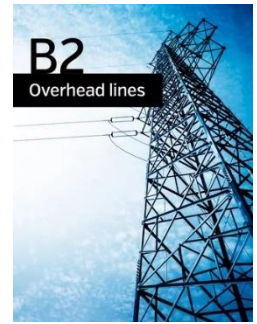


بروشور فنی TB 818 – مجله الکترا 313

کمیته مطالعاتی خطوط انتقال

خطوط انتقال نیرو با استفاده از کامپوزیت‌های پلی‌مری تقویت شده با فیبر



مدت‌های طولانی مواد سنتی مانند چوب، فولاد و بتن برای سازه‌های خطوط انتقال به کار می‌رفتند. پیشرفت در علم مواد و تقاضا برای راه‌حل‌ها در صنایع فضایی و دریایی، منجر به تولید مواد جدید، با فن‌آوری بالا، با خواصی شد که می‌توانستند برای صنعت برق نیز مفید باشند. یکی از مواد پیشتاز کامپوزیت‌های پلی‌مری تقویت شده با فیبر هستند. روش‌های تولید مختلف و شکل‌های متفاوت، طراحی المان‌های سازه‌ای مختلفی را ممکن ساخته است.

❖ کامپوزیت‌های پلی‌مر تقویت شده با فیبر شیشه کدام هستند؟

مواد کامپوزیتی پلی‌مر تقویت شده با فیبر دارای دو جزء اصلی هستند. فیبرها و رزین که فیبرها را در جای خود نگه می‌دارد. می‌توان اجزاء دیگری را، مثل پرکننده‌ها، بازدارنده‌های اشعه ماوراء بنفش (UV) و افزودنی ارتقاء دهنده کیفیت را به فیبر و رزین افزود.

✓ رزین

رزین‌ها مواد جامد یا با گرانروی بسیار زیاد هستند که به پلی‌مر تبدیل می‌شوند. هنگامی که به پلی‌مر تبدیل می‌شوند به صورت جامد اجزاء دیگر مانند پرکننده‌ها، اصلاح‌کننده‌ها، افزودنی‌ها و فیبرها را به هم پیوسته نگه می‌دارند. برای خطوط انتقال نیرو نوعاً دو سیستم عمده رزین مورد استفاده قرار می‌گیرند. "وینیل استر" و "پلی‌یورتان".

✓ فیبرها

انواع مختلفی از فیبرها، مانند فیبر کربن، فیبر شیشه، فیبر بازالت و فیبر آرامید (پلاستیک سبک)، می‌تواند در کامپوزیت‌های پلی‌مری مورد استفاده قرار گیرد. فیبر شیشه کلاس E از نظر الکتریکی غیر هادی، ارزان قیمت (یک دهم در مقایسه با فیبرهای کربنی) و دارای خواص مکانیکی خوب برای خطوط انتقال است.

❖ روش‌های تولید کامپوزیت پلی‌مر تقویت شده با فیبر برای سازه‌های خطوط انتقال

سه روش عمده تولید، برای ساختن پلی‌مر تقویت شده با فیبر، در خط انتقال مورد استفاده قرار می‌گیرند. رشته پیچی، کشش و قالب‌ریزی گریز از مرکز.

❖ استفاده از پلی‌مر تقویت شده با فیبر برای سازه‌های خط انتقال

مزایای بسیار زیادی در استفاده از پلی‌مرهای تقویت شده با فیبر در خطوط انتقال وجود دارد، مانند عمر کاری طولانی، مقاومت در برابر خوردگی، وزن سبک، استقامت ویژه بالا، مقاومت عایقی بالا، پایداری ابعادی، مقاومت در

برابر آتش، خنثی بودن از نظر محیط زیست، مقاومت در برابر آسیب‌های حیوانات (مثل دارکوب)، تولیدات مهندسی شده.

✓ مقاومت عایقی بالا

مواد پلی‌مری تقویت شده با فیبر دارای چنان مقاومت عایقی بالایی هستند که از نظر الکتریکی عایق محسوب می‌شوند. این موضوع آن‌ها را برای افزایش ایمنی در زمان کار گرم (خط برق‌دار) بسیار مطلوب می‌سازد. بعلاوه، مشخصه‌های الکتریکی و عملکرد خطوط در برابر صاعقه وقتی سازه‌های خط از پلی‌مر تقویت شده با فیبر ساخته شده باشند بهتر از خط ساخته شده از مواد سنتی است.



شکل ۲ - حمل تیر پلی‌مر تقویت شده با فیبر، روی شانه به محل نصب



شکل ۱ - حمل تعداد زیادی از تیرهای پلی‌مر تقویت

شده با فیبر، با یک کامیون به کارگاه

✓ وزن سبک

سازه‌های پلی‌مری تقویت شده با فیبر برای خط انتقال، بسیار سبک‌تر از المان‌های ساخته شده از چوب، فولاد یا بتن هستند که برای این کاربرد ساخته شده‌اند. هزینه‌های حمل و نقل و نصب در مقایسه با سایر مواد، کاهش می‌یابد (شکل ۱). بعلاوه، اغلب امکان دارد که تیرهای پلی‌مری تقویت شده با فیبر، در شرکت‌های برق در مناطق دارای محدودیت، به وسیله دست جابجا شوند (شکل ۲).

✓ عدم پوسیدگی، ورقه شدن یا خوردگی

مواد پلی‌مری تقویت شده با فیبر، می‌توانند بسیار بهتر از سایر مواد، حتی در مناطق دارای آب و هوای سخت و آلوده، شرایط محیطی را تحمل کنند.

✓ خنثی بودن از نظر محیط زیست

مواد پلی‌مری تقویت شده با فیبر، از نظر زیست‌محیطی خنثی هستند، در مجاورت با محیط اطراف تجزیه نمی‌شوند. حتی اگر لازم باشد به دلیل خواص شیمیایی خنثی، آن‌ها را می‌توان در مجاورت خاک قرار داد.

✓ تأثیرناپذیر در برابر موریانه، دارکوب و حشرات موذی

مواد پلی‌مری تقویت شده با فیبر می‌توانند در برابر حشرات، دارکوب‌ها و سایر جانوران به خوبی مقاومت کنند. در بسیاری از مناطق که دارکوب‌ها پایه‌های چوبی را آسیب می‌زنند، پایه‌های پلی‌مری تقویت شده با فیبر، انتخاب جایگزین است.

✓ دوره عمر طولانی

اگر حفاظت در برابر اشعه ماوراء بنفش به خوبی انجام شده باشد، سازه‌های پلی‌مری تقویت شده با فیبر، بدون هیچ‌گونه دخالتی، در مقایسه با مواد سنتی، از دوام بسیار طولانی‌تری برخوردار هستند.

✓ سختی

مواد پلی‌مری تقویت شده با فیبر دارای مدول الاستیسیته پایین‌تری در مقایسه با فولاد یا چوب هستند که در نتیجه آن، میزان سختی آن‌ها متفاوت است و به صورت متفاوتی خم می‌شوند.

✿ سازه‌های پلی‌مری تقویت شده با فیبر در خطوط انتقال

المان‌های سازه‌ای بسیاری وجود دارند که می‌توانند با استفاده از مواد پلی‌مری تقویت شده با فیبر ساخته شوند و مشابه سازه‌های ساخته شده از چوب، فولاد یا بتن باشند. متداول‌ترین سازه‌ها پایه‌ها، بازوها، کمربندهای تقویتی، مهارها، شمع‌ها و دکل‌های مشبک هستند.

✓ پایه‌ها

گسترده‌ترین سازه مورد استفاده در خطوط انتقال با مواد پلی‌مری تقویت شده با فیبر، پایه‌ها هستند. تأمین‌کننده‌ها بسیاری از پایه‌ها را به روش رشته پیچی، کشش و قالب‌گیری گریز از مرکز، تولید می‌کنند. معمولاً سطح مقطع پایه‌ها گرد است. اما پایه‌های با مقطع چند وجهی نیز وجود دارند.

✓ بازوها

بازوهای ساخته شده با پلی‌مر تقویت شده با فیبر با مقطع قوطی و ناودانی وجود دارند. کاربرد رایج آن‌ها جایگزینی بازوهای چوبی موجود است.

✓ کمربندهای تقویتی

کمربندهای تقویتی ساخته شده از مواد پلی‌مری تقویت شده با فیبر می‌توانند در پایه‌های نوع H مورد استفاده قرار گیرند. یک مثال از کمربند تقویتی با مواد پلی‌مری تقویت شده با فیبر که در یک سازه نوع H به کار رفته در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۴ - سازه مشبک خط ۲۳۰ کیلوولت پلی‌مری تقویت شده با فیبر



شکل ۳ - کمربند تقویتی با مواد پلی‌مری تقویت شده با فیبر که در یک سازه نوع H به کار رفته

✓ مهارها

مهارهای سنتی (که در بعضی کشورها به آن مهاربند می‌گویند)، از چوب ساخته می‌شوند. مهارهای پلی‌مری تقویت شده با فیبر می‌تواند جایگزین شده و جانشینی اقتصادی، سبک وزن و با دوام نسبت به طرح اولیه باشند.

✓ سازه‌های مشبک

سه سازه پلی‌مری تقویت شده با فیبر در خط ۲۳۰ کیلوولت، از نیمه دهه ۱۹۹۰ در یک منطقه ساحلی با شرایط محیطی دارای خوردگی بسیار زیاد، در کالیفرنیا آمریکا به کار گرفته شده‌اند (شکل ۴). نصب آسان و سریع آن‌ها و نیز تاب‌آوری بسیار زیاد در محیط‌های دارای خوردگی، ارزش زیادی برای شرکت‌های برق که آن‌ها را نصب کرده‌اند به همراه داشته است.

✳️ مقایسه قیمت سازه‌های خط انتقال با پلی‌مر تقویت شده با فیبر

بروشور فنی ۸۱۸ سیگره، یک بخش مفصل برای مقایسه هزینه سازه‌های پلی‌مری تقویت شده با فیبر با سازه‌های چوبی و فولادی دارد. نتیجه‌گیری کلی آن است که سازه‌های پلی‌مری جایگزینی مناسب و اقتصادی برای سازه‌های چوبی، فولادی و بتنی است.

✳️ نتیجه‌گیری

سازه‌های کامپوزیت پلی‌مری تقویت شده با فیبر برای استفاده در خطوط انتقال، موضوع جدیدی در صنعت برق محسوب می‌شوند. هرچند صنایع هوافضا، دریایی، پل‌سازی و صنایع سبک تجاری، از پلی‌مرهای تقویت شده با فیبر، به مدت طولانی با موفقیت زیاد استفاده کرده‌اند. پلی‌مرهای تقویت شده با فیبر، برای بسیاری از چالش‌هایی که صنعت برق با آن‌ها روبرو است، راه‌حلی اقتصادی، موافق با محیط زیست و قابل اطمینان ارائه می‌کند. تحقیق و آموزش جامعه خط انتقال در مورد منافع استفاده از پلی‌مرهای تقویت شده با فیبر، برای گسترش یافتن استفاده از این فن‌آوری، ضروری است. بروشور فنی ۸۱۸ سیگره ابزاری مهم در این تلاش است و مرجعی بسیار توصیه شده برای افراد حرفه‌ای در این زمینه می‌باشد.

کمیته مطالعاتی خطوط انتقال SC B2

سیگره ایران

دی ماه ۱۴۰۳



مرجع اصلی: CIGRE Electra No. 313 - دسترسی به مراجع از طریق سایت <https://www.e-cigre.org>

تهیه کننده: سیگره ایران - کمیته مطالعاتی SC B2

برای کسب اطلاعات تکمیلی با دبیرخانه سیگره ایران تماس بگیرید.

این گزارش شامل خلاصه ای برای معرفی یکی از بروشورهای فنی منتشر شده توسط سیگره بین الملل و منبع معرفی آن، مجله الکترا می باشد.

Electra, reprinted/translated with permission from CIGRE, © 2024

کمیته های مطالعاتی سیگره بین الملل	کمیته های مطالعاتی متناظر سیگره ایران
---------------------------------------	------------------------------------------

Group A – Equipment	
A1 Power Generation and Electromechanical Energy Conversion	ماشین های الکتریکی دوار و تولید برق
A2 Power transformers and reactors	ترانسفورماتورها و راکتورها
A3 Transmission and distribution equipment	تجهیزات انتقال و توزیع
Group B – Technologies	
B1 Insulated cables	کابل های عایق شده
B2 Overhead lines	خطوط انتقال
B3 Substations and electrical installations	پست های فشار قوی
B4 DC systems and power electronics	سیستم های DC و الکترونیک قدرت
B5 Protection and automation	حفاظت و اتوماسیون
Group C – Systems	
C1 Power system development and economics	توسعه سیستم قدرت و جنبه های اقتصادی
C2 Power system operation and control	سیستم بهره برداری و کنترل
C3 Power System Sustainability and Environmental Performance	---
C4 Power system technical performance	---
C5 Electricity markets and regulation	بازار برق و تنظیم گری
C6 Active distribution systems and distributed energy resources	شبکه های توزیع فعال و منابع انرژی توزیع شده
Group D – New Materials and IT	
D1 Materials and emerging test techniques	---
D2 Information Systems Telecommunications and Cybersecurity	مخابرات و فناوری اطلاعات



با ما در ارتباط باشید:



دبیرخانه سیگره ایران:
تهران - خیابان ولیعصر - بالاتر از میدان ونک - خیابان عطار - پلاک ۱۲ - شرکت موننکو ایران
شماره تماس: ۰۲۱-۸۱۹۶۱ ایمیل: cigre@monencogroup.com وب سایت: www.cigreiran.com