



ProWindingTech

Tan Delta – Importance, Significance and Relevance for Magnet wire

Prepared by: ProWindingTech

تائزانت دلتا – اهميت و کاربرد آن در
سيم لاکه



prowindingtech@gmail.com



t.me/prowindingtech



تانژانت دلتا – اهمیت و کاربرد آن در سیم لاکه

سیم لاکه یک سیم مسی است که با رزین (روکش عایقی) باکیفیت پوشانده شده است. ساده به نظر می‌رسد، درست است؟

اما حتی یک تغییر کوچک در کیفیت یا مقدار هادی یا عایق می‌تواند باعث شود سیم برای یک کاربرد خاص مناسب نباشد؛ چه در یک موتور خودرو برقی با کارایی بالا و چه در یک موتور فن BLDC کم‌مصرف.

بیایید ببینیم وقتی سیم لاکه عایق مناسب نداشته باشد چه رخ می‌دهد. عیوبی مثل ترک‌های ریز در لایه رزین عایق می‌توانند منجر به مشکلاتی مانند شکست الکتریکی، داغ شدن بیش از حد، و خرابی مکانیکی موتور شوند. به زبان ساده‌تر، مشتری محصول (موتور) را غیرقابل اعتماد می‌بیند و این موضوع بر اعتبار برند تأثیر منفی می‌گذارد.

بنابراین، برای جلب رضایت مشتری با کارایی بهتر و عمر طولانی‌تر موتور، سیم لاکه باید مطابق با الزامات رزین تولید شود. تولیدکنندگان سیم لاکه که بر کیفیت متمرکز هستند، مجموعه‌ای از آزمون‌های کنترل کیفیت را اجرا می‌کنند. آزمون تانژانت دلتا یکی از این آزمون‌هاست که کیفیت عایق رزین سیم لاکه را تضمین می‌کند.

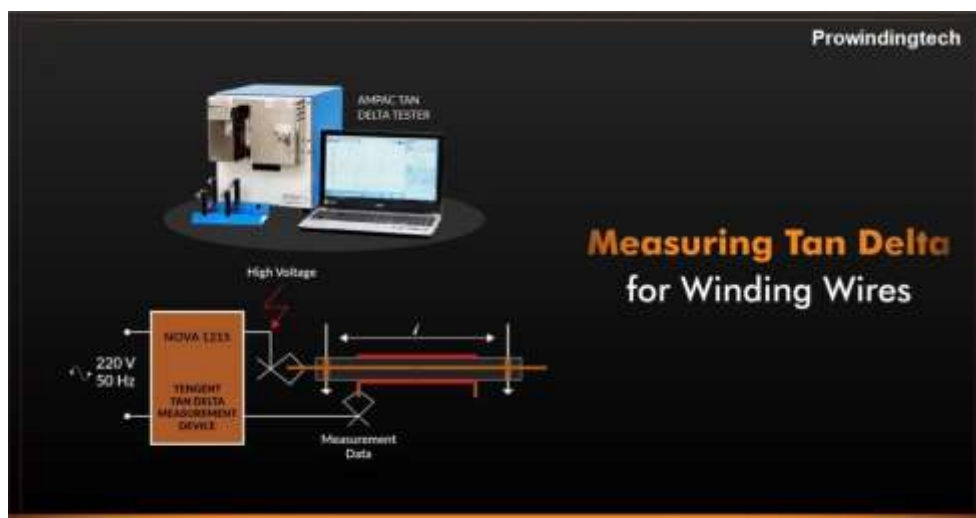
تانژانت دلتا چیست؟

تانژانت دلتا نشان‌دهنده میزان پخت (Curing) رزین سیم لاک‌ی است. هر نوع رزین، مقدار توصیه‌شