از قطرات آب برجهای خنک کننده در نیروگاهها، دود خروجی دودکش نیروگاهها و کارخانجات آلاینده مجاور، دود وسایل نقلیه موتوری، آلودگی کارخانجات یا انبارهای ذخیره مواد مجاور سیستمهای قدرت (کارخانجات سیمان، گچ، کک یا ذغال سنگ، پودر کارخانجات سنگبری، ...) و غیره می‌باشند.

بطور کلی آلودگیها به دو دسته مواد قابل حل و غیر قابل حل در آب تقسیم می‌شوند. برای اندازه‌گیری میزان مواد قابل حل

۱-Flashover Voltage

۲- Non-soluble deposit density

۳- Climatic

۴- Sea level (altitude)

۵- Ultra Violet (UV) ray

۶- Coastal Salt

روی سطح مقره‌ها از واحد ESDD و برای مواد غیر قابل حل از واحد NSDD استفاده می‌شود.

میزان و نوع آلودگی یک منطقه بستگی به منابع آلاینده موجود در منطقه و شرایط آب و هوایی آن دارد. جدول (۱) انواع آلاینده‌ها و منابع تولید آنها را معرفی می‌کند.

جدول (۱). انواع آلاینده‌ها و منابع تولید آنها

نوع آلاینده	منابع تولید آلاینده
نمک	مناطق ساحلی و دریایی، صنایع نمک، مناطق جاده‌ای که در آنجا از نمک برای آب کردن برف و یخ سطح جاده‌ها استفاده می‌شود
سیمان	کارخانجات سیمان، مناطق کارگاهی و عمرانی، معادن سنگ
خاک	محیطهای خاکی، مناطق کارگاهی
کود شیمیایی	صنایع تولید کود شیمیایی، زمینهایی که بطور مکرر از کودهای شیمیایی استفاده می‌کنند.
فلزات	معادن، محیطهای کارگاهی، صنایع فلزی
زغال سنگ	معادن زغال سنگ، نیروگاه‌های حرارتی با سوخت زغال سنگ، مناطق دارای کوره‌های گچ و آجر پزی با سوخت زغال سنگ
خاکستر آتشفشانی	مناطق دارای فعالیتهای آتشفشانی
مدفوع پرندگان	مناطق زیستگاه و لانه گذاری پرندگان
مواد شیمیایی	صنایع مختلف شیمیایی، صنایع فرآیندی و تبدیلی، صنایع پتروشیمی و پالایشگاه‌های نفت و گاز
مه دود[۱]	مناطق دارای حجم زیاد دود اگزوز ماشین (خیابانها و بزرگراه‌های شلوغ)، مناطق دارای دود ناشی از موتور دیزلی (مسیر خط راه آهن دیزلی) و سوخت فسیلی، ذرات سنگین معلق در هوا ناشی مواد سوختی
دود[۲] یا دوده	دود ناشی از مواد قابل اشتعال جنگلی، کشاورزی، صنعتی، مسکونی، ناشی از سوخت فسیلی

۳-۱ آلودگی صنعتی

کارکرد صنایع مختلف باعث تولید آلاینده‌هایی مثل دود، گرد و غبار، خاکستر معلق، سیمان، ذرات فلزی، نمک، مواد شیمیایی، ذرات معلق در هوا و غیره می‌شود. این آلاینده‌ها اغلب توسط باد در هوا پخش شده و به مرور روی تجهیزات سیستم قدرت قرار می‌گیرند و به آهستگی و با مرور زمان (پس از چند ماه و یا چند سال) باعث تشکیل یک لایه آلاینده روی سطح مقره‌های خطوط و پستهای فشارقوی می‌شود.

۳-۲ آلودگی دریایی

املاح نمکی به همراه رطوبت در اثر وزش نسیم و باد از سمت دریا به سمت مناطق دریایی، ساحلی و مناطق فرا ساحلی در معرض بادهای دریایی حرکت کرده و روی سطح عایقهای بیرونی رسوب می‌کنند. هرچند املاح نمکی در شرایط آب و هوایی خشک، خطر جدی ایجاد نمی‌کنند اما در صورت جذب رطوبت از محیط، یک لایه رسانا (با توجه به نوع و مقدار املاح نمکی و ساختار مقره) روی سطح مقره‌ها تشکیل می‌دهند و باعث افزایش جریان خزشی و یا وقوع جرقه روی مقره‌ها می‌شوند. از اینرو آلودگیهای دریایی یکی از عوامل اصلی ایجاد جرقه روی سطح مقره‌های خطوط و پستهای موجود در مناطق ساحلی می‌باشند. لذا برای جلوگیری از وقوع جرقه باید سطح خارجی مقره‌ها بطور منظم شستشو شوند و همچنین مقره‌ها براساس فاصله خزشی خاص انتخاب گردند.

شدت رسوب آلودگی دریایی روی سطح مقره‌ها به عواملی همچون سرعت و جهت باد، نوع و وزن املاح نمکی، فاصله از دریا، نوع مقره‌ها و شدت میدان الکتریکی اطراف آنها بستگی دارد.

www.Nasseri.Profile.Semnan.ac.ir

۱- Smog

۲- Smoke

۳-۳ آلودگی کویری

طوفانها و بادهای شنی و گرد و خاک نمکی تحت هوای خشک از مهمترین انواع آلاینده‌های بیابانی می‌باشند. نوع شرایط محیطی تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر مقره‌های خطوط و پستها دارد. برخورد شن و گرد و غبار با سرعت بالا به سطح مقره‌ها باعث فرسایش آنها می‌گردد. طوفانهای شنی از عوامل اصلی کاهش قابلیت اطمینان خطوط انتقال نیرو در مناطق بیابانی می‌باشند.

۳-۴ آلودگی نواحی کشاورزی

این نواحی در مجاورت مزارع کشاورزی قرار دارند، بخصوص مکانهایی که در آنها عملیات کاشت و برداشت انجام می‌شود. لایه آلودگی در این نواحی شامل املاح مختلف با حل‌شوندگی سریع مانند مواد شیمیایی مورد استفاده برای محصولات شیمیایی و حل‌شوندگی کند مانند فضولات پرندگان یا املاح موجود در خاک می‌باشد. لایه آلودگی در این نواحی دارای مقدار متوسط یا بالای ذرات حل نشدنی است که به همراه وزش باد روی سطوح افقی مقره‌ها قرار می‌گیرند.
در میان انواع مختلف آلودگی‌ها، آلودگی صنعتی[۱]، آلودگی دریایی[۲] و آلودگی کویری[۳] مهمتر می‌باشند.

۴ تعیین سطح آلودگی منطقه

درجه آلودگی[۴] یا سطح آلودگی یک طبقه بندی محیطی براساس مقدار آلودگی (خشک، گازی و یا مایع) موجود در آن می‌باشد. به عبارت دیگر، شرایط محیطی مربوط به آلودگی را سطح آلودگی می‌نامند که براساس استاندارد IEC ۶۰۸۱۵ به پنج سطح آلودگی به شرح جدول (۲) تقسیم می‌شود. این طبقه بندی از این لحاظ که بر سطح خزشی تاثیر گذار می‌باشد حائز اهمیت می‌باشد. بنابراین برای تعیین مقدار موثر فاصله خزشی عایق بیرونی تجهیزات سیستم قدرت، دانستن درجه آلودگی ضروری می‌باشد.

جدول (۲). انواع سطوح آلودگی براساس استاندارد IEC ۶۰۸۱۵

سطح آلودگی	مثال‌هایی از چند ناحیه نمونه
سبک و خیلی سبک	- ناحیه‌های بدون کارخانه و با تراکم کمی از خانه‌های مسکونی فاقد امکانات گرمایشی پر قدرت. - ناحیه‌هایی با تراکم کم از کارخانه‌های صنعتی و ساختمانهای مسکونی و با وزش باد و بارندگی دائمی. - ناحیه‌های کشاورزی غیر متراکم. - نواحی کوهستانی. - تمام نواحی فوق دارای حداقل فاصله‌ای برابر ۱۰ الی ۲۰ کیلومتر از دریا بوده و در معرض بادهای دریایی نیستند.
متوسط	- ناحیه‌های با کارخانه‌هایی که دارای دود آلوده کننده مخصوصی نیستند و یا ناحیه‌هایی با تراکم متوسط از خانه‌هایی که دارای لوازم گرمازا هستند. - ناحیه‌های با تراکم زیاد خانه‌ها و یا تراکم کارخانه‌ها همراه با وزش مداوم باد و یا بارش مداوم باران. - ناحیه‌های که در معرض باد از سمت دریا بوده ولی خیلی به ساحل دریا نزدیک نیستند.
سنگین	- ناحیه‌های با تراکم زیاد کارخانه و شهرهای بزرگ دارای حومه متراکم همراه با منابع گرمایی که مولد آلودگی هستند. - نواحی نزدیک به دریا که در معرض وزش بادهای نسبتاً شدید از طرف دریا هستند.
خیلی سنگین	- ناحیه‌های که دارای گرد و غبارهای محلی و رسانا بوده و کارخانه‌هایی که مولد دودهای آلوده کننده همراه با ذرات ریز معلق هستند. - ناحیه‌هایی با وسعت محدود که خیلی به ساحل دریا نزدیک بوده و در معرض قطرات ریز آب دریا و یا بادهای آلوده خیلی قوی از طرف دریا هستند. - نواحی خشک و بدون باران (بیابانی) که در معرض طوفانها و بادهای شنی و نمکی قرار دارند.

۱- Industrial Pollution
۲- Marine (Coastal/sea) Pollution
۳- Desert Pollution
۴- Pollution Degree (Level)

www.Niasati.Profile Semnan University

عموماً برای هر منطقه نقشه آلودگی[۱] تهیه می‌شود که در آن، مناطق با سطح آلودگی یکسان به صورت منحنی‌های پیوسته نشان داده می‌شوند.

۵ ارزیابی عایق‌های بیرونی براساس آلودگی محیط

عایقهای بیرونی (مقره و مقره عبوری) سیستم قدرت بیشتر از سایر عایقها در معرض آلودگی محیطی قرار دارند. بنابراین در انتخاب مقره‌های بیرونی کلاس آلودگی محیطی باید مد نظر قرار گیرد. مطابق استانداردهای IEC ۶۰۸۱۵ مقدار فاصله خزشی مورد نیاز (حداقل فاصله یا طول سطحی یک مقره بین سمت برقدار و سمت زمین آن) به دو صورت زیر بیان می‌شود:

الف- برحسب میلیمتر (کل فاصله خزشی).

ب- برحسب میلیمتر بر کیلوولت (فاصله خزشی مرتبط با حداکثر ولتاژ سیستم).

در استاندارد IEC ۶۰۸۱۵ قوانین کلی انتخاب مشخصات مقره‌ها تحت شرایط آلاینده‌ها بیان شده است. حداقل فاصله خزشی نامی مقره‌های سرامیکی یا شیشه‌ای بیرونی بین فاز و زمین، بین فاز و فاز و یا بین ترمینالهای یک فاز کلید قدرت یا سیکسیونر، از رابطه (۱) تعیین می‌شود:

$$L_t = a \times L_r \times V_r \times k_d \qquad (۱)$$

$L_t (mm)$: حداقل فاصله خزشی نامی.

a: ضریب کاربری[۲] براساس نوع عایق مطابق جدول (۶).

$L_r (mm/kV)$: حداقل فاصله خزشی نامی مخصوص فاز به زمین مطابق جدول (۴).

$V_r (kV)$: حداکثر ولتاژ موثر فاز به فاز سیستم.

k_d: ضریب اصلاح مربوط به قطر عایق‌های پست مطابق استاندارد IEC ۶۰۸۱۵.

جدول (۴). مقدار حداقل فاصله خزشی نامی براساس سطح آلودگی IEC ۶۰۸۱۵

سطح آلودگی	فاصله خزشی فاز به فاز (mm/kV)	فاصله خزشی فاز به زمین (mm/kV)	نسبت فاصله خزشی به فاصله هوایی
خیلی سبک	۲۲	-	حداکثر ۳/۵
سبک	۲۸	۱۶	
متوسط	۳۵	۲۰	
سنگین	۴۴	۲۵	حداکثر ۴
خیلی سنگین	۵۵	۳۱	

جدول (۵). ضریب اصلاح قطر برای فاصله خزشی

قطر متوسط عایق پست (D_m)	k_d
$D_m < 300$ mm	۱
$300 \le D_m \le 500$ mm	۱/۱
$D_m > 500$ mm	۱/۲

۱- Pollution Map

۱- Application factor

www.Niasati.Profile.Semnan.ac.ir - دانشگاه سمنان - مرکز تحقیقات نیاسائی

جدول (۶). ضریب کاربری برای فاصله خزشی

کاربرد عایق	ضریب کاربری (a)
بین فاز و زمین	۱/۰
بین فازها	۱/۷۳
بین کنتاکتهای باز یک کلید یا سوئیچ	۱/۰

۶ روشهای کاهش تاثیر آلودگی‌ها بر عایقهای بیرونی

همانطور که ذکر شد، آلودگیها به همراه شرایط جوی نقش به سزایی بر کاهش قابلیت اطمینان سیستم قدرت دارند. برای پرهیز از تاثیر آلودگی‌ها بر عملکرد مقره‌ها، سه راهکار اصلی شامل انتخاب صحیح نوع مقره‌ها، حذف منابع آلاینده (انتخاب مکان مناسب برای سیستم قدرت) و نگهداری و تعویض مقره‌ها وجود دارد. بنابراین باید سطح عایقهای خارجی را همواره تمیز نگه داشت تا مانع وقوع خطای ناشی از آلودگی شوند. برای اینکار یا باید سطح مقره‌ها بطور طبیعی (خود به خود) تمیز شوند و یا شستشوی منظم آنها در برنامه تعمیر و نگهداری سیستم قرار داده شود.

اکثر روشهای کنترل آلودگی عموما به شرح زیر می‌باشند:

- بررسی شدت آلودگی (تعیین انواع سطوح یا نواحی آلودگی).
- کنترل وضعیت آلودگی روی سطح مقره‌ها به منظور تعیین زمان تمیز کردن و نگهداری آنها برای جلوگیری از وقوع مشکلات ناشی از آلودگی.
- بررسی و مقایسه رفتار و مشخصات انواع طرحهای مختلف (شکل و طول) مقره‌ها و یا مقایسه جنس و نوع مواد مقره‌ها که باید در محیطهای آلوده به کار گرفته شوند.

مقره‌های مناسب برای استفاده در مناطق آلوده شامل مقره‌های غیرسرامیکی، مقره‌های سرامیکی با پوشش سیلیکونی (RTV)، مقره‌های با پوشش نیمه هادی و مقره‌های ضدمه می‌باشند. در مرحله نگهداری نیز از دو روش شستشوی دوره‌ای و گریس‌کاری به عنوان روش‌هایی جهت کاهش تاثیر آلاینده‌ها در مناطقی که میزان آلودگی بالاست استفاده می‌شود. لذا به اختصار هر کدام از این روش‌ها معرفی می‌شوند.

۶-۱ استفاده از مقره با شکل‌های بهینه شده

شکل و فاصله خزشی مقره‌ها می‌تواند بر حسب شرایط محیطی تغییر کند. به طور کلی شکل مقره به لحاظ آیرودینامیکی بهینه می‌شود تا کمترین مقدار آلودگی ممکن را جذب کند و تمیز شوندگی خود به خودی مقره‌ها به کمک باد و باران تسهیل شود. مقره‌های ضد مه دارای فاصله خزشی تقریبا ۱/۵ برابر مقره‌های استاندارد بوده و نسبت فاصله خزشی به فاصله هوایی این مقره‌ها بین ۲/۹ تا ۴/۵ می‌باشد، که عملکرد مناسبی را در مناطق آلوده از خود نشان می‌دهند.

۶-۲ استفاده از پوشش RTV

پوشش‌های سیلیکونی (RTV[۱]) بطور مکرر هم در مقره‌های پستها و هم در مقره‌های خطوط مورد استفاده قرار می‌گیرند. این پوششها روی مقره‌های چینی و بوشینگها به منظور ایجاد یک سطح آبگریز اعمال می‌گردند. تجربیات بدست آمده نشان می‌دهد که این پوششها به خوبی عمل کرده و برای چند سال روی مقره باقی می‌مانند. همچنین این پوشش ولتاژ شکست مقره را نیز افزایش می‌دهد.

طول عمر پوشش RTV به ترکیب پوشش، ضخامت آن و شدت آلودگی بستگی دارد. این پوشش عمر مقره را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد. همچنین این پوشش را می‌توان به مقره‌ها در شرایط خط گرم نیز اعمال نمود. مکانیزم مقاومت

۱- Room Temperature Vulcanized

www.Niasati.Profile.Semnan.ac.ir - دانشگاه سمنان - دانشکده مهندسی برق

در برابر جرقه ناشی از آلودگی، بر اساس حفظ خاصیت آبگریزی[۱] سطح و به شکل کپسول در آوردن آلودگی می‌باشد. همانند مقره‌های غیرسرامیکی، پوششهای RTV به سرعت در هنگام تخلیه‌های الکتریکی فرسوده می‌شوند. لذا باید در سطوح ولتاژ بالاتر، مراقبت بیشتری برای اطمینان از اینکه مقره‌ها بدون کرونا هستند صورت گیرد.

۶-۳ بکارگیری مقره‌های با لعاب نیمه هادی

در مناطق با آلودگی سنگین، مقره‌های با لعاب نیمه‌هادی اغلب به منظور کم کردن جرقه ناشی از آلودگی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این مقره‌ها از یک لعاب مخصوص استفاده می‌شود که بصورت بسیار اندک خاصیت هدایت دارد. این لعاب برای فراهم کردن یک جریان پایدار با فرکانس قدرت در روی سطح مقره بکار گرفته می‌شود. کاربرد آن منجر به توزیع میدان الکتریکی یکنواخت و گرم شدن یکنواخت سطح مقره می‌گردد که هر دوی اینها به عملکرد مناسب مقره در شرایط آلوده کمک می‌کنند. گرم شدن سطح، ناشی از چگالی جریان، به فرآیند خشک شدن سطح کمک می‌کند. همچنین توزیع میدان الکتریکی یکنواخت‌تر، جرقه ناشی از باند خشک را کنترل می‌کند. جریان هدایتی لعاب عموما طوری انتخاب می‌شود که حدوداً یک میلی آمپر باشد و باعث گردد سطح مقره چندین درجه گرمتر از محیط اطرافش شود.
امروزه اغلب از لعاب نیمه هادی برای ساخت مقره‌های نوع یکپارچه اتکائی و بوشینگها استفاده می‌شود.

۶-۴ شستشوی دوره‌ای

در مناطقی که آلودگی شدید و بارش باران کم بوده و افزایش فاصله خزشی زنجیره مقره مقرون به صرقه نباشد از این روش استفاده می‌شود. در تعداد زیادی از تأسیسات فشارقوی، سیستمهای آب پر فشار و بلاستینگ یا گلوله‌های دی‌اکسیدکربن برای شستشوی منظم و دوره‌ای سطح جهت رفع آلودگی از روی مقره‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. از میان این روشها، روش آب پرفشار دارای کاربرد بیشتر و بمراتب کم هزینه‌تر است. روش بلاستینگ یا گلوله‌های دی‌اکسیدکربن برای شستشوی آلودگی‌های شبیه سیمان که پاک کردن آنها مشکل است، مؤثرتر می‌باشد. بطور کلی این روشها بصورت دوره‌ای، بر اساس ساختار آلودگی، شدت و چگونگی رسوب آلودگی و شرایط رطوبت محلی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۶-۵ استفاده از پوشش گریس

از ژلهای نفتی یا گریسهای هیدروکربنی به عنوان پوشش سطح مقره‌ها در نواحی با آلودگی سنگین استفاده می‌شود. این پوششها سطوح مقره‌ها را آبگریز کرده و لایه سطحی می‌تواند آلودگی را در بدنه خود بصورت کپسول درآورد که از حل شدن آلودگی در آب در هنگام شروع مکانیزم خیس شدن سطح، جلوگیری می‌کند. ضخامت گریس استفاده شده بر روی سطح مقره به نوع گریس و درجه آلودگی بستگی دارد، ولی به طور معمول ضخامت گریس‌های نفتی ۱ میلی‌متر و گریس‌های هیدروکربنی بیشتر می‌باشد. همانند روش شستشو، این روش نیز راه حلی مبتنی بر نگهداری است که باید بطور دوره‌ای تکرار شود. گریس به مرور زمان بر اثر باران و باد و اشباع آلودگی به صورت موضعی از سطح مقره جدا می‌گردد. معمولاً پیش از عملیات گریس‌کاری جدید، گریس‌کاری قدیمی می‌بایست از روی مقره پاک شود. در اکثر موارد، هم اعمال گریس جدید و هم پاک کردن گریس قدیمی، عملیاتی دستی هستند. این فرآیند کند بوده و نیاز به قطع مدار دارد.
احتمال وقوع و چگونگی وضعیت خطا به نوع و شکل مقره، شرایط آب و هوای منطقه، نوع و میزان آلودگی و همچنین ولتاژ کاری سیستم بستگی دارد.
در مناطق با آلودگی دریایی، بخاطر وجود املاح نمکی و رطوبت بالای محیط، حتی فاصله خزشی بالای ۴۰ kV/mm نمی‌تواند باعث اطمینان از کارائی مقره‌ها گردد و جرقه روی مقره‌ها تحت شرایط رطوبت بالا ایجاد می‌شود. لذا باید سطح خزشی بزرگتر از این مقدار انتخاب شود و یا برنامه شستشوی دوره‌ای زنجیره مقره‌ها اجرا گردد. شستشوی مقره‌ها باعث افزایش قابل ملاحظه هزینه‌های نگهداری می‌شود.

۲- Hydrophobicity

www.Nasaei-Profile.semnan.ac.ir

به طور کلی، به منظور کاهش جریان خزشی در مقره‌های پست از مواد مختلف شوینده مثل اسید کلریدریک رقیق (فلوئور به همراه اسید کلریدریک رقیق یا نیترات آلومینیم، یا مواد پاک کننده معمولی و غیره) به همراه گریسکاری با گریس سیلیکونی استفاده می‌شود.

استفاده از مقره‌های ضد سوپر-مه[۱] که دارای طول خزشی بزرگتری نسبت به مقره‌های ضد مه معمولی هستند برای مناطق با رطوبت خیلی بالا مناسب می‌باشند و بدون اینکه طول زنجیره مقره را افزایش دهند باعث افزایش فاصله خزشی آن می‌شوند. فاصله خزشی یک مقره ضد مه سوپر استاندارد با طول استاندارد ۱۴۶ میلیمتر برابر ۶۱۲ میلیمتر می‌باشد. در واقع با استفاده از مقره مذکور، سطح خزشی با ۴۶٪ افزایش از ۴۰ kV/mm به ۵۸/۵ kV/mm تغییر می‌کند. این افزایش سطح خزشی باعث افزایش فاصله زمانی شستشوی مقره‌ها از حداکثر ۶ ماه به ۳ سال می‌شود.

www.Niasati.Profile.Semnan.ac.ir - دانشکده مهندسی برق - دانشگاه سمنان - حسن نیاستی

۱- Super Fog