



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

## توسعه پوشش های ضد انعقاد مورد استفاده در عایق ها در چین

معرفی :

یخ زدگی خطوط انتقال در شرایط آب و هوایی بسیار وخیم ، سبب رخ دادن خطاهای بسیاری در شبکه های جهانی برق می شود. از نمونه های این مورد می توان به مناطقی از کشور چین اشاره کرد که حدود دو هزار متر بالاتر از سطح دریا قرار دارند که بارش برف و طوفان های سرمازا سبب ایجاد ضررهای مالی به اقتصاد این کشور شده و شرایط بسیار سختی را برای زندگی در آن مناطق فراهم کرده است. در زمستان 2008 / 2009 استان های مرکزی چین شامل Hunan و Jiangxi سه هفته سخت را برای رویارویی با طوفان های سرمازا سپری کردند که نتیجه آن خسارت 37 درصدی به برج های انتقال برق 500 کیلو ولتی و مختل شدن عملکرد این برج ها شد. در این مقاله سعی شده تا با روش هایی که مهندسين چینی برای یخ زدگی و یخ زدایی در خطوط انتقال از آن استفاده می کنند را آشنا شویم.

کلید واژه ها: یخ زدگی، پوشش ضد یخ زدگی، مواد هیدروفوب، لاستیک سیلیکون نیمه رسانا، عملیات میدانی

پوشش ایزولاتورها با ترکیبات فیدروفوبیک ( آبگریز ) :

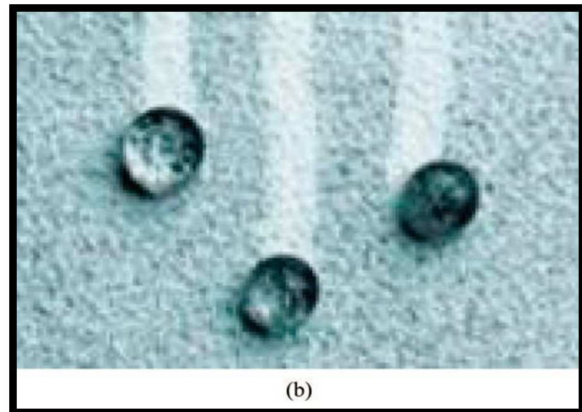
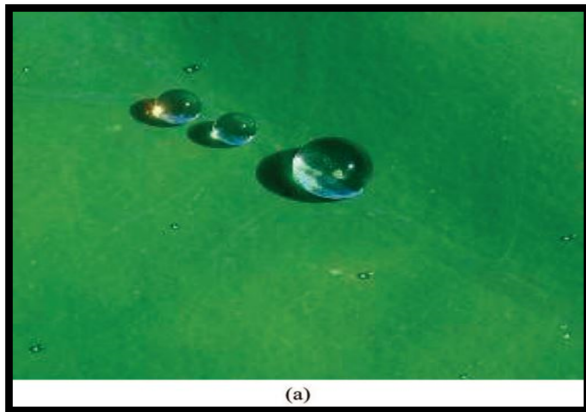
افزایش تدریجی برف بر روی ایزولاتورها سبب کاهش اثر عملکردی مقره ها و در نتیجه ، تخلیه الکتریکی غیر عادی و قطع برق را نیز به همراه دارد. شکل بی قاعده ایزولاتورها ساخت وسایل پیشرفته اتوماتیک برای یخ زدایی را سخت می کند. همین عامل سبب می شود بیشتر تلاش ها برای یخ زدایی ایزولاتورها به فعالیت هایی چون اصلاح ویژگی سطوح ایزولاتورها ختم شود. استفاده از مواد فیدروفوبیک گرچه از تشکیل یخ بر روی ایزولاتورها جلوگیری نمی کند ولی چسبندگی بین یخ و ایزولاتور را تا حدی کاهش می دهد تا یخ بر اثر نیروی جاذبه به سمت زمین متمایل شود. یکی از موثرترین روش ها استفاده از سطوح فوق فیدروفوبیک در ایزولاتورها است جایی که زاویه تماس آب با این سطوح بیش از 150 درجه

می باشد. در نتیجه قطرات آبی که بر روی ایزولاتورها قرار می گیرند به سمت زمین کشیده می شوند و از جمع شدن در سطوح انتقال ( که بر اثر دمای پایین سبب یخ زدگی می شود ) اجتناب می کنند. دو روش برای تولید سطوح فوق فیدروفوبیک وجود دارد. اول ، استفاده از پوشش نانو برای سطوحی که فیدروفوبیک هستند ( زاویه برخورد بزرگتر از 90 درجه ) و دوم اصلاح سطوح کنونی ایزولاتورها. شکل 1(a) قطره آب را بر روی برگ درخت سدر که یک پوشش فوق فیدروفوبیک طبیعی است نشان می دهد. در حالی که شکل 1(b) قطرات آب را بر روی سطح لاستیک سیلیکونی با زاویه برخورد بزرگتر از 140 درجه نشان می دهد.

محققان دانشگاه Tsinghua در چین موفق به ساخت سطوح فوق فیدروفوبیک شدند که ترکیبی از  $CaCO_3$  و  $SiO_2$  تلقی می شود. آزمایشات انجام شده روی این سطوح ، ماکسیمم زاویه برخورد را 164 درجه و زاویه سر خوردن قطرات آب به سمت زمین را 5 درجه اعلام می کند.

محققان دانشگاه Chongqin نوعی دیگری از سطوح فوق فیدروفوبیک را پروراندند که در عین ضخامت کم برای استفاده بر روی لاستیک های سیلیکونی ، متوسط درجه برخورد مطلوب 161 درجه را برای خود ثبت کرده است. در مطالعات انجام شده اثبات شد که ولتاژ تخلیه الکتریکی غیر عادی در این ایزولاتور ، بزرگتر از ایزولاتورهایی است که هیچ گونه پوشش خاصی ندارند و همچنین بزرگتر از ایزولاتورهایی است که لاستیک سیلیکونی آن در دمای مشخصی به سطح موجود جوش داده شده اند ( که این نوع ایزولاتورها با عنوان RTV ( Room-Temperature Vulcanizing ) شناخته می شود. ) دانشگاه Xi'an Jiaotong در روشی از تولید سطوح فوق فیدروفوبیک با استفاده از فراهم کردن قالب هایی با درجه بندی سختی سطوح مختلف ، پرده برداری کرده است. با پیاده سازی ساختمان برگ درخت سدر بر روی لاستیک های سیلیکونی در محیط آزمایشگاه این دانشگاه نتایج این گونه به دست آمد. درجه سختی سطوح معادل با  $6.33 \mu m$  ، ماکسیمم زاویه برخورد معادل با 154 درجه و زاویه سر

خوردن قطرات آب کشیده شده به سمت زمین معادل با 8 درجه. گرچه نتایج آزمایش این سطوح در شرایط عملی طوفان های سرمازا هیچ وقت منتشر نشده است.



شکل 1. سطوح فوق هیدروفوبیک ( آب گریز )

a. برگ درخت سدر / b. سطح لاستیکی سیلیکونی ، ترکیبی از ساختار تشکیل دهنده برگ درخت سدر

روش های ابعادی و جهت یابی ایزولاتورها :

گاهی اوقات با تغییر جایگاه و جهت یابی ایزولاتورها در خطوط انتقال می توان از تشکیل یخ زدگی بر روی سطوح سیلیکونی اجتناب کرد ، همانند افزایش فاصله Shed - To - Shed مطابق با شکل 2 و تغییر در جهت یابی ایزولاتورهای بکار رفته همانند شکل 3. دو روش نام برده شده تنها برای ایزولاتورهایی با جنس شیشه و چینی نیست بلکه برای طراحی ایزولاتورهای ترکیبی نیز استفاده می شود.



شکل 3. تغییر جهت یابی ایزولاتورها در خطوط انتقال و توزیع 220 کیلوولت شبکه Guangdong



شکل 2. افزایش فاصله Shed To Shed در خطوط انتقال و توزیع 110 کیلوولت شبکه Guangdong

### پوشش لاستیک سیلیکونی نیمه رسانا :

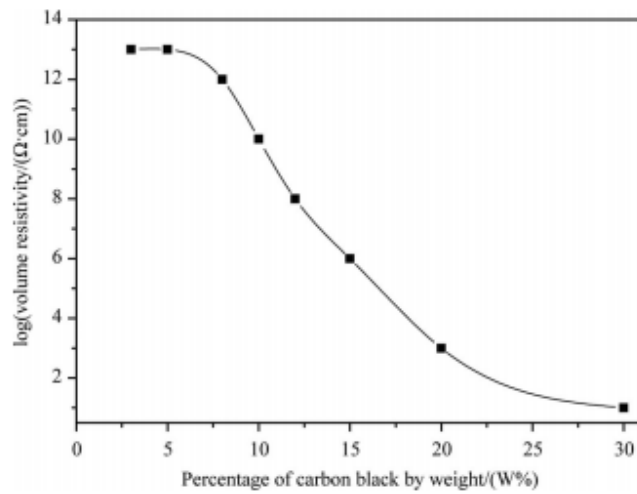
از ایزولاتورهای RTV به دلیل مقاوت بالا در تخلیه الکتریکی غیر عادی در شرایط محیط آلوده و استفاده از ترکیبات فیدروفوبیک خوب در ساختار آن ، بصورت وسیع در بهبود کارکرد الکتریکی ایزوله ها در خطوط انتقال و توزیع استفاده می شود. گرچه با در نظر گرفتن عملیات یخ زدگی دو نتیجه زیر حاصل از دو کارگروه مختلف حاصل شده است : اول ، کاهش یخ زدگی بر روی ایزولاتورها و دوم ، کاهش تخلیه الکتریکی غیر عادی. مطالعات انجام شده در دهه 70 میلادی نشان می دهد ایزولاتورهای شیشه ای نیمه رسانا ، ولتاژ تخلیه الکتریکی غیر عادی بزرگتری نسبت به ایزولاتورهای مرسوم ، به واسطه گرم شدن سطوح آن به وسیله روش گرمایی ژول و توزیع یکنواخت ولتاژ در ایزولاتورها ، دارد. هر چند استفاده از روش های گرمایی مشکلات خاص خود را دارد که شامل ایجاد خسارت به لعاب های شیشه ای ایزولاتورها بواسطه تخلیه الکتریکی است که تاثیر اولیه این روش ها را به شکل قابل محسوسی کاهش می دهد.

پوشش های لاستیک سیلیکونی ( SiR ) با ترکیب مواد رسانایی چون دوده و فیبر کربن تا حدی در نقش هدایت کننده ظاهر می شوند. مواد رسانا نام برده شده تا حدی سبب ایجاد پوشش های نیمه رسانایی می شوند که هدایت الکتریکی آن به اشباع و تمرکز ذرات رسانای بکار گرفته شده ، بستگی دارد. هر چه

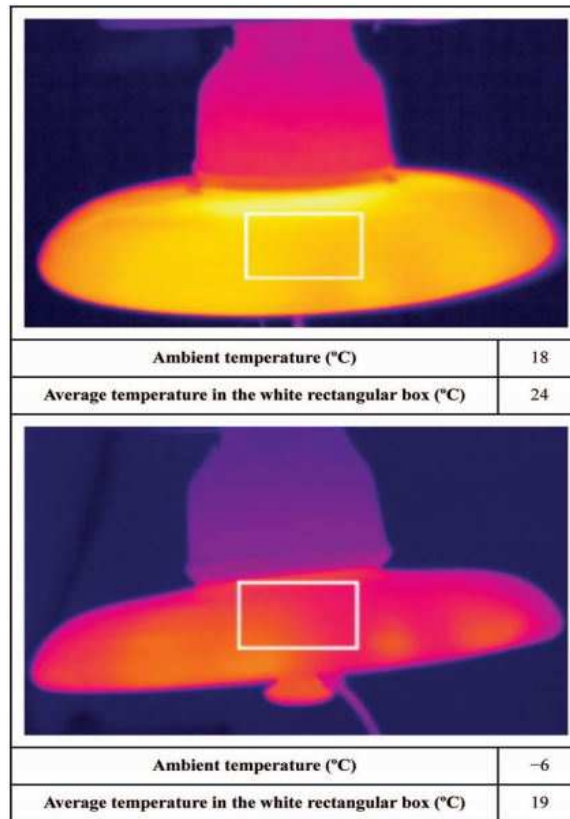
تراکم این ذرات کمتر باشد احتمال جدا شدن شان توسط پلیمرهای ایزولاتور بیشتر است و هرچه تراکم ذرات بیشتر باشد ، شبکه های هدایت شونده در حضور ماتریس پلیمری نیز قابلیت تشکیل شدن را دارد ، در نتیجه ضریب مقاومت (مقاومت ویژه ) ایزولاتورها کم شده و تراکم ذرات رسانا از 20 به 10 درصد کاهش می یابد. باید این نکته را نیز در نظر گرفت که مواد فیدروفوبیکی موجود در پوشش لاستیک سیلیکونی به دلیل حضور درصد کمی از کربن که سبب کاهش چسبندگی بین ساختار یخ و سطوح ایزوله ها می شود ، تحت تاثیر قرار نمی گیرد ، همچنین استفاده از روش گرمایی ژول سبب تاخیر در تشکیل یخ زدگی در محل ایزوله ها می شود.

#### ایزولاتورهای کاملا پوشیده :







به دلیل وجود شار جریانی در جزء کوچکی از پوشش رسانایی ایزولاتورها ، روش گرمایی ژول سبب گرم شدن سطح ایزولاتور تا دمای تعادلی می شود که باعث تضعیف شکل گیری یخ زدگی بر روی خطوط انتقال و توزیع می شود. شکل 4 این روش گرمایی را در دو حالت نشان می دهد. شکل 5 نتایج آزمایشگاهی ایزولاتور های شیشه ای را در سه حالت ایزولاتورهای بدون پوشش ، ایزولاتورهای با پوشش RTV و چهار پوشش نیمه رسانا ایزولاتوری با نام های A ، B ، C ، D را نشان می دهد ، با در نظر گرفتن این نکته که جریان نشتی با ترتیب نام برده شده ، افزایش می یابد.



شکل 4) هدایت حجم پوشش RTV با کربن پرکننده سیاه و سفید.



شکل 5. دمای سطح ایزولاتور در دو شرایط محیطی با دماهای -6 و 18 درجه سانتی گراد

Configuration						
Coating types	No coating	Normal RTV coating	A	B	C	D
Leakage current mA	0.37	0.23	0.43	0.97	1.36	4.78

شکل 6. بررسی مقایسه ای سطوح ایزولاتورها در حالت های بدون پوشش ، پوشش عادی RTV ، پوشش نیمه رسانا از نوع A ، B ، C ، D. همانطور که مشاهده می شود جریان نشتی افزایش می یابد.

### پوشش تنها بر روی سطوح پایینی ایزولاتورها :

یکی از نقطه ضعف های پوشش نیمه رسانا در ایزولاتورها ، توان تلفات بالا در شرایط عادی است ، جایی که نیازی به گرمایش نیست. یک راه حل برای این مشکل انتقال پوشش نیمه رسانا به سطوح پایینی ایزولاتورها است که در نتیجه آن ، تلفات در شرایط عادی پایین آمده و زمانی که امکان هدایت رسانندگی از آب و آلودگی سطوح بالایی ایزولاتورها وجود دارد ، گرمایش برقرار می شود.

در طی آزمایشی در هفت بخش تاسیساتی ، ایزولاتورها با و بدون پوشش نیمه رسانایی سیلیکونی در یک شرایط آب و هوایی برفی با دمای  $-7$  درجه مورد مطالعه قرار گرفتند. در این تحقیق از ترکیب نمک ( NaCl ) و کائولین برای ایجاد یک آلودگی مجازی بر روی سطوح بالایی ایزولاتورها استفاده شد. ضرایب انحلال پذیر و غیر انحلال پذیر در این آزمایش 0.1 و 0.6 میلی گرم بر سانتی متر مربع است. در شکل 7 درمیابیم که با انتقال پوشش نیمه رسانا به سطوح پایینی ایزولاتورها ، یخ زدگی کاهش می یابد.



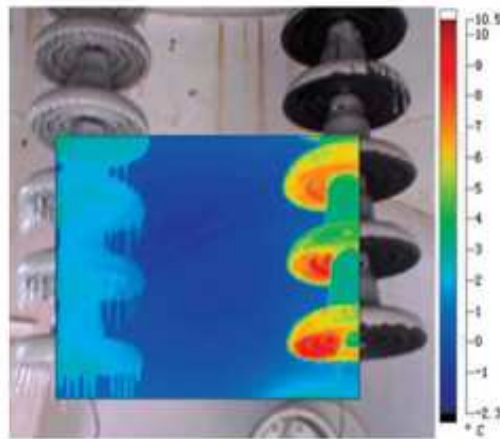


(b)



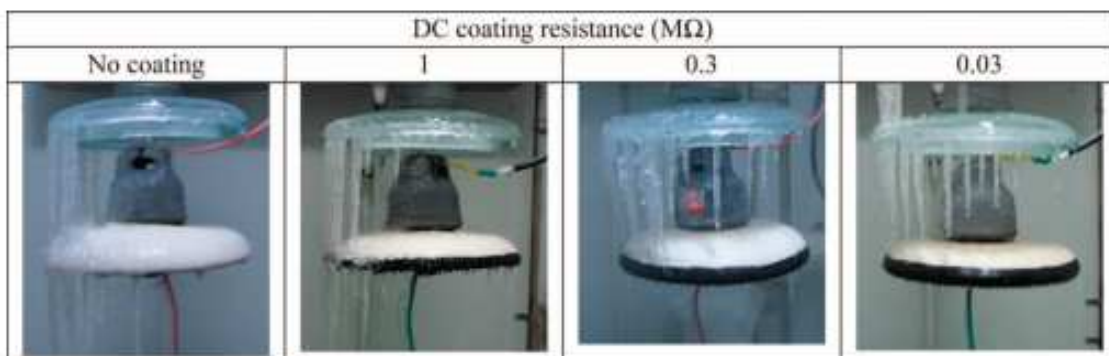
(a)

در شکل شماره 7 نیز تفاوت دمایی در دو شرایط مختلف را نشان می دهد که ایزولاتور اولی و بدون پوشش دمایی در حدود 7- درجه و ایزولاتور دومی و با پوشش نیمه رسانایی در سطوح پایینی ، دمایی در حدود 10 درجه را نشان می دهد.



شکل 8. ارزیابی عکس گرمایی دو ایزولاتور ایزولاتور سمت راست با پوشش نیمه رسانای سطوح پایینی ایزولاتور سمت چپ بدون پوشش خاصی

به علاوه عمل یخ زدگی توسط مقاومت DC در سطوح پایینی ایزولاتورها به خوبی تحت تاثیر قرار می گیرد. در آزمایش های بعدی ، ایزولاتورهای تحریک شده با 5 کیلو ولت در شرایط آب و هوایی باران زا با دمای پایین 6- مورد بررسی قرار گرفتند که نشان دهنده عملیات موفق یخ زدگی در مقاوت کم سطوح پایینی در حدود 0.3 مگا اهم بود ( شکل شماره 9 ).









شکل 9. نتیجه عمل یخ زدگی پس از دو ساعت در دمای 6- درجه سانتی گراد در ایزولاتوری با پوشش نیمه رسانای

#### سطوح پایینی و در نتیجه ی عملکرد مقاومت DC

هرچند این ترند برای یخ های شفاف جواب می دهد و تاثیری بر یخ های سرماریزه ندارد. برای شرایط آب و هوایی که سبب ایجاد یخ سرماریزه می شود ، پوشش هم زمان سطوح بالایی و پایینی توصیه می شود ( شکل شماره 10 ).

