

مقره‌های الکتریکی پلیمری

Polymeric Electrical Insulators

دکتر مرتضی اجسائی، دکتر غلامرضا بخشنده، دکتر جلیل مرشدیان
اعضای هیئت علمی پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

سرشناسه:	احسانی، مرتضی، ۱۳۵۰ -
عنوان و نام پدیدآور:	مقره‌های الکتریکی پلیمری / مرتضی احسانی، غلامرضا بخشنده، جلیل مرشدیان.
مشخصات نشر:	تهران: پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، ۱۳۸۸.
مشخصات ظاهری:	۱۶۸ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک:	۳۵۰۰۰ ریال: ۳-۰-۹۰۵۷۰-۹۰۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی:	فیا
یادداشت:	کتابنامه: ص. ۱۴۳.
موضوع:	عایق‌ها و عایق‌سازی برقی -- پلیمرها
شناسه افزوده:	بخشنده، غلامرضا، ۱۳۳۰ -
شناسه افزوده:	مرشدیان، جلیل، ۱۳۳۰ -
شناسه افزوده:	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
رده بندی کنگره:	TK ۳۴۴- ر.ب ۸ الف ۳ ۱۳۸۸
رده بندی دیویی:	۶۲۱/۳۱۹۱۷
شماره کتابشناسی ملی:	۲۴۲۶۳۹۱

مقره‌های الکتریکی پلیمری

Polymeric Electrical Insulators

مؤلفان: دکتر مرتضی احسانی، دکتر غلامرضا بخشنده، دکتر جلیل مرشدیان

ناشر: پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

چاپ اول: بهمن ۱۳۸۸

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

قطع: وزیری

طراحی و چاپ: ایده‌پردازان فن و هنر ۶۶۴۶۷۷۳۰

لیتوگرافی: رامین

قیمت: ۳۵۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-90570-3-0

شابک: ۳-۰-۹۰۵۷۰-۹۰۶۰۰-۹۷۸

نشانی ناشر: تهران، ضلع شمالی اتوبان تهران - کرج، کیلومتر ۱۵، شهرک علم و فناوری پژوهش،

کد پستی ۱۳۱۱۵-۱۴۹۷۷، تلفن: ۴۴۵۸۰۰۰۰

فهرست

پیش گفتار



فصل اول

مقدمه



۱-۱ مقدمه



فصل دوم - ساختمان مقره های پلیمری

۱-۲ ساختمان مقره های پلیمری



فصل سوم - تاثیر عوامل محیطی در رفتار مقره های پلیمری

۱-۳ ارزیابی رفتار مقره های پلیمری



۲-۳ تاثیر قطبیت ولتاژ



۳-۳ تاثیر نوع آلودگی



۴-۳ جرقه زدن مسیر خشک



۱-۴-۳ مکانیسم جرقه زنی مسیر خشک در خلال عبور رطوبت



۲-۴-۳ مکانیسم جرقه زنی مسیر خشک پس از تر شدن کامل سطح



۵-۳ شدت آلودگی



۶-۳ پیری مقره های پلیمری



۷-۳ اثرات اشعه فرابنفش



۸-۳ اثرات آب، باران اسیدی و هیدرو کربن ها



۹-۳ مقاومت سطحی مقره های پلیمری پیر شده



۱۰-۳ رفتار دی الکتریک در شرایط مختلف



فصل چهارم - آب گریزی مفره‌های پلیمری

- ۸۷ ۱-۴. تعیین آب گریزی
- ۹۸ ۲-۴. تأثیر میزان و نوع پرکننده در آب گریزی
- ۱۰۳ ۳-۴. نقش سیلیکون‌های با وزن مولکولی کم در آب گریزی
- ۱۱۲ ۴-۴. شناسایی ترکیبات سیلیکونی با وزن مولکولی کم
- ۱۱۶ ۵-۴. عوامل مؤثر بر میزان سیال با وزن مولکولی کم
- ۱۱۷ ۶-۴. تأثیر اضافه نمودن مایع سیلیکونی با وزن مولکولی کم
- ۱۲۱ ۷-۴. از بین رفتن و احیاء سیال با وزن مولکولی کم

فصل پنجم - تأثیر پرکننده‌ها در خواص مفره‌های پلیمری

- ۱۲۷ ۱-۵. پرکننده آلومینیم تری هیدرات
- ۱۲۸ ۲-۵. نقش آلومینیم تری هیدرات و دیگر پرکننده‌های هیدراته
- ۱۳۴ ۳-۵. نقش پراکندگی پرکننده در پلیمر
- ۱۳۶ ۴-۵. اندازه ذرات بهینه پرکننده آلومینیم تری هیدرات

۱۴۳ منابع و مآخذ

فهرست شکل ها

فصل اول

- شکل ۱-۱. انواع مقره ها (الف) پلیمری ب) سرامیکی پ) شیشه ای
- شکل ۲-۱. دلایل از کار افتادگی یا نقص مقره های سرامیکی در خطوط توزیع برق در ایران
- شکل ۳-۱. دلایل از کار افتادگی یا نقص مقره های شیشه ای در خطوط توزیع برق در ایران

فصل دوم

- شکل ۱-۲. شمای مقره پلیمری
- شکل ۲-۲. ساختار شیمیایی لاستیک سیلیکون
- شکل ۳-۲. ساختار شیمیایی لاستیک اتیلن - پروپیلن دی ان منومر
- شکل ۴-۲. ساختار شیمیایی یک ماده آرایشی

فصل سوم

- شکل ۱-۳. تغییرات مقاومت ولتاژ بر حسب چگالی ته نشین شده اکسی و آلان نمک در مقره های سیلیکونی و چینی
- شکل ۲-۳. تجمع بار در مقره های اتیلن - پروپیلن دی ان منومر و لاستیک سیلیکون - پخت شونده در دمای بالا در مدت قرار گرفتن در محفظه مه - نمکی نشان دهنده اختلاف بین $\pm dc$, $+dc$, ac (60 Hz) است. شرایط: هدایت آب نمک که مه را تشکیل می دهد، $250\text{ }\mu\text{S/cm}$ ؛ فشار الکتریکی 0.6 kV/cm
- شکل ۳-۳. وابستگی گیر افتادن ذرات به طبیعت ذره
- شکل ۴-۳. جریان مشاهده شده روی دیسک ضد مه دیده
- شکل ۵-۳. تصویری از مقره هایی که به طور طبیعی در خط آلوده شده اند
- شکل ۶-۳. شمای جرقه زنی مسیر خشک روی یک مقره آلوده
- شکل ۷-۳. نمودار آنالیز ترموگراویمتری (در حضور اکسیژن) مقره لاستیک سیلیکون - پخت شونده در دمای بالا
- فرسوده شده در سرویس دهی
- شکل ۸-۳. وجود گچی شدن و ترک در سطح مقره های اتیلن - پروپیلن
- شکل ۹-۳. میدان الکتریکی در امتداد یک مقره به صورت تابعی از شماره چترک که همزمان از سه نقطه دارای نقص ترک در مقره اتیلن - پروپیلن دی ان منومر اندازه گیری می شود. طول نقص ها از 16 تا 23 سانتیمتر می باشد
- شکل ۱۰-۳. مقاومت سطحی لاستیک سیلیکون - پخت شونده در دمای بالا بصورت تابعی از قرار گرفتن در محفظه مه نمکی توام با ولتاژ. وقفه زمانی بین چرخه ها 24 ساعت. رسانایی 1 mS/cm ؛ میدان برای

اندازه گیری مقاومت 20 V/cm ؛ پرکننده آلومینیم تری هیدرات 140 pph ، طول مغزی 50 mm ؛ قطر $23/5 \text{ mm}$ ؛

۷۶ _____ قطر دیسک های گرافیتی الکترودها 3.78 mm

شکل ۱۱-۳. زاویه تماس در لاستیک سیلیکون - پخت شونده در دمای بالا بصورت تابعی از مدت زمان تست در محفظه مه نمکی، منحنی های A تا D: چرخه های ۱ تا ۴. منحنی های A تا D پس از شستشو با آب مقطر جهت

۷۷ _____ برداشتن آلودگی، جریان های A' تا D' پیش از شستشو. سایر شرایط همانند شکل ۳-۱۰ می باشد

شکل ۱۲-۳. مقاومت سطحی لاستیک سیلیکون - پخت شونده در دمای اتاق در خلال بازآرانی در هوا پس از قرار

۷۷ _____ گرفتن در معرض محفظه مه نمکی، شرایط همانند شکل ۳-۱۱ می باشد

شکل ۱۳-۳. زاویه تماس در لاستیک سیلیکون - پخت شونده در دمای بالا در طول بازیافت پس از قرار گرفتن در

۷۸ _____ معرض مه نمکی، شرایط همانند شکل ۳-۱۰ می باشد

شکل ۱۴-۳. جریان نشی در لاستیک سیلیکون، لاستیک اتیلن - پروپیلن و چینی برای دو ورودی بخار با استفاده از 550 Vrms چگالی ته نشین شده اکسی آلان نمک 0.07 mg/cm^2 ؛ اعداد ۵۰ و ۲۰۰ ورودی بخار را به $\text{g/m}^3 \cdot \text{h}$

۷۹ _____ نشان می دهند

۸۰ _____ شکل ۱۵-۳. اتلاف الکتریکی بر حسب فرکانس برای پلیمرها در حالت نو

۸۱ _____ شکل ۱۶-۳. اتلاف الکتریکی بر حسب فرکانس برای پلیمرها بعد از فروبری در آب به مدت ۱۰۰۰ ساعت

شکل ۱۷-۳. اتلاف الکتریکی بر حسب فرکانس برای پلیمرها بعد از قرار گرفتن در رطوبت (۹۰-۹۵٪) به مدت ۱۰۰۰

۸۱ _____ ساعت

شکل ۱۸-۳. اتلاف الکتریکی بر حسب فرکانس برای پلیمرها بعد از قرار گرفتن در برابر اشعه ماوراء بنفش به مدت

۸۲ _____ ۱۰۰۰ ساعت

۸۲ _____ شکل ۱۹-۳. اتلاف الکتریکی بر حسب فرکانس برای پلیمرها بعد از پیری حرارتی به مدت ۱۰۰۰ ساعت

۸۳ _____ شکل ۲۰-۳. اتلاف الکتریکی بر حسب فرکانس برای پلیمرها بعد از پیری در آب جوش به مدت ۱۰ ساعت

فصل چهارم

۸۸ _____ شکل ۱-۴. شمای آب دوستی و آب گریزی برای پلیمرهای مختلف

۹۰ _____ شکل ۲-۴. زاویه تماس یک قطره آب بر روی سطح پلیمر

۹۱ _____ شکل ۳-۴. نحوه قرارگیری قطرات آب روی سطوح مختلف برای تعیین طبقه بندی آب گریزی

شکل ۴-۴. زاویه تماس در سطوح لاستیک سیلیکون - پخت شونده در دمای اتاق و پلی استر پلاستیک های تقویت

۹۲ _____ شده با لیاف به صورت تابعی از حجم قطره آب (هدایت قطره آب: $5/5 \mu \text{ S/cm}$)

شکل ۵-۴. زاویه تماس در سطوح لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق و پلی استر پلاستیک های تقویت

شده با الیاف به صورت تابعی از هدایت قطره آب (حجم قطره ۵۱ μ)



شکل ۶-۴. میانگین جریان نشتی در پوشش های لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق در سیکل های

مختلف آزمایش مه-نمکی، تاثیر میزان آلومینیم تری هیدرات را نشان می دهد. جریان بعد از ۱ ساعت (A) و

۱۰ ساعت (B) در هر سیکل نشان داده شده است. شرایط: $900 \mu S/cm$ ؛ $0.5 kV/cm$ ؛ مدت آزمایش، ۱۰

ساعت؛ زمان استراحت بین سیکل ها ۳۰ ساعت؛ شش نمونه از هر نوع استفاده شده بود



شکل ۷-۴. زاویه تماس در سطح لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق بصورت تابعی از غلظت پرکننده

آلومینیم تری هیدرات. اندازه ذرات $13 \mu m$



شکل ۸-۴. زاویه تماس قطره آب بر روی لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق در خلال بازآرایی به

صورت تابعی از زمان پس از خارج کردن نمونه از آزمایش مه-نمکی. میزان پرکننده آلومینیم تری هیدرات که

در ترکیب استفاده شده از ۲۰۰ pph بود



شکل ۹-۴. طیف IR سیلیکون سیال را بر روی سطح لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق پس از آزمایش

در محفظه مه-نمکی توام با ولتاژ (به مدت ۱۰ دقیقه) و بعد از بازآرایی در هوا (۱۸۰ ساعت) نشان می دهد.

شرایط: $0.5 kV/cm$ به مدت ۲ ساعت در $2000 \mu S/cm$ -نمکی. (a) ۲۰ دقیقه پس از آزمایش در

محفظه مه-نمکی. (b) ۱۸۰ ساعت ماندگاری پس از آزمایش در محفظه مه-نمکی؛ میزان های آلومینیم تری

هیدرات برحسب $A: 0; B: 50; C: 100; D: 200$ pph



شکل ۱۰-۴. درصد وزنی سیال با وزن ملکولی کم در پوشش لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق

بصورت تابعی از میزان پرکننده آلومینیم تری هیدرات، (اندازه ذرات آلومینیم تری هیدرات، $13 \mu m$)

شکل ۱۱-۴. وابستگی درصد سیال با وزن ملکولی کم به اندازه ذرات آلومینیم تری هیدرات در لاستیک سیلیکون

-پخت شونده در دمای اتاق، (میزان پرکننده آلومینیم تری هیدرات، ۹۰ pph)



شکل ۱۲-۴. طیف NMR هگزان، سیلیکون سیال ($100^\circ C$) و با وزن ملکولی کم سیال استخراج شده از لاستیک

سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق بوسیله فروری در هگزان



شکل ۱۳-۴. طیف کروماتوگرافی گازی-جرمی از سیال استخراج شده از اتیلن-پروپیلن دی ان مونومر



شکل ۱۴-۴. طیف GC از پس مانده روغن از لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق



شکل ۱۵-۴. درصد سیلیکون سیال با وزن ملکولی کم در لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق بصورت

تابعی از مدت زمان غوطه وری در آب، و قرار گرفتن در معرض باد و هوای ساکن. شرایط: رسانایی آب،

۷۰ $\mu\text{S/cm}$ ؛ سرعت باد، ۷/۴۵ km/h؛ ذرات ریز آلومینیم تری هیدرات، ۵/۵ μm ؛ میزان پر کننده، ۹۰ pph؛

دما ۳۲ درجه سانتیگراد

شکل ۱۶-۴. وابستگی تعداد پالس جریان در لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق، پوشش داده شده به مغزی های پلاستیک های تقویت شده با الیاف پلی استر بصورت تابعی از مدت زمان تست در محفظه مه نمکی بدون اضافه کردن و با اضافه کردن مایع سیلیکون به فرمولاسیون (۰-۱۰٪). ضخامت پوشش

۰/۴۸±۰/۴ mm، ویسکوزیته مایع ۱۰۰۰ cP

شکل ۱۷-۴. وابستگی تعداد پالس جریان در لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق پوشش داده شده به مغزی های پلاستیک های تقویت شده با الیاف پلی استر بصورت تابعی از مدت زمان تست در محفظه مه نمکی با هدایت کم بدون اضافه کردن (۰٪) و با اضافه کردن (۱۰٪) مایع سیلیکونی (۱۰۰۰ cP). شرایط: ۲S/cm؛

۰/۵ kV/cm؛ آلومینیم تری هیدرات ۹۰ pph؛ اندازه ذرات ۱۳ μm

شکل ۱۸-۴. زمان ناقص شدن پوشش لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق بدون اضافه کردن و با اضافه

کردن ۱٪ و ۱۰٪ درصد وزنی مایع سیلیکون به فرمولاسیون. شرایط همانند شکل ۱۶-۴ می باشد

شکل ۱۹-۴. در صد وزنی مایع سیلیکون با وزن ملکولی کم بصورت تابعی از ضخامت نمونه های لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق. مقدار سیال با وزن ملکولی کم پیش از (A) و پس از آزمایش محفظه مه نمکی توام با ولتاژ، به مدت ۵۷۰ ساعت (B و C) اندازه گیری شد. شرایط: رسانایی آب-نمک ۲۵۰ $\mu\text{S/cm}$ ؛ فشار الکتریکی ۰/۵ kV/cm؛ A و B در مفره های چینی به طول ۱۵۵ mm و قطر ۲۰ mm پوشش داده شد و

دیسک گرافیتی را به همراه اپوکسی به منظور اتصالات الکتریکی به آن چسباندند

شکل ۲۰-۴. تولید مجدد مایع سیلیکون با وزن ملکولی کم در لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق.

شرایط: نمونه ها از قبل بوسیله هگزان استخراج و مدت گرما دادن در هوا در دمای ۳ ساعت بود

شکل ۲۱-۴. طیف IR مایع سیلیکون را در سطح لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق که با آلومینیم تری هیدرات پر شده، پس از تغییر مدت زمان گرما دهی (۶۰ Hz) در یک کوره ۲۴۰ درجه سانتیگراد نشان

می دهد A گرما داده نشده (در ۲۵ درجه سانتیگراد)؛ B ۲۰ دقیقه؛ D ۶۰ دقیقه و E ۱۲۰ دقیقه

شکل ۲۲-۴. در صد وزنی مایع با وزن ملکولی کم که در آلیاژ اتیلن-پروپیلن دی ان منومر و لاستیک سیلیکون مجدداً تولید می شود. مدت زمان گرما دهی (۶۰ Hz) یک ساعت نخست بوسیله فروبردن در هگزان به مدت

۹۶ ساعت مایع را بطور کامل از نمونه بر می دارند

فصل پنجم



شکل ۱-۵ تغییرات هدایت حرارتی با افزایش مقدار پرکننده آلومینیم تری هیدرات

شکل ۲-۵ وابستگی در صد افت وزنی لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای بالا و اتیلن-پروپیلن دی ان منومر

به هدایت مه، شرایط: هدایت آبی که تشکیل دهنده مه نمکی است 76 mS/cm ؛ فشار الکتریکی 0.6 kV/cm ؛

۳۰ دور ۱۶ ساعته در مه و ۸ ساعت استراحت در هوا؛ E: اتیلن-پروپیلن دی ان منومر؛ S: لاستیک سیلیکون-

پخت شونده در دمای بالا؛ اعداد غلظت پرکننده آلومینیم تری هیدرات را به صورت pph نشان می دهند

شکل ۳-۵ در صد افت وزنی لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای بالا بصورت تابعی از مدت زمان تست در

محفظه مه نمکی توام با ولتاژ و غلظت آلومینیم تری هیدرات، شرایط: هدایت 76 mS/cm ؛ فشار الکتریکی



0.4 kV/cm ؛ غلظت پرکننده آلومینیم تری هیدرات در pph: SA: ۳۰؛ SB: ۶۰؛ SC: ۸۰؛ SD: ۱۰۵؛ SE: ۱۳۰

شکل ۴-۵ افت وزنی لاستیک اتیلن-پروپیلن که با آلومینیم تری هیدرات پر شده بصورت تابعی از مدت زمان

تست در محفظه مه نمکی توام با ولتاژ، شرایط: غلظت های آلومینیم تری هیدرات بر حسب pph، ED: ۱۰۵،



EA: ۳۰، EB: ۶۰، EC: ۸۰، EE: ۱۳۰؛ میزان سبک و فشار الکتریکی همانند شرایط شکل ۳-۵ می باشد

شکل ۵-۵ افت وزنی رزین اپوکسی که با آلومینیم تری هیدرات پر شده بصورت تابعی از مدت زمان تست در

محفظه مه نمکی توام با ولتاژ، شرایط: غلظت های آلومینیم تری هیدرات، E1: ۶۹، E2: ۷۸ pph،



شرایط هدایت و فشار الکتریکی همانند شکل (۳-۵) می باشد

شکل ۶-۵ افت وزنی مفره های اتیلن-پروپیلن دی ان منومر پر شده با آلومینیم تری هیدرات که در معرض محفظه

مه نمکی توام با ولتاژ قرار گرفته اند نشان دهنده تفاوت های بین dc و ac (60 Hz) و نیز تأثیر

غلظت های پرکننده است، شرایط: رسانایی 1 mS/cm ؛ 0.6 kV/cm ؛ اعداد در شکل نشان دهنده میزان آلومینیم



تری هیدرات به pph هستند

شکل ۷-۵ در صد افت وزنی به صورت تابعی از فشار الکتریکی در مفره های لاستیک اتیلن-پروپیلن و لاستیک

سیلیکون-پخت شونده در دمای بالا در طول قرار گرفتن در معرض محفظه مه نمکی توام با ولتاژ

نشان دهنده تفاوت های بین مواد و تأثیر میزان پرکننده آلومینیم تری هیدرات است، شرایط: 76 mS/cm ؛ مدت

زمان تست ۵۰۰ h؛ مواد و میزان پرکننده آلومینیم تری هیدرات به pph، لاستیک اتیلن-پروپیلن (EF: ۲۵۰)، ۱۳۰



؛ EE: ۱۰۵، ED: ۸۰؛ لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای بالا (EO: ۰، SE: ۱۳۰)

شکل ۸-۵ نسبت غلظت های $Al/(Al + Si)$ که نشان دهنده توزیع ذرات پرکننده آلومینیم تری هیدرات در ۱۵ نقطه



در سطح لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای بالا در دو غلظت متفاوت پرکننده است

شکل ۹-۵. تعداد پالس جریان در هر ساعت در لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق بصورت تابعی از زمان در محفظه مه نمکی توام با ولتاژ، تأثیر اندازه ذرات آلومینیم تری هیدرات دیده می شود. شرایط: هدایت آب نمک $1000 \mu S/cm$ ؛ فشار ولتاژ $0.5 kV/cm$ ؛ غلظت پرکننده آلومینیم تری هیدرات: 90 pph ؛ شدت

جریان آب 76 L/min ؛ فشار هوا 0.65 MPa ————— ۱۲۹

شکل ۱۰-۵. زمان ناقص شدن پوشش های لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق به صورت تابعی از

اندازه ذرات آلومینیم تری هیدرات. شرایط همانند شکل ۹-۵ است ————— ۱۳۹

شکل ۱۱-۵. جذب IR بوسیله لاستیک سیلیکون در سطح لاستیک سیلیکون-پخت شونده در دمای اتاق به

صورت تابعی از اندازه ذرات آلومینیم تری هیدرات بعد از ۱۴ ساعت آزمایش در محفظه مه - نمکی توام با

ولتاژ و 72 ساعت استراحت در هوا، سایر شرایط همانند شکل ۹-۵ می باشد ————— ۱۴۰

فهرست جدول‌ها

فصل ۲

۲۵

جدول ۱-۲. انرژی پیوندی مولکول‌ها در پلیمرهای مورد استفاده در مقفه‌های پلیمری

فصل ۳

۶۴

جدول ۱-۳. طبقه‌بندی شدت آلودگی

فصل ۴

۸۹

جدول ۱-۴. معیارهای طبقه‌بندی برای آبگریزی

جدول ۲-۴. سیلیکون - اتیلن - پروپیلن دی‌ان منومر و آلیاژ اتیلن - پروپیلن دی‌ان منومر برای پلیمرهای سیلیکون،

۹۷

$\gamma_s, \gamma_{sd}, \gamma_{sh}$

جدول ۳-۴. ESCA، سیلیکون پیرنشده پس از پوشش دادن با کربن (به ضخامت $1 \mu m$) و ESCA، لاستیک

سیلیکون و اتیلن - پروپیلن دی‌ان منومر با نمک ته نشین شده در خلال آزمایش مه نمکی. شرایط: S120A،

لاستیک سیلیکون - پخت شونده در دمای بالا با پروپیل دی‌متیل و 120 pph از آلومینیم تری هیدرات؛ E120A،

اتیلن - پروپیلن دی‌ان منومر با 120 pph از آلومینیم تری هیدرات، T مدت زمانی که پس از پوشش دادن سپری

می‌شود، WS جرم‌های آب یعنی رسوبات نمک هستند.

۱۰۰

جدول ۴-۴. آنالیز ESCA برای سیلیکون پیرنشده، سیلیکونی که به مدت نیم ساعت در معرض کرونا قرار گرفته و

همچنین سیلیکونی که بعد از کرونا به مدت ۲۴ ساعت به آن اجازه بازآزانی داده شده است (شرایط: S120A،

۱۱۰

لاستیک سیلیکون - پخت شونده در دمای بالا با 120 pph از آلومینیم تری هیدرات.)

استفاده از مقره‌های پلیمری الکتریکی در صنعت برق بطور روز افزون در حال رشد و توسعه است. این نوع مقره‌ها در آمریکای شمالی به طور معمول ۶۰ الی ۷۰٪ از خطوط احداثی جدید انتقال و توزیع فشار قوی (ولتاژ بالا) به خود اختصاص داده‌اند. رشد گسترده کاربرد مقره‌های پلیمری کامپوزیتی یا غیر سرامیکی به دلیل فواید و مزایای آنها نسبت به مقره‌های عایقی سرامیکی و شیشه‌ای مرسوم است. این عایق‌ها نسبت به عایق‌های چینی یا شیشه‌ای دارای:

- وزن کمتر،
- استحکام مکانیکی بالاتر با توجه به نسبت وزنی،
- مقاومت بیشتر در برابر شکنندگی،
- رفتار بسیار عالی در محیط‌های با آلودگی و رطوبت زیاد،
- و مقاومت بالاتر یا قابل قیاس در برابر ولتاژ بالا نسبت به مقره‌های سرامیکی یا شیشه‌ای، هستند.

علی‌رغم مزایای مورد اشاره به سبب اینکه مقره‌های پلیمری نسبتاً جدید بوده و طول عمر و رفتار آنها در دراز مدت ناشناخته است، از این رو کاربران در استفاده از آنها دچار نگرانی هستند. به علاوه ممکن است این مقره‌ها در صورت وجود آلودگی زیاد و رطوبت زیاد دچار سایش (erosion) و ترک (tracking) شوند. این امر منجر به ایجاد مسیر خشک شده در اثر تخلیه الکتریکی می‌گردد که تحت شرایط خاصی می‌تواند سبب از کار افتادگی مقره‌های پلیمری شود.

لذا به منظور آشنایی و شناخت این نوع عایق‌ها کتاب حاضر با محتوی مطالب مفید و سودمندی در مورد چگونگی رفتار مقره‌های پلیمری کامپوزیتی در کاربردهای بیرونی (فضای آزاد)، روش‌های ارزیابی کیفی، فرسودگی (پیری یا زمان‌مندی)، تنوع مواد عایقی پلیمری، نقش و نوع پرکننده‌ها، نقش اجزاء (سیالات) با وزن مولکولی کم موجود در لایه‌های محافظ مقره‌ها، مکانیسم‌های افت و بازآرایی آب‌گریزی (به عنوان یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های پلیمرها)، مکانیسم و شناسائی عیوب، نوع و میزان آلاینده‌های طبیعی، بررسی اثرات قرار گرفتن مقره در معرض باران، هیدروکربن‌ها، هوا و باد، شیوه‌های مختلف برای بهینه‌سازی خواص الکتریکی و روش ارزیابی کارایی مقره‌های پلیمری در محل مورد استفاده، تدوین گردیده است، که مؤلفین امیدوارند با ارائه آن به پیشرفت و توسعه این صنعت خدمتی نموده و گامی در جهت اعتلای علم و دانش محققان، متخصصان و دانشجویان عزیز برداشته باشند. قطعاً نظرات و پیشنهادات خوانندگان محترم برای مؤلفین ارزشمند و راهگشا خواهد بود.

دکتر مرتضی احسانی، دکتر غلامرضا بخشنده، دکتر جلیل مرشدیان

زمستان ۸۸