

بررسی مقره‌های کامپوزیتی (غیرسرامیکی)، مشکلات و محدودیتها

منا شیرپور ۱، محمد ابراهیم ابراهیمی ۲
دانشگاه صنعتی شریف ۱، پژوهشگاه نیرو ۲

واژه‌های کلیدی: مقره‌های کامپوزیتی، مقره‌های پرسلانی، هیدروفوبیسیتته، آلودگی

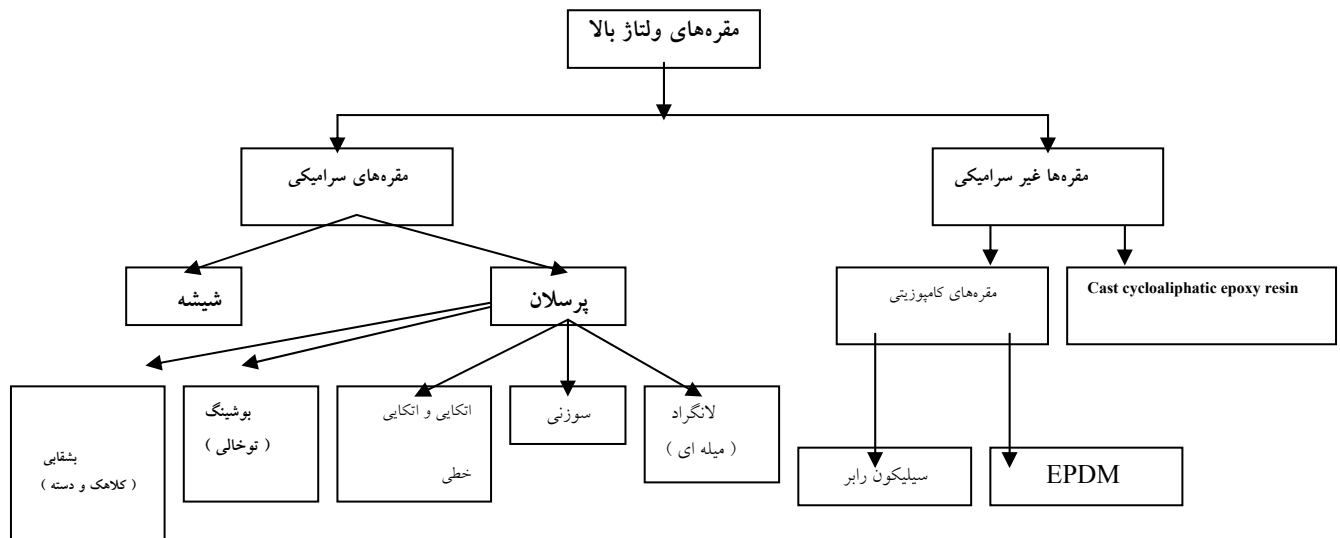
چکیده:

طراحی، کمبود اطلاعات درباره خواص مواد اولیه، پراکتدگی استانداردها و ضعف کنترل کیفیت در حین تولید می‌باشند. به دلایل مذکور، هیچ کارخانه‌ای تجربه تولید یک طرح واحد مقره کامپوزیتی را بیش از ۱۲ سال ندارد.

مشابه مقره‌های پرسلانی، مقره‌های کامپوزیتی نیز دارای مشکلاتی هستند و اکثر این مشکلات راه حل دارند، ولی اجرای این راهها نیازمند هزینه‌های بالای تجهیزاتی و نیروی انسانی است. مهم ترین مشکل مقره‌های کامپوزیتی، پیر شدن و پیش بینی طول عمر مقره‌ها می‌باشد و به طور کلی این مشکلات کاربرد این نوع مقره‌ها را محدود کرده اند. در این تحقیق مشکلاتی مانند شکست ترد هسته، ضعف اتصال رابر و هسته، مشکلات مناطق آلوده و نگرانیهای تعمیر و نگهداری بررسی شده اند.

یک مسأله کلیدی در ایجاد یک خط انتقال مطمئن، انتخاب مقره ولتاژ بالا می‌باشد. از ابتدا مواد مورد استفاده در ساخت مقره‌ها، پرسلان و شیشه بوده است، ولی این نوع مقره‌ها دارای معایبی هستند. برای غلبه بر این مشکلات مقره‌های کامپوزیتی - با چترک سیلیکون رابر، مقاوم در برابر شرایط محیطی و هسته فایبر گلاس تقویت شده پلاستیکی برای تحمل نیروهای کششی - پیشنهاد شدند. در این تحقیق پس از توضیح ساختار مقره کامپوزیتی، خاصیت هیدروفوبیسیتته قسمت سیلیکونی و مقاومت آن در برابر آلودگی مورد بحث قرار گرفته و در ادامه مقره‌های کامپوزیتی و پرسلانی مقایسه شده اند.

همچنین ضعف‌ها و عیوب مقره‌های کامپوزیتی بررسی شده است. این عیوب ناشی از ضعف اطلاعات



تصویر (۱) - طبقه بندی مقره‌های خطوط نیرو [۶]

پارامترها در صنایع کنونی استفاده می‌شوند. [۶]
امروزه عمدتاً مقره‌های به کار رفته در خطوط انتقال نیرو، از پرسلان و شیشه ساخته می‌شوند، این دو نوع مقره ویژگی‌های مناسبی دارند و به طور گسترده در دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما مشکلات این مقره‌ها مانند وزن زیاد، مقاومت کم به ضربه و افت پایداری ولتاژی در اثر وجود آلودگی، باعث توجه به مقره‌های کامپوزیتی شده است. [۲]

تقریباً در سال ۱۹۵۰، مقره‌های سبک پلیمری برای خطوط انتقال نیرو پیشنهاد شدند و مدتی بعد، اولین مقره پلیمری در تجربیات عملی مورد بررسی قرار گرفت و البته این مدل در تجربه با شکست مواجه شد. حدوداً در سال ۱۹۶۰، اروپاییها اولین مدل آزمایشگاهی مقره پلیمری شامل میلهء فایبر گلاس همراه با انواع مختلف چترک پلیمری و قسمتهای فلزی را ارائه کردند. [۱]

۱- مقدمه :

عیوب و نواقص خطوط انتقال ولتاژ بالا می‌تواند منجر به قطع گسترده برق شود و در نتیجه صدمات سنگین اقتصادی به وجود خواهد آمد، با وجود چنین خطراتی، صنایع انتقال نیرو باید به میزان اطمینان عملکرد سیستم انتقال توجه نمایند. یک بحث کلیدی در ایجاد سیستم انتقال مطمئن انتخاب مناسب مقره‌های ولتاژ بالا می‌باشد. در حقیقت، بیش از نیمی از دلایل قطعی برق ناگهانی سیستم انتقال مربوط به معایب مقره‌ها است. [۵]

در قرن اخیر مقره‌های ولتاژ بالا به سرعت گسترش یافته اند و این امر از مقره‌های پرسلانی (چینی) آغاز شده است. در حال حاضر مقره‌های پلیمری (کامپوزیتی) نیز به کار گرفته می‌شوند. طبقه بندی انواع مقره‌ها در تصویر (۱) نشان داده شده است. مقره‌های پرسلانی انواعی دارند که بر حسب نوع کاربرد و سایر

در دو دهه اخیر، مقره‌های کامپوزیتی غیر سرامیکی در تعدادی از کشورها مورد استفاده قرار گرفته است، ولی علی‌رغم رشد خیلی سریع شناسایی پتانسیل فواید مقره‌های کامپوزیتی، کاربرد آنها در بسیاری مناطق جهان گسترش نیافته و مطالعات همچنان ادامه دارد. [۴]

به طور کلی کاربرد مقره‌ها در محیط‌های آلوده و مرطوب، اولین بار صنایع ساخت مقره را به سمت گسترش مقره‌های کامپوزیتی سوق داد. اما از طرف دیگر صنایع مصرف کننده به چندین دلیل روند استفاده از مقره‌های کامپوزیتی را آهسته جلو می‌برند، یکی اینکه این صنایع انتظار دارند مقره‌های ولتاژ بالا، دارای طول عمر بیش از ۵۰ سال باشند و از طرفی عمر مقره‌ها، یک امر بحرانی است.

مورد دیگر اینکه اکثر صنایع در حذف یک خط انتقال برای تعمیر و یا معاینه مقره‌ها محدودیت دارند، بنابراین دلیل روند کند استفاده از مقره‌های کامپوزیتی مشخص می‌شود، در حالی که مقره‌های پرسیلانی در بسیاری موارد کارایی خوبی دارند. البته محاسن مقره‌های کامپوزیتی _ وزن کم، نصب راحت، هزینه کمتر نصب و ... - تعدادی از صنایع و مهندسی را در زمینه تحقیق و استفاده از مقره‌های کامپوزیتی تشویق کرده است.

از طرفی گسترش استانداردهای تست الکتریکی و مکانیکی مقره‌های کامپوزیتی در گسترش این نوع مقره‌ها ضروری است و در حال حاضر تعدادی از سازمانهای بین‌المللی مانند انستیتوی مهندسی الکتریک و الکترونیک (IEEE^۱) در حال گسترش متدهای تست استاندارد هستند. [۵]

گرچه استفاده از مقره‌های کامپوزیتی در حال حاضر در شمال آمریکا و اروپا معمول است، صنایع برق سایر کشورهای دنیا در استفاده از این تکنولوژی جدید مردد هستند. کشور ژاپن نیز هنوز مقره‌های

کامپوزیتی را به طور گسترده استفاده نکرده و فقط در مواردی برای انجام تحقیقات و محاسبه طول عمر مقره، آنها را در سیستم انتقال به کار برده است و عمر این مقره‌ها در ژاپن حدود ۵ سال است. [۵ و ۲]

مقاله حاضر پس از بررسی اجمالی خواص ویژه و مناسب مقره‌های کامپوزیتی و مقایسه این مقره‌ها با مقره‌های پرسیلانی، محدودیت‌ها و نگرانیهای موجود در استفاده از مقره‌های کامپوزیتی را بررسی کرده و قصد دارد گوشه‌ای از دلایل تردید مصرف کنندگان جهانی را در استفاده از این تکنولوژی جدید نشان دهد.

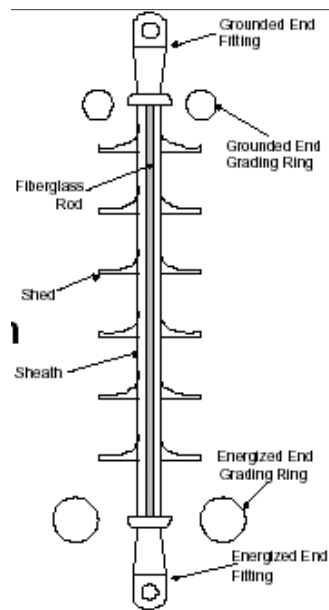
۲- شرح مقاله :

۲-۱- اجزای اصلی مقره‌های کامپوزیتی :

مقره کامپوزیتی از یک هسته، بستهای انتهایی و یک رابر (rubber) محافظ خارجی تشکیل شده است، هسته، یک میله فایبر گلاس تقویت شده پلاستیکی (FRP^۲) است تا خواص مکانیکی مناسب در مقابل نیروهای کششی بهبود یابد. بستهای انتهایی نیز کشش را از سیم‌ها به پایه (tower) منتقل کرده و از استیل فورج شده، چدن یا آلیاژ آلومینیوم ساخته می‌شوند. خارجی ترین قسمت سیلیکون رابر (به عنوان مناسب ترین ماده شناخته شده) است و خاصیت عایق الکتریکی و مقاومت در مقابل شرایط آب و هوایی مقره را باعث می‌شود و از طرفی در مقابل ترک خوردن استحکام بالایی دارد و این ویژگی سبب می‌شود تا مقره در حین ساخت یا مراحل دیگر نشکند. [۲ و ۴]

2. Fiberglass Reinforced Plastic

1. Institute of Electrical & Electronics Engineers



تصویر (۲) - شماتیک ساده‌ای
از یک مقره کامپوزیتی [۱]

از لحاظ منطقی آب و هوایی، باد می‌تواند ابزار پروسه آلودگی باشد، رطوبت بالا، مه و باران نیز از عوامل نامساعد محیطی برای عملکرد مقره‌ها هستند. مقره‌های کامپوزیتی از ابتدا به دلیل خواص عایقی انتخاب نشدند، بلکه توانایی دفع آب و تشکیل قطرات آب بر روی سطح که همان خاصیت هیدروفوبیسیته است، بارزترین دلیل انتخاب این مواد می‌باشد. این خاصیت بحرانی در عایق‌ها از تخلیه الکتریکی (flashover) جلوگیری می‌کند، طوری که اگر سطح مقره خاصیت آبرانی (هیدروفوبیسیته) را از دست بدهد، عبور ناخواسته جریان از سطح مقره رخ خواهد داد.

پرتو دهی ثابت نور UV، سرما، گرما و آلودگیهای محیطی می‌تواند سطح مقره‌های کامپوزیتی را دچار پیرشدگی (Aging) کند، طوری که ممکن است در اثر آلودگی، مقره کامپوزیتی خاصیت هیدروفوبیسیته خود را از دست بدهد. [۵]

سیلیکون رابر هیدروفوبیسیته سطحی خود را تحت شرایط شدید آلودگی حفظ می‌کند. این ویژگی در اثر مهاجرت روغن‌های سیلیکونی با وزن مولکولی پایین از ماده بالک به سطح مقره می‌باشد. این ترکیبات

به طور جزئی تر، مقره‌ها گاهی شامل اجزای دیگری نیز هستند، ولی این قسمت‌ها جزء بخش‌های اصلی نبوده و در تمام طرحها کاربرد ندارند. [۱]
تصویر (۲) شماتیک ساده ای از یک مقره کامپوزیتی را نشان می‌دهد. [۶]

۲-۲- آلودگی و خاصیت هیدروفوبیسیته :

مقره‌ها در معرض منابع آلودگی مختلفی قرار دارند و به طور عمده آلودگی زمانی تأثیر منفی بر عملکرد مقره دارد که مرطوب شود. دو منبع اصلی آلودگی مقره‌ها، آلودگی ساحلی و آلودگی صنعتی هستند.

آلودگی ساحلی در اثر پاشیدن نمک از دریا یا ماسه ای که همراه باد آورده می‌شود، بر روی سطح مقره ایجاد می‌شود، این لایه‌ها در اثر مجاورت با رطوبت یا مه، هادی می‌شوند، کلرید سدیم اصلی ترین نوع این آلودگی‌ها است.

آلودگی‌های صنعتی معمولاً به صورت خشک روی سطح مقره رسوب می‌کنند و سپس در اثر تر شدن هادی می‌شوند، ممکن است بجز نمکها و اسیدها مواد جاذب رطوبت نیز بر روی مقره رسوب کنند.

۳-۲ - مقره‌های پرسلانی در مقایسه با

مقره‌های کامپوزیتی :

مقره‌های سرامیکی از مواد غیر آلی ساخته شده و پیر نمی‌شوند. این مقره‌ها بیش از ۸۰ سال تجربه دارند و از قابلیت پوشش دهی و شستشو برخوردار هستند، سطح پرسلان خشتی بوده و شکست الکتریکی یک واحد تکی نیاز به حذف یک زنجیره ندارد، اصلاح و تعمیر این مقره‌ها راحت تر است، ولی همواره در خطر رشد ترک در قسمت سیمانی، شکست الکتریکی در محیط آلوده و خوردگی قسمتهای فلزی قرار دارند.

مقره‌های کامپوزیتی از مواد آلی ساخته شده و سبک هستند، پیر می‌شوند، حدود ۳۰ سال تجربه دارند و ولی طرحهای جدید کمتر از ۱۰ سال تجربه دارند و متغیرهای طراحی، انتخاب مواد و تکنیکهای تولید آنها، زیاد است. در ضمن مقره‌های کامپوزیتی مشکل انبارداری و کارایی کوتاه مدت در هوای آلوده دارند و فقط انواع خاصی از آنها از لحاظ هیدروفوبیسیتیه و شکست الکتریکی بهتر از سرامیکها هستند، معاینه این مقره‌ها در خط تولید مشکل بوده و استانداردها در این زمینه کم هستند. در جدول (۱) مقره‌های پلیمری (غیر سرامیکی) و پرسلانی (سرامیکی) مقایسه شده اند. [۱]

با وزن مولکولی کم، به داخل لایه آلوده نفوذ کرده و طبیعت دفع آب سطح را بازیابی می‌کند. [۵]

طبق آنچه گفته شد، حضور یک فیلم‌هادی بر سطح یک عایق برای بروز تخلیه الکتریکی جریان در اثر آلودگی، ضروری بوده و در ضمن برای ایجاد یک الکترولیت‌هادی، تر شدن کافی نمکهای خشک در سطح عایق لازم است. مواد سرامیکی و تعدادی مواد پلیمری مانند EPDM^۳ آبدوست هستند. طوری که فیلم آب به راحتی بر سطح آنها ایجاد می‌شود. اما در چترکهای از جنس سیلیکون رابر، به دلیل انرژی سطحی بالا، قطرات آب روی سطح ایجاد می‌شوند. خواص هیدروفوبیک سیلیکون رابر عالی است، ولی متأسفانه با گذشت زمان در اثر مسائل محیطی و تنش‌های الکتریکی خاصیت هیدروفوبیسیتیه سیلیکون رابر خراب می‌شود. [۶]

البته خاصیت هیدروفوبیسیتیه سیلیکون رابر در محیطهای آلوده اهمیت بیشتری پیدا می‌کند، زیرا در محیط بدون آلودگی سطح پرسلان نیز تا حدی دارای خاصیت هیدروفوبیسیتیه است، ولی نسبت به سطح پلیمر شدت کمتری دارد، از طرفی در سطح آلوده پرسلان یک فیلم آب تشکیل می‌شود، ولی در سطح پلیمر هنوز قطرات آب وجود دارد. [۷]

جدول (۱) - مقایسه مقره‌های پلیمری و پرسیلانی [۱]

نوع	محاسن	معایب	محدودیتها
پلیمری	<ul style="list-style-type: none"> سبک تر هزینه‌ء نصب کمتر قابل استفاده در محیط آلوده 	<ul style="list-style-type: none"> کاهش فاصلهء Dry Arc حساسیت به جرقه زدن به دلیل شکست الکتریکی کمبود استاندارد محدودیت تجربیات مشکل معاینهء مقره در خط انتقال 	<ul style="list-style-type: none"> حساسیت به پیر شدن تغییر عملکرد در مقابل آلودگی شکست ترد
پرسیلانی	<ul style="list-style-type: none"> سطح خنثی قابل استفاده با کیفیت خوب شکست الکتریکی یک واحد تکی نیاز به حذف یک زنجیره ندارد تجربیات زیاد گذشته اصلاح و تعمیر راحت واحدهای تخریب شده انعطاف پذیری طول (هر واحد) 	<ul style="list-style-type: none"> سنگین عیوب مخفی بدنه مقاومت کم در مقابل ضربه 	<ul style="list-style-type: none"> خوردگی بین فلزی رشد ترک در سیمان شکستهای متوالی سریع

۲ - ۴ - محدودیتها و مشکلات مقره‌های

کامپوزیتی

امروزه نگرانی‌هایی در صنایع انتقال نیرو در استفاده از مقره‌های کامپوزیتی وجود دارد، مهمترین آنها مربوط به پیر شدگی و پیش بینی طول عمر این مقره‌ها است. به هر حال، این نگرانیها به طور جدی، کاربرد آنها را تحت تأثیر قرار داده است و در حال حاضر برای کاربردهای ویژه ای که تخریب مقره امنیت سیستم را به خطر نمی‌اندازد، استفاده می‌شوند. تجربیات ناخوشایند با وجود تغییرات زیاد در طراحی مقره، گزارشهای پیوسته درباره پیرشدگی مقره‌های کامپوزیتی، پراکندگی استانداردها، مشکلات بازرسی و عدم توانایی تعیین ویژگیهای مقره‌های پیر شده در حین سرویس، به این نگرانیها افزوده شده است.

پیر شدگی و طول عمر مقره‌های کامپوزیتی بستگی به تعدادی فاکتور دارد که تعدادی از این موارد وابسته به آب و هوای محیط است و تعدادی دیگر بستگی به شرایط عملکرد مقره دارد، به طور کلی،

آب و هوا فاکتور اصلی در محدود کردن عمرمقره بوده و در نتیجه پیش بینی طول عمر مقره ساده نمی‌باشد.

تخریب مقره‌های کامپوزیتی به دلیل رها نشدن تنش‌های الکتریکی، ضعف اطلاعات طراحی، شناخت ناقص خواص مواد اولیه و ضعف کنترل کیفیت در حین تولید می‌باشد و تا کنون تلاشهای زیادی در رفع مشکلات انجام شده است.

از طرفی به دلیل کمبود استانداردها، طراحی ساخت مقره‌های کامپوزیتی با یک معیار مشخص گسترش نیافته است، گرچه طراحی تستهای آزمایشگاهی برای محاسبهء طول عمر مقره‌ها در حال انجام است، در حال حاضر تنها روش تأیید شده برای تعیین طرح خوب نسبت به یک طرح ضعیف، شرایط سرویس واقعی در خطوط انتقال است.

در ایالات متحده آمریکا کاربرد بیش از ۹۰٪ مقره‌های کامپوزیتی در آب و هوای دور از آلودگی (صنعتی و رطوبت) می‌باشد. تجربهء استفاده از

این مقره‌ها در نواحی آلوده مانند سایر مناطق جهان همراه با تخریبهای در حال گسترش بوده است.

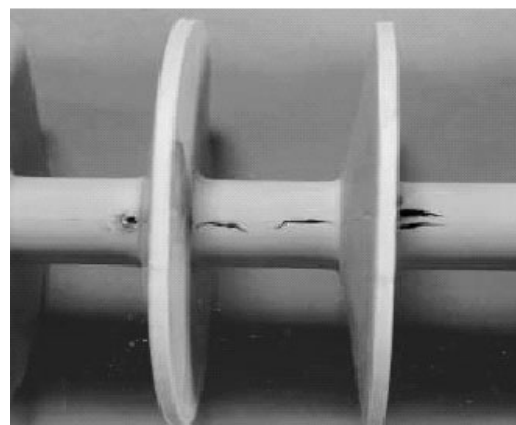


تصویر (۳) : شکست ترد مقره‌های کامپوزیتی [۸]

هنوز وجود دارند، این مشکلات در زیر آورده شده‌اند :

۱. شکست ترد هسته فایبر گلاس : شکل حل نشده شکست ترد هسته که منجر به کاهش استحکام مکانیکی می‌شود در شکل (۳) نشان داده شده است. بهبود این مشکل با بکارگیری انواع ویژه ای از هسته‌های فایبر گلاس ممکن می‌گردد، ولی این موارد به دلیل هزینه تولید بالا مورد استقبال قرار نگرفته اند.

در اثر نفوذ رطوبت به داخل هسته و قرار گیری آن در کنار فایبرهای تکی شکست ترد در مقره‌های کامپوزیتی ایجاد شده و در اصل در اثر واکنش شیمیایی آب با فایبرهای شیشه در هسته شکست ترد تشدید می‌شود و به طور کلی هر مشکلی که باعث نفوذ رطوبت به داخل هسته شود، شکست ترد را تشدید می‌کند، از جمله این موارد وقتی است که درزگیری بین سیلیکون رابر و قسمتهای فلزی برای جلوگیری از نشت رطوبت به هسته خوب طراحی نشده است یا زمانی که در حین نصب قسمت بیرونی (Housing) مقره کامپوزیتی صدمه دیده و امکان نشت رطوبت به داخل هسته فراهم می‌گردد، گاهی اوقات نیز نیروی گشتاوری یا پیچشی اعمال شده بر مقره‌های کامپوزیتی منجر به ترک خوردن هسته و در نتیجه نفوذ رطوبت به داخل آن می‌شود، از طرفی ممکن است درزگیری مقره توسط جهش جریان (flashover) تخریب شود یا وجود آلودگی باعث تخریب housing و در نتیجه افزایش نفوذ رطوبت گردد. [۸و۴]



تصویر (۴) : شکست الکتریکی (Puncture) مقره‌های

کامپوزیتی به دلیل ضعف اتصال هسته و رابر [۸]

مقره‌های کامپوزیتی نیز مانند مقره‌های پرسیلانی دارای معایبی هستند، بسیاری از این مشکلات راه حلی دارند، ولی اجرای این راه حل‌ها نیازمند سرمایه گذاری در تجهیزات و نیروی انسانی است و این موارد هزینه تولید را افزایش می‌دهند، در نتیجه اکثر این راه حلها به دلیل وجود رقابت شدید اجرا نشده اند و حتی پس از بیش از ۲۰ سال استفاده از مقره‌های کامپوزیتی این مشکلات

۲. اتصال محفظه سیلیکون به هسته :

هنوز یکی از مشکلات حل نشده مقره‌های کامپوزیتی عدم توانایی ایجاد اتصال مناسب بین رابر و هسته در حین تولید است. تولید کننده‌های مقره‌های کامپوزیتی بر نمونه سازی آماری یک تکه از محصول برای چک کردن اتصال تکیه کرده اند و تست بر اساس مشاهدات ظاهری و در شرایط محیطی طاقت فرسا انجام می‌شود. در تصویر (۴) مقره کامپوزیتی که در خط انتقال قرار گرفته، نشان داده شده است. از طرفی برای تضمین امنیت پرسنل در حین تعمیر مقره‌های پلیمری نیاز به معاینه housing (بخش بیرونی) وجود دارد، ولی در حال حاضر تستهای مناسبی که بی عیبی و سلامت مقره‌ها را تضمین کنند، طراحی نشده است. [۸و۲]



تصویر (۵) : خوردگی سایشی (erosion) در یک مقره کامپوزیتی در اثر آلودگی شدید محیط [۸]

۳. کاربرد در نواحی آلوده :

استفاده از مقره‌های کامپوزیتی در نواحی آلوده هنوز یک موضوع قابل بحث است. مهمترین مشکل مقره‌های کامپوزیتی، تجزیه در اثر کرونا در نواحی آلوده می‌باشد. تستهای آزمایشگاهی نشان می‌دهد تخلیه سطحی باعث گرمایش موضعی در قسمت آلی شده و در نتیجه خوردگی فرسایشی (erosion) و تخریب سطحی ایجاد خواهد شد. شدت این تخریب

بستگی به جنس قسمت آلی و شدت تخلیه دارد. در محیط آلوده حاوی رطوبت، مواد سیلیکونی هیدروفوبیسیته خود را از دست داده و جریان نشتی وجود خواهد داشت، در نتیجه طی مکانیزم خاصی خوردگی فرسایشی (erosion) ایجاد می‌شود. (تصویر (۵)) [۸]

۴. مشکلات تعمیر و نگهداری :

متدهای تست الکتریکی برای مقره‌های کامپوزیتی به کار گرفته شده در خطوط انتقال، به طور کامل در یافتن عیوب مقره‌ها موفق نبوده است. تعدادی از تولید کنندگان، مقره‌های کامپوزیتی را در لوله‌های جداگانه تحت تستهای الکتریکی قرار داده اند، این مرحله هزینه‌ای اضافی در بر خواهد داشت. مسأله مهم دیگری که در آزمایشها منظور نشده، سوئیچینگ یا ضربه آذرخش می‌باشد. معمولاً تخریب منحصر به شکست قسمتهای فلزی است، زیرا این قسمتها جرم کمی دارند. در برخی موارد نیز، ذوب قسمت فلزی یک شکست جدایشی ایجاد می‌کند. (تصویر (۶)) [۸]

حتی گزارشهایی مبنی بر تخریب مقره‌های کامپوزیتی بعد از فقط دو ماه گزارش شده است. [۵]



تصویر (۶) : شکست جدایشی مقره کامپوزیتی [۸]

۳ - نتیجه گیری :

هنوز تعداد زیادی از کشورهای دنیا در استفاده از مقره‌های کامپوزیتی تردید دارند. پیر شدگی و عدم توانایی پیش بینی طول عمر مقره‌های کامپوزیتی از جمله معایب مطرح شده در بسیاری از گزارش‌ها می‌باشد، ولی علاوه بر این موارد، ضعف اطلاعات، ضعف کنترل کیفیت، کمبود استانداردها و ... هنوز پابرجا هستند. از طرف دیگر پس از استفاده از مقره‌های کامپوزیتی در خطوط انتقال معایبی در این نوع مقره‌ها مشاهده شده است، رفع این دسته از معایب نیاز به صرف هزینه‌های بالا دارد و متعاقباً قیمت محصول نهایی به شدت افزایش خواهد یافت، در حالی که به دلیل افزایش رقابت بین تولیدکنندگان، حل این مشکلات با راه‌های کنونی میسر نمی‌باشد.

هنوز هیچ کارخانه‌ای سابقه تولید یک طرح واحد را به مدت بیش از ۱۲ سال ندارد و با وجود انتظار صنایع مصرف کننده از طول عمر مقره‌ها، این مدت تجربه کافی نیست و نمی‌توان آینده این نوع مقره‌ها را با شرایط کنونی پیش بینی کرد.

با توجه به نگرانیهای صنایع انتقال نیرو در دنیا در گسترش مقره‌های کامپوزیتی، روند کند توسعه جهانی استفاده از این نوع مقره‌ها، گزارشهای پیوسته از تخریب این نوع مقره‌ها پس از مدت زمان کوتاه و وجود معایب حل نشده، استفاده شتابزده و گسترده از این نوع مقره‌ها در خطوط انتقال و در محیط‌های آب و هوایی طاقت فرسا صحیح نمی‌باشد و لازم است تجربیات سایر کشورها با شرایط محیطی یکسان مد نظر قرار داده شود.

۴ - مراجع :

1. Janick , M.A. , Insulators : Composite vs. Porcelain , Electrical World , v.215 , n.3 , May/June , 2001 , p.17-19.
2. JP Holtzhausen , High Voltage Insulators , IDC Technologies , 2003.
3. Statoshi Kobayashi , Yutaka Matsuzaki , Yoshihiro Arashitani and Ryuzo Kimata , Development of Composite Insulators for Overhead Lines (Part 2) , Furukawa Review , No.21 , 2002 , p.56-61.
4. Andrew Philips , Ceramics vs. Polymer (Non-Ceramic) Insulators , EPRI , March 2002.
5. Maciej Kumosa , Fracture Analysis of Composite High Voltage Insulators , Zeszyty Naukowe Politechniki Opolskiej , Nr kol.269/2001 , p.125-144.
6. J.M.Seifert , W.Hubl , Hydrophobicity effect of silicone housed composite insulators and its transfer to pollution layers – Design and environmental parameters influencing the hydrophobic surface behavior , Iraklion Symposium , Kreta , Greece , April 2001.
7. Midsun Group , A comparison Between Silicone Rubber Composite Insulators and RTV coated Glass Insulators , USA 2003.