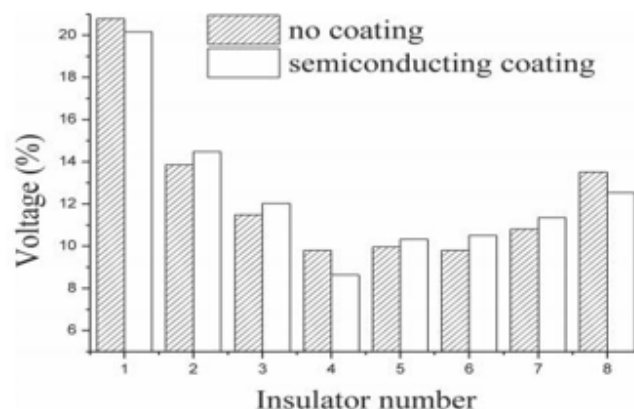
زمانی که هیچ جریان آبی از سطوح پایینی ایزولاتورها نداشته باشیم ، مقاوت بالای آب های جمع شده در پوشش پایینی ایزولاتورها ، تاثیر مخربی بر یخ زدگی ایفا می کند. در شکل شماره 9 در میابیم که اگر جریان آب سطوح پایینی ایزولاتورها بیش از  $50 \frac{\mu S}{cm}$  باشد ، ایزولاتور مورد نظر در شرایط آب و هوایی باران زا در دمای پایین در یخ زدگی مطلوب عمل خواهد کرد.

Coating Type	No coating	Semiconducting coating	Semiconducting coating
Glaze ice			
Water conductivity $\sigma_w$ ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	100	50	100
Coating Type	No coating	Semiconducting coating	Semiconducting coating
Soft rime ice			
Water conductivity $\sigma_w$ ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	100	100	400

شکل 10. یخ زدگی ایزولاتورهای درگیر با یخ شفاف و یخ سرماریزه با پوشش نیمه رسانایی سطوح پایینی با

مقاومت DC 0.03 مگا اهم و شرایط محیطی با دمای 6- درجه سانتی گراد

یکی دیگر از عواملی که در یخ زدگی نقش بسزایی دارد توزیع ولتاژی است. با توجه به شکل 11، توزیع ولتاژی ایزولاتورها را در شرایط بدون پوشش و با پوشش نیمه رسانایی مورد ارزیابی قرار دادیم و در یافتیم ایزولاتورهایی که پوشش نیمه رسانایی دارند، از توزیع ولتاژ یکپارچه تری برخوردار هستند.



شکل 11. توزیع ولتاژی ایزولاتورهای هشت واحد تحقیقاتی با و بدون پوشش نیمه رسانا

حوزه مورد استفاده از پوشش های یخ زدگی :

پوشش نیمه رسانا SiR در بخش هایی از خطوط انتقال و توزیع شبکه های Yunnan و Guangdong مورد استفاده قرار گرفته است (جدول 1). این خطوط معمولاً در نواحی پُراتفعا و در شرایط آب و هوایی مه آلود و با رطوبت بالا قرار گرفته اند. دو روش برای رنگپاشی پوشش SiR بر سطوح پایینی ایزولاتورها مورد استفاده قرار می گیرد. اولاً رنگپاشی ایزولاتورها در محل نصب همانند شکل a - 11 و ثانیاً رنگپاشی ایزولاتورها بر روی زمین و به منظور تعویض مستقیم آنها، همانند شکل b - 11. یکنواختی پوشش و کیفیت کار ارائه شده در روش دوم بالاتر است ولی در عوض هزینه اقتصادی سنگین تری نسبت به روش اول دارد.



(b)

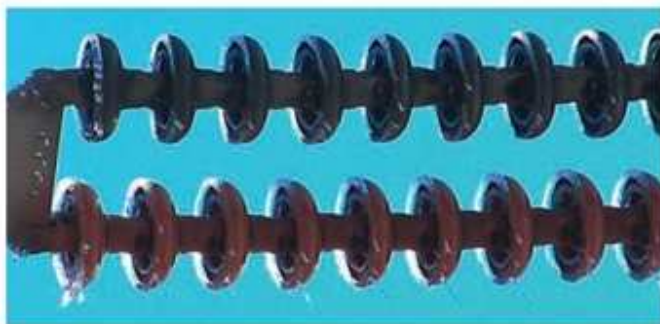


(a)

