

عملکرد و مزایای پوشش های RTV سیلیکون رابر بر روی مقره های سرامیکی

مهناز شریعتی^۱ - محمد ابراهیم ابراهیمی^۲ - آناهیت رایگانی^۳

(۱) دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات، (۲) دانشگاه آزاد اسلامی - واحد ساوه

ebrahimi@iau-saveh.ac.ir

واژه های کلیدی: مقره های سرامیکی، سیلیکون رابر، پوشش RTV، آلودگی، آبگریزی، جریان نشتی.

چکیده:

ملاحظات آنکه یک عایق بر اساس آن تولید یا مورد استفاده قرار می گیرد، به ۳ دسته تقسیم می شود:

- ۱- خواص ماده،
- ۲- عملکرد در آب و هوای مرطوب و آلوده،
- ۳- هزینه تولید آن.

مقره های سرامیکی و خصوصاً نوع پرسلانی و شیشه ای از اقتصادی ترین و مناسب ترین انواع، جهت استفاده در اکثر خطوط انتقال و توزیع برق در شرایط اقلیمی کشورمان می باشند. این مقره ها به طور وسیعی در خطوط انتقال و توزیع قدرت استفاده می گردند. موارد زیادی از عدم کارایی این نوع مقره ها در مناطق مرطوب و آلوده گزارش شده است. یک روش کارا برای بهبود عملکرد این مقره ها، اعمال پوشش سیلیکونی RTV^۱ بر روی سطح مقره می باشد. این پوششها

به عنوان روشی جایگزین برای شستشوی مقره ها با آب و یا اعمال گریس بر روی سطح، که بصورت عملیات نگهداری دوره ای انجام می گردند، طراحی شده اند. پوششهای RTV در حال حاضر دارای حدود ۲۰ سال توسعه و تجربه در خطوط فشار قوی می باشند. در اکثر محیطهای آلوده، این پوششها بدون استفاده از عملیات نگهداری دوره ای، ده سال یا بیشتر دوام آورده اند. حتی در صورت نیاز به شستشو دوره ای این عملیات بصورت قابل ملاحظه ای در پریودهای طولانی تر و با هزینه کمتر صورت می پذیرد. نتایج نشان می دهد که وجود پوشش RTV، سبب بهبود خاصیت آبگریزی، بهبود ولتاژ تخلیه الکتریکی (FO)^۲، جلوگیری از جریان نشتی (LC)^۳ می گردد. اعمال این پوششها بر روی پرسلانی یا شیشه، بعنوان یکی از بهترین راه حلها برای مشکل عملکرد مقره ها در نواحی آلوده، مطرح می باشد.

² Flashover

³ Leakage Current

¹ Room Temperature Vulcanizing

۱- مقدمه:

در حضور آلودگی، جریانهای ناشی بر روی سطح مفره گسترش می یابند. جریانهای ناشی کنترل نشده می توانند سبب ایجاد تخلیه الکتریکی (FO) گردند که توقف و خوابیدن خط را ممکن است به دنبال داشته باشد [۱].

بررسی های انجام شده نشان می دهد، که ۶۵ درصد از هزینه های کل (شامل هزینه خرید و نگهداری) مربوط به هزینه های تعمیر و نگهداری مفره ها می باشد (شکل ۱) [۲].

به طور کلی روشهای تعمیر و نگهداری برای حداقل نمودن جریان ناشی و جلوگیری از FO در نواحی مرطوب و آلوده بصورت زیر دسته بندی می گردند [۳]:

۱- زدودن آلودگی ها ی تجمع یافته بر روی مفره ها به توسط تمیز کاری دوره ای.

۲- حداقل نمودن تجمع آلودگی بر روی سطح مفره با استفاده از پروفیل های اترودینامیکی.

۳- افزایش فاصله خزشی در زنجیره ها، به توسط استفاده از زنگوله های^۱ اضافی یا واحد های با فاصله خزشی فوق العاده زیاد.

۴- خشک نگه داشتن سطح مفره برای زمانهای طولانی تر در طی تر شدن طبیعی آن، با استفاده از لعاب مقاومتی^۲ یا استفاده از طرح خاص که سبب ترشوندگی مشکل تر مفره گردد.

۵- جلوگیری از تشکیل لایه آب بر روی سطح مفره به توسط پوشش دادن سطح مفره با مواد دفع کننده آب نظیر گریسها یا پوششهای سیلیکون رابر RTV..

با ابداع گریس و سیلیکون رابر برای پوشش مفره ها، روشهای تعمیر و نگهداری به میزان زیادی تغییر یافته اند. تجربه استفاده از گریس در طی ۲۰ سال گذشته نشان داده که آنها بصورت طولانی خواص دفع آب خودشان را حفظ نموده

و بصورت کامل مفره را محافظت می نمایند. با وجود این، در معرض طولانی قرار گرفتن کرونا، اشعه فوق بنفش (UV)، فرسایش، و یا تجمع آلودگی خاصیت دفع آب را کاهش می دهد. در صورت بروز این پدیده، لایه گریس باید زدوده شود و مجدداً لایه جدیدی اعمال گردد، که این امر هزینه قابل ملاحظه ای را تحمیل می نماید [۱].

جدول ۱ بعضی از روشهای نگهداری مفره را در نواحی آلوده از لحاظ دفعات لازم برای اعمال پوشش RTV، شستشوی دوره ای با آب، و اعمال گریس هیدرو کربنی یا سیلیکونی را مورد مقایسه قرار می دهد. نتایج حاکی از کاهش ضریب هزینه نگهداری است، در صورتیکه از پوشش RTV بر روی سطح مفره پرسلانی استفاده گردد [۴ و ۵].

در سالهای اخیر پوشش سیلیکون رابر بر روی مفره های پرسلانی و شیشه ای اعمال شده اند [۶]. خواص طولانی مدت مواد سیلیکونی بصورت زیر خلاصه می گردد: عایق الکتریکی عالی با استحکام دی الکتریک بالا، مقاومت به شرایط اتمسفری نظیر مقاومت به تابش UV، ازن، آب، و مقاومت به تغییرات دما [۷]. با وجود این، مهمترین خاصیت سیلیکون رابرها، خاصیت دفع آب و آبگریزی آنها در شرایط اتمسفری مفره های ولتاژ بالایی باشد.

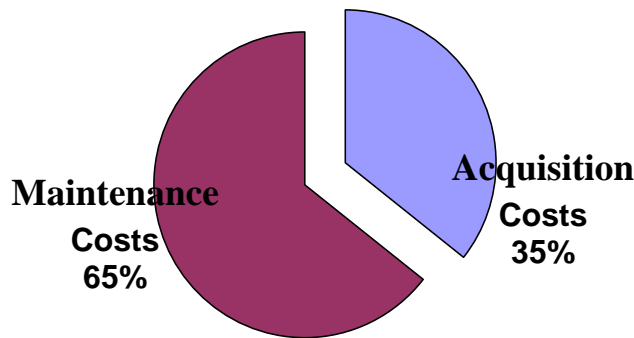
اگرچه مشکلات کمی در پوششهای نسل اول RTV بروز نمود، اصلاح تکنولوژی برای بهبود در مشخصه های دوام، چسبندگی بهتر به پرسلان، مقاومت به برگشت، و یا دی پلیمریزاسیون انجام پذیرفته است. همچنین بهبود در مقاومت به گسترش جریان ناشی و FO صورت گرفته است [۸].

تستهای آزمایشگاهی نشان داده است که چگونه پوشش RTV سبب توانایی بلند مدت در محدود کردن جریانهای ناشی و نتیجتاً جلوگیری از FO دارد. سیلیکون رابر (SIR)^۱ یک سطح دفع کننده آب اولیه را ایجاد و از جریان ناشی مانع می نماید.

¹ bells

² Resistive glaze

¹ Silicone Rubber



شکل ۱: تخمین هزینه تعمیر و نگهداری در مقایسه با هزینه کل مفره ها [۲].

جدول ۱: مقایسه بعضی روشهای نگهداری مفره ها در نواحی آلوده [۵۴]

روش مورد استفاده	دفعات	ضریب هزینه
RTV پوشش	هر ۱۰ سال یکبار	۱
شستشو دوره ای با آب	باردر سال ۴	۷
اعمال گریس هیدروکربنی	هر ۱۸ ماه یکبار	۳
اعمال گریس سیلیکونی	هر ۱۸ ماه یکبار	۳

۲- مقایسه کلی پوسلان با پوشش RTV وسایر مفره ها:

با توجه به افزایش تنوع مفره های موجود در جهان و اهمیت انتخاب مفره مناسب، این مقاله سعی دارد تا بهترین مفره را برای آب و هوای گرم و مرطوب در کشورهای در حال توسعه معرفی نماید. با توجه به وجود مناطق صنعتی و غیر صنعتی در این کشورها و احتمال نزدیکی به سواحل، انواع مفره های مورد بررسی (کامپوزیتی، پوسلانی و پوسلانی پوشش دار) در سه منطقه صنعتی، ساحلی و تمیز مورد بررسی قرار گرفته اند و سعی شده است بر اساس جمع بندی مشاهدات ظاهری و فاکتورهای قابل اندازه گیری (هیدروفوبیسیت، دانسیته رسوب نمکی معادل و جریان ناشی) مفره مناسب برای هر یک از این مناطق معرفی شود. نتایج

با وجود این، در صورت وجود میزان آب زیاد یا شرایط طولانی مدت تر شدن، خاصیت دفع آب به صورت موقتی از بین رفته و جریانهای ناشی ممکن است بروز نمایند. همچنین افزودن پرکننده تری هیدرات آلومینا به SIR سبب جلوگیری از اضمحلال ماده ناشی از قوس زنی باند خشک (DBA)^۲ می گردد.

بعد از یک مدت زمان خشک شدن نسبتاً کوتاه، دفع آب و آبگریزی (هیدروفوبیسیت) برگشت نموده و حفاظت مجدداً بازیابی می گردد. تجربه نشان داده است که شستشوی با آب مفره های با پوشش SIR مورد نیاز نمی باشد [۱].

² Dry Band Arcing

و غیره خود نمایی می‌کند و در کل این پیر شدگی منجر به افت خواص مفید عایقی مقره می‌شود [۹ و ۱۲].

عملکرد مقره های کامپوزیتی اصولاً در اثر خواص هیدروفوبیک (دفع آب) سطحی آنها بوده و این خاصیت جریان نشستی سطح مقره ها را کاهش داده و ولتاژ تخلیه الکتریکی (FOV)^۱ را بالا می‌برد، ولی در عوض در اثر افزایش تنش های الکتریکی و محیطی، با افت شدید یا جزئی هیدروفوبیسیته مواجه خواهیم بود [۱۰].

بنابراین با توجه به ابهامات موجود در عملکرد مقره های کامپوزیتی، این مقره ها باید در نواحی متفاوت: معتدل، سرد و قطبی، بیابانی، و گرم و مرطوب مطالعه شوند. همچنین عملکرد این مقره ها با سایر مقره ها در هر یک از این نواحی مقایسه گردد تا بهترین گزینه انتخاب شود.

در میان نواحی آب و هوایی مختلف، نواحی گرم و مرطوب دارای رطوبت، بارندگی، دما و تابش خورشیدی بالا هستند و همه این فاکتورها ممکن است به صورت خاصی بر عملکرد مقره ها تأثیر بگذارند. برای مثال، رطوبت بالا می‌تواند یک سطح هادی روی مقره ایجاد نماید و در عوض بارندگی سنگین، آلودگی ها را می‌شوید. تابش شدید خورشید و دمای بالا منجر به پیرشدگی سریع مقره شده و از طرفی سرعت بازیابی هیدروفوبیسیته سطحی چترک پلیمری را افزایش می‌دهد. بنابراین تأثیر تمام این فاکتورها بر عملکرد مقره حائز اهمیت است [۹ و ۱۲].

پرسلان ها و شیشه مواد معدنی هستند که به خاطر مقاومت بالا به تخریب شدن و پایداری بالا برای سالهای متمادی شناخته شده هستند. از طرف دیگر، آنها به خاطر انرژی آزاد سطحی بالاتر نسبت به پلیمر، تمایل به تر شدن و جذب آلودگی ها را دارند.

نشان می‌دهد که حتی در یک منطقه آب و هوایی بر اساس میزان و نوع آلودگی های محیطی، اولویت بندی مقره ها متفاوت بوده و بهترین مقره برای هر یک از این مناطق متفاوت از منطقه دیگر است.

شکل ۲، میزان آلودگی ESDD^۳ را برای انواع مقره ها، در ناحیه با آلودگی صنعتی مورد مقایسه قرار می‌دهد. همانطور که از این شکل مشاهده می‌شود، اگر چه مقره پرسلانی بدون پوشش دارای میزان آلودگی بیشتری نسبت به مقره SIR هستند، ولی مقره پرسلانی پوشش دار دارای میزان آلودگی نسبتاً پائینتری در مقایسه با SIR است.

در شکل ۳، خاصیت آبگریزی (HC)^۱ در ناحیه ساحلی با گذشت زمان مورد مقایسه قرار گرفته است. همانطور که در این شکل مشاهده می‌گردد، خاصیت آبگریزی مقره پرسلانی با پوشش RTV در سطح بسیار مطلوبی قرار دارد. لازم به ذکر است کلاس HC=0 بیانگر سطح کاملاً آبگریز، و کلاس HC=7 مبین سطح کاملاً آبدوست است.

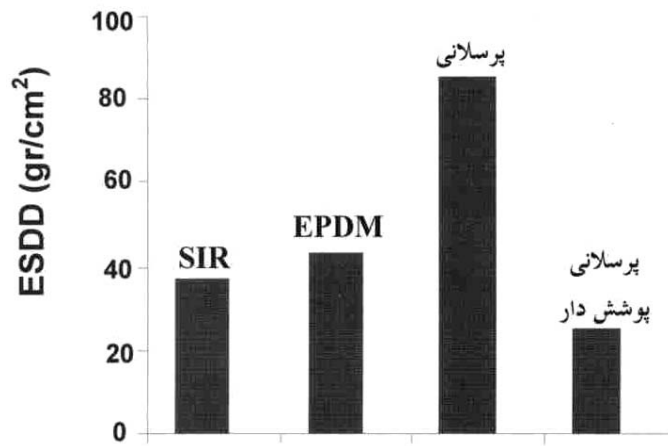
در ناحیه تمیز نیز مقره های مختلف از لحاظ تغییر در خاصیت آبگریزی (هیدروفوبیسیته) با گذشت زمان، مورد مقایسه قرار گرفته اند (شکل ۴). نتایج حاکی از برابری نسبی در خاصیت آبگریزی برای مقره های SIR و پرسلانی با پوشش RTV می‌باشد. مقره پرسلانی بدون پوشش دارای عملکرد مناسبی از لحاظ آبگریزی نسبت به دو مقره ذکر شده قبلی نمی‌باشد.

در طی دو دهه اخیر، مقره های پلیمری که "کامپوزیتی" یا "غیر سرامیکی" نامیده می‌شوند، به عنوان یک گزینه در مقابل مقره های پرسلانی و شیشه ای مطرح شده اند. فواید مقره های کامپوزیتی نسبت به مشابه سرامیکی، وزن کم، مقاومت در برابر تخریبهای عمدی و قابلیت پایداری در محیطهای آلوده می‌باشد، در مقابل، یک محدودیت مهم در عملکرد مقره های کامپوزیتی، پیر شدگی سطحی چترک پلیمری است، که به صورت فرسایش، ایجاد مسیرهای هادی

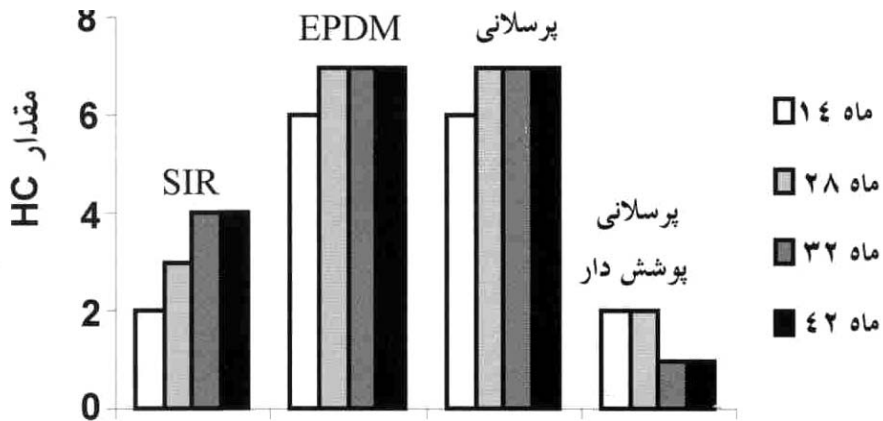
³ Equivalent Salt Deposit Density

¹ Hydrophobicity Class

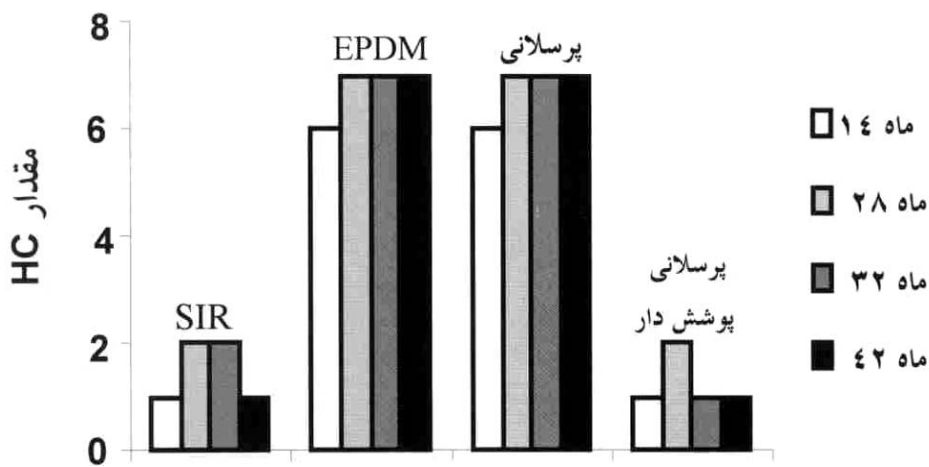
¹ Flashover Voltage



شکل ۲: مقایسه آلودگی ESDD انواع مقره‌ها در ناحیه صنعتی [۹]



شکل ۳: مقایسه خاصیت آبگریزی انواع مقره‌ها در ناحیه ساحلی [۹ و ۱۰]



شکل ۴: مقایسه خاصیت آبگریزی انواع مقره‌ها در ناحیه تمیز [۹ و ۱۱]

در سالهای اخیر مطالعات و بررسیهای زیادی برای انتخاب مقره مناسب برای استفاده در شرایط آلوده انجام پذیرفته است. بدین منظور مقره‌های با پوشش RTV بصورت آزمایشگاهی و استفاده در خط مورد بررسی بوده اند. بررسی آنها در مناطق مختلف گرمسیری، مرطوب، و آلوده در کشورهایی نظیر چین، اندونزی، کانادا، و آمریکا گزارش شده است [۱،۱۴،۱۳،۸،۶]. نتایج نشان می‌دهد که مقره‌های پرسلانی و شیشه با پوشش RTV یک راه حل مناسب برای مشکل آلودگی مقره‌ها می‌باشد. که در این مقاله مورد بحث قرار می‌گیرد.

۳ - مشخصه‌ها و خواص پوشش‌های RTV:

SIR در بسیاری از کاربردهای الکتریکی استفاده می‌شود. خصوصیت آن در خواص دی الکتریک خوب، قابلیت انعطاف در محدوده وسیعی از درجه حرارت، مقاومت عالی به تابش UV، مقاومت شیمیایی خوب، مقاومت به تخریب حرارتی، و مقاومت به FO می‌باشد. یکی از مهمترین خواص SIR برای کاربرد بعنوان عایق، حفظ خاصیت آبگریزی تحت شرایط اتمسفری سخت و ولتاژ بالا می‌باشد. این امر نشان داده شده است که SIR بخاطر انرژی سطحی پائین، آبگریزی را نتیجه می‌دهد [۱۵]. زمانیکه این پوشش بر روی مقره‌های پرسلانی اعمال گردد، سطح آبگریز (هیدروفوبیک)، بوجود می‌آید که از گسترش LC و DBA حتی در حضور آلودگیها جلوگیری می‌نماید (شکل ۵).

ماده	پیوند شیمیایی	انرژی (kJ/mole)
SIR	-Si-O-	445
	-H-C-	414
EPDM	-C-C-	348
	-Si-C-	318
تابش UV خورشید ($\lambda=300nm$)		398

جدول ۲: مقایسه انرژی پیوند مقره‌ها با انرژی UV خورشید

مقره‌های پلیمری و کامپوزیتی که از مواد آلی تشکیل یافته اند در مقایسه با پرسلان و شیشه دارای باندهای الکتروستاتیک ضعیفی می‌باشند، که به سهولت می‌شکنند. بنابراین این نوع مقره‌ها آمادگی بیشتری به تخریب سطحی ناشی از حرارت ایجاد شده از تخلیه الکتریکی، مواد شیمیایی و آب، عناصر طبیعی نظیر نور خورشید، رطوبت، درجه حرارت و غیره را دارا می‌باشند. جدول ۲، انرژی شکست پیوند در دو نوع پلیمر معمول برای مقره (EPDM, SIR) با انرژی UV خورشید، مورد مقایسه قرار گرفته است. این جدول نشان می‌دهد که انرژی UV خورشید می‌تواند به مرور زمان سبب تجزیه پلیمر مقره‌های کامپوزیتی گردد.

از اینرو، مقره‌های پلیمری و کامپوزیتی می‌توانند کاهش در خواص مکانیکی و الکتریکی را به مرور زمان به دنبال داشته باشند و این تغییرات، دائمی و غیر قابل برگشت می‌باشد، که اصطلاحاً تحت عنوان پیر شدن (aging)، مورد استناد قرار می‌گیرد. زمانیکه باندهای شیمیایی در هیدروکربن‌ها شکسته می‌شوند کربن آزاد تشکیل می‌گردد که یک ماده هادی خوب حتی در حالت خشک می‌باشد. این امر به طور مشهود غیر مطلوب و موجب ایجاد مسیر هادی^۱ می‌شود.

در سالهای اخیر مقره‌های کامپوزیتی، گستردگی یافته اند. با وجود این، کاربرد آنها به نواحی تمیز یا با آلودگی کم محدود شده است. تخمین زده می‌شود که حدود ۹۵٪ از مقره‌های پلیمری در آمریکا در نواحی تمیز استفاده می‌گردند. تجربه استفاده از مقره‌های پلیمری در مناطق با آلودگی شدید نمک در آمریکا، نظیر تجربه بدست آمده در سایر نقاط دنیا بوده است. این بدان معناست که شکست و ازکارافتادگی وسیع مقره‌ها مشاهده شده است [۱۳]. بنابراین استفاده از مقره‌های غیر سرامیکی در نواحی آلوده یک موضوع بحث انگیز بوده و هست. نگرانی اصلی برای استفاده از مقره‌های غیر سرامیکی در نواحی آلوده، گسترش LC و ایجاد DBA بر روی سطح مقره‌ها می‌باشد [۸].

¹ Tracking

۳-۱- جلوگیری از جریان ناشی (LC):

از مشخصه‌های مهم پوشش می‌توان توانایی پوشش در جلوگیری از LC و نتیجتاً جلوگیری از FO نام برد. جلوگیری از LC به توسط مشخصه‌های آبگریزی و تر نشوندگی سطح سیلیکون حاصل می‌شوند. مطالعات مختلفی بر روی توانایی پوشش‌های RTV برای جلوگیری از LC با تست در یک محفظه مه نمکی یا با روش‌های دیگر انجام پذیرفته است [۱۶، ۱]. شکل ۶، نتایج به دست آمده برای LC را در یک محفظه مه نمکی برای مقره پرسیلانی پوشش دار و بدون پوشش، نشان می‌دهد. ایجاد LC مبین افت خاصیت آبگریزی سطحی می‌باشد.

۳-۲- آبگریزی:

جهت اندازه‌گیری افت خاصیت آبگریزی معمولاً از اندازه‌گیری زاویه تماس (تر کنندگی) و روش اسپکتروسکوپی مادون قرمز فوریه (FTIR)^۱، استفاده می‌شود [۷]. اسپکتروسکوپی FTIR بر روی سطوحی که خاصیت آبگریزی خود را از دست داده‌اند، تهی شدن سطح از آنچه که "زنجیره‌های پلیمری آزاد" نام دارد را نشان می‌دهد. این زنجیره‌های پلیمری آزاد گاهی بعنوان مایع سیلیکونی آزاد^۲، مورد استفاده واقع می‌شوند که از داخل به طرف سطح پوشش نفوذ می‌نمایند. این مایع آزاد در روی خاصیت تر نشوندگی سطح به توسط لایه‌های آلودگی، نقش دارد. عمل تر نشدن توسط محاصره ذرات آلودگی با مایع سیلیکونی تک لایه انجام می‌پذیرد. همانطور که مایع آزاد به تدریج از سطح پوشش در طی در معرض آب قرار گرفتن پوشش زدوده می‌گردد، سطح پوشش توانایی خود را در جلوگیری از LC از دست می‌دهد. در طی دوره خشک بودن مقره (در صورت طولانی بودن)، مایع آزاد اضافی به سطح مهاجرت نموده و خاصیت آبگریزی پوشش باز یابی می‌گردد [۷].

از نقطه نظر فنی برای مواد سیلیکونی مورد کاربرد در مقره‌ها، استفاده از فیلر ATH^۳ ضروری است. این امر بخاطر جلوگیری از فرسایش و ممانعت از ایجاد مسیرهای هادی سطحی صورت می‌گیرد. فرسایش و tracking ممکن است در زمانی که آبگریزی بصورت موقتی از دست رفته است بر اثر وقوع DBA، ایجاد گردند [۵]. افزودن ماده فیلر به ترکیب پوشش، دارای یک تأثیر دوگانه می‌باشد. اول اینکه فیلر جایگزین مقداری از سیلیکون پوشش می‌گردد و بنا بر این سبب کاهش میزان مایع آزاد موجود می‌شود. دوم اینکه فیلر می‌تواند به عنوان یک حایل ممانعت کننده و کند کننده برای نفوذ مایع آزاد از درون به سطح پوشش عمل نماید که سبب زمان طولانی‌تر در فرایند بازیابی می‌شود. برای یک فیلر با توزیع و اندازه دانه مشخص، یک غلظت بهینه برای حفاظت در مقابل erosion و tracking وجود دارد.

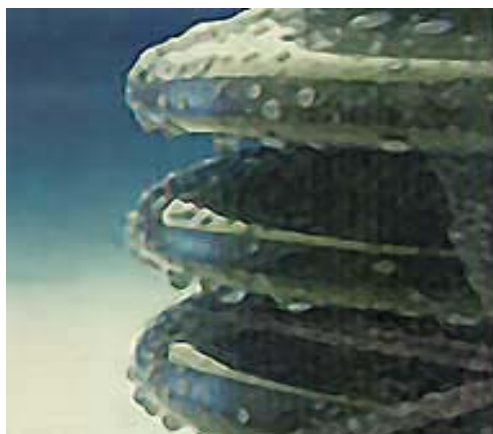
۳-۳- عملکرد تخلیه الکتریکی:

آلودگی و شرایط تر نشوندگی عملکرد FO مقره‌های پرسیلانی را تعیین می‌نماید. بخاطر خاصیت آبگریزی، پوشش RTV تر شدن کامل سطح را اجازه نداده و در نتیجه عملکرد FO مقره‌های پوشش دار به میزان زیادی بهبود می‌یابد [۱۷]. بررسی‌های آزمایشگاهی و حقیقی نشان می‌دهد که ولتاژ FO مقره‌های با پوشش RTV می‌تواند به میزان ۱۰٪ بیش از مقره‌های بدون پوشش باشد زمانیکه رطوبت نسبی محیط ۸۰٪ است. ولتاژ FO مقره پوشش دار به میزان ۳۰ درصد بالاتر از مقره بدون پوشش در شرایط بارانی و به میزان ۶۰ درصد بیشتر در شرایط مهی می‌باشد. همچنین ولتاژ FO مقره پوشش دار می‌تواند به میزان ۱۰۰ درصد بیش از مقره بدون پوشش تحت شرایط آلوده با دانسیته رسوب نمک معادل (ESDD) در محدوده ۰/۴-۰/۵ mg/cm^۲ می‌باشد [۱۴ و ۱۷]. این امر دریافته شده است که تفاوتی آشکار بین فعالیت تخلیه الکتریکی مقره‌های پوشش دار و بدون پوشش به چشم می‌خورد. پدیده تخلیه الکتریکی سطح مقره‌ها می‌تواند با یک دوربین با سرعت بالا مورد بررسی قرار گیرد [۱۴].

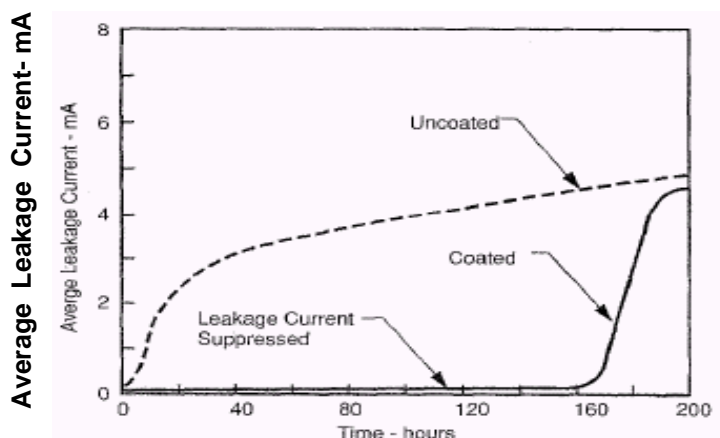
^۱ Fourier Transform Infrared

^۲ Free Silicone Fluid

^۳ Alumina Tri-Hydrate



شکل ۵: یک مقره فشار قوی با پوشش RTV آبگریز که سبب جلوگیری از جریان نشتی می‌گردد.



شکل ۶: جلوگیری از جریان نشتی در مقره پرسیلانی پوشش دار و بدون پوشش مورد آزمایش در محفظه مه نمکی [۱۶]

لایه سیمان بر روی مقره، شستشوی دوره ای را برای جلوگیری از FO ضروری می‌نماید. از آنجائیکه این نوع آلودگی به پوشش RTV نمی‌چسبد، فشار آب در هنگام شستشوی دوره ای این لایه رسوبی ضخیم را می‌زداید.

۳-۵- فرمولاسیون پوشش‌های سیلیکونی RTV:

پوشش‌های RTV از رزین‌های با عوامل Silane تشکیل شده اند که با پرکننده (فیلر) آلومینا تری هیدرات (ATH) اصلاح می‌گردند تا برای مقره های فشار قوی مناسب باشند. سیستم‌های پوشش RTV تجاری متشکل از پلیمر دی متیل

۳-۴- چسبندگی پوشش:

یکی از کاربردهای اصلی پوشش RTV در نواحی ساحلی، اهمیت چسبندگی پوشش به سطح پرسلان می‌باشد [۳]. این امر دریافته شده است که وزش باد همراه با مقادیر زیاد نمک، سبب فرسایش و پریدگی پوشش می‌گردد. پس از بلند شدن پوشش از روی سطح، نفوذ آلودگی اشباع از نمک به فصل مشترک پوشش و سطح پرسلان، سبب ایجاد شرایط ناخواسته برای کارایی پوشش می‌گردد. به همین دلایل، کاربرد موفق پوشش RTV در محیط‌های بیابانی نیز نیازمند چسبندگی خوب به سطح پرسلان می‌باشد. در نزدیکی کارخانجات سیمان، کارایی پوشش قدری کاهش می‌یابد. ایجاد سریع یک

- ایجاد پوشش سیلیکون رابر RTV بر روی سطح مقره، سبب افزایش ولتاژ FO مقره‌های پرسلانی و شیشه‌ای در مناطق آلوده می‌گردد که جایگزینی خوب برای عملیات تمیز کاری یا چرب کردن سطح مقره‌ها می‌باشد.
- استفاده از پوشش‌های RTV در نواحی مختلف در دنیا، جلوگیری از FO و دوام طولانی‌تر را نتیجه داده است.
- خواص چسبندگی به سطح پرسلان، دفع آب، جلوگیری از جریان ناشی، و مقاومت به فرسایش و tracking از مشخصه‌های مهم سیستم‌های پوشش RTV می‌باشد.
- ولتاژ FO مقره‌های پوشش دار حدود ۳۰٪ بیشتر نسبت به مقره‌های بدون پوشش است.

۵- مراجع:

- 1) E.A. Cherney, R. Hackam, and S.H. Kim, "Porcelain Insulator maintenance with RTV Silicone Rubber Coatings", *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol.6, No.3, (1991).
- 2) R. Munteanu, "Use of Leakage Current Monitoring System for Maintenance of Insulators", *World Conf. On Insulators, Arresters & Bushings*, Malaga, Spain, (2003).
- 3) R.S. Gorur et al., "Protective Coatings for Improving Contamination Performance of Outdoor High Voltage Ceramic Insulators", *IEEE Transaction on Power Delivery*, Vol.10, No.2, (1995).
- 4) Gorur, Cherney, and Burnham, "Outdoor Insulators", Ravi Gorur Inc., (1999).
- 5) "Estimating Costs of Using SYLGARD HVIC for a 40-Year Period", Dow Corning Report (2003).
- 6) Suwarno, "Silicone Compound Coating on Ceramic Insulators under Various Environmental Conditions", *Proceeding of the 7th Int. Conf. on Properties and*

سیلوکسان (PDMS)^۱، یک فیلر تقویت کننده نظیر سیلیس فومی^۲، فیلر ATH، رنگدانه (پیگمنت)، و عامل پیوند ساز می‌باشند. پوشش RTV همچنین ممکن است حاوی مایع PDMS، فیلرهای اضافی یا کاتالیستهای متراکم کننده و افزایش دهنده چسبندگی برای بهبود اتصال به سطوح سرامیکی باشد [۷]. این اجزاء در یک حلال (معمولاً naphtha) پراکنده می‌شوند. حلال صرفاً بعنوان یک عامل حمل کننده برای انتقال سیلیکون RTV به سطح مقره می‌باشد. بعد از تبخیر شدن حلال، رطوبت موجود در هوا برای انجام عمل ولکانیزاسیون وارد عمل می‌گردد، و یک پوشش لاستیکی جامد بر روی سطح تشکیل می‌گردد. خواص الکتریکی و فیزیکی پوشش بصورت قابل ملاحظه‌ای بسته به فرمولاسیون پوشش تغییر می‌یابد.

دو نوع پوشش RTV وجود دارد. یکی سیستم دوجزئی و دیگری سیستم تک جزئی می‌باشد. هر دو نوع شامل پلیمر PDMS، کاتالیست و یک عامل پیوند ساز می‌باشند. در سیستم دو جزئی تشکیل یک پوشش لاستیکی جامد بستگی به پیوند ساز و کاتالیست دارد. در حالیکه، در یک سیستم تک جزئی، رطوبت موجود در هوا عمل ولکانیزاسیون را برای ایجاد پوشش جامد انجام می‌دهد. سرعت تشکیل هر دو نوع پوشش بستگی به نوع حلال، درجه حرارت، و رطوبت نسبی دارد [۱۷]. پوشش می‌تواند بر روی مقره‌های پرسلانی به توسط غوطه وری، رنگ زدن، یا اسپری اعمال گردد. ضخامت پوشش بین ۰/۳-۰/۵ mm پیشنهاد شده است. تجربه نشان داده که ضخامت پوشش یک فاکتور مهم در عملکرد یا دوام پوشش نمی‌باشد. پوشش‌های با ضخامت ۰/۱-۰/۷ mm در خط بر روی مقره‌ها اعمال گردیده اند [۱۷].

۴- نتیجه گیری:

- ایجاد خاصیت آبگریزی سطحی در نواحی با آلودگی صنعتی، ساحلی، و نواحی تمیز برای مقره‌های پرسلانی با پوشش RTV مشابه با مقره‌های کامپوزیتی سیلیکون رابر می‌باشد.

¹ Poly Di Methyl Siloxane

² Fumed Silica

17) G. Zhicheng and J. Zhidong,"The Developments of Room Temperature Vulcanized Silicone Rubber Coatings and Its Application in China",*IEEE* (2002).

Application of Dielectric Materials,Japan,(2003).

7) E.A. Cherney and R.S. Gorur," RTV Silicone Rubber Coatings for Outdoor Insulators",*IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, Vol.6, No.5, (1999).

8) E.A. Cherney,"RTV Silicone- A High Tech Solution for a Dirty Insulator Problem", *IEEE Electrical Insulation Magazin*,(1995).

9) M. Fernando," Performance Insulators in Tropical Environments," Printed by Chalmers Technology, 1999.

10) J. Lambrecht , et al. , Evaluation of the hydrophobicity , *IEEE 6th International Conference on Conduction and Breakdown in Solid Dielectrics* , pp.430-433 , 1998 .

11) M.A.R.M. Fernando and S.M. Gubanski , "Leakage current pattern on contaminated polymeric surfaces" , *IEEE Trans. On Dielectrics and Electrical Insulation* , Vol.6,No.5 ,pp.688-694, 1999.

12) Satoshi Kobayashi , et al. , Development of Composite Insulators for Overhead Lines , *Furukawa Review* , No.19 , 2000 .

13) K.T. Eldrige,"A Comparison Between Silicone Rubber Composite Insulators and RTV Coated Glass Insulators", *Midsun Group Report*,(2002).

14) Z. Jia et al.,"A Study on the Discharge Along RTV Coated Insulators",*Proceeding of Int. Symp. On Electrical Insulating Materials*,Japan(1998).

15) Gorur , Cherney, and Burnham,"Outdoor Insulators", Ravi Gorur Inc.,(1999).

16) S.H. Kim, E.A. Cherney and R. Hackam, "Suppression Mechanism of Leakage Current on RTV Coated Porcelain and Silicone Rubber Insulators",*IEEE Transaction on Power Delivery*,Vol.16,No.4,(1991).