شکل 12. نحوه رنگپاشی

a. رنگپاشی ایزولاتورها در محل نصب / b. رنگپاشی ایزولاتورها در زمین به منظور تعویض مستقیم

شکل 13 ایزولاتور یخ زده را در دو پوشش SiR نیمه رسانا ( ایزولاتور بالایی ) و پوشش SiR عادی ( ایزولاتور پایینی ) نشان می دهد. می توان از روی شکل نتیجه گرفت که مقدار و طول یخ زدگی در ایزولاتور بالایی کوچکتر و کوتاه تر از ایزولاتور پایینی است. این نشان می دهد که پوشش SiR نیمه رسانا ، باعث گرم شدن ایزولاتور می شود.

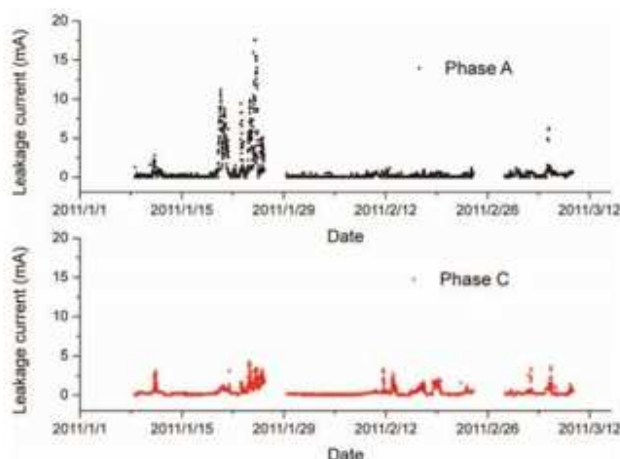


شکل 13. مقایسه یخ زدگی ایزولاتوری

با پوشش نیمه رسانا سطوح پایینی ( بالا ) و پوشش نیمه رسانا معمولی ( پایین )

در ادامه روند آزمایشها ، جریان نشتی ( جریان خزنده ) و دستگاه های هواسنجی در برج خطوط انتقال Yangdian از شبکه Guangdong نصب شدند. شکل 13 جریان نشتی را در دو فاز و در دوره ماه های ژانویه تا مارس 2011 را نشان می دهد. در این دوره در طی ماه های سرد سال ، جریان نشتی از 5

تا 20 میلی آمپر متغیر بوده است در حالی که در آب و هوای مطلوب و معمولی ، جریان نشتی بین 1 تا 2 میلی آمپر در حال نوسان بوده است که در این حالت توان تلفات را تا حد زیادی پایین می آورد.



شکل 13. جریان نشتی در فاز A در دوره ماه های سرد و در فاز C در دوره ماه های گرم

نتیجه گیری :

این مقاله خلاصه ای از روش های بکارگرفته شده در یخ زدگی خطوط انتقال و توزیع را در کشور چین مورد واکاوی قرار داد و هم چنین می توان نتایج زیر را از مقاله نتیجه گرفت :

- روش های معقولی در افزایش بهبود سطوح فوق هیدروفوبیک ( آب گریز ) بکار گرفته شده ، هرچند محدوده آزمایشهای انجام شده بسیار کوچک بوده و در شرایط واقعی کمتر آزمایش رخ داده است.
- استفاده از پوشش های SiR نیمه رسانا در ایزولاتورها ( چه در شرایط آزمایشگاهی و چه در شرایط واقعی ) سبب بهبود عملکرد الکتریکی ایزولاتورها شده است.
- روش گرمایی ژول که حاصل از پوشش SiR نیمه رسانا است ، سبب افزایش دمای سطوح ایزولاتورها و کم کردن احتمال تشکیل ساختار یخ بر روی ایزولاتورها می شود.
- استفاده از پوشش SiR نیمه رسانا در سطوح پایینی ایزولاتورها ، سبب کاهش یخ زدگی و کاهش توان تلفات می شود. هرچند این روش برای یخ های شفاف موثر بوده ( به پارامترهای رسانندگی پوشش SiR و آب نیز بستگی دارد ) و برای یخ های سرماریزه عملکرد مناسبی را از خود نشان نمی دهد.





این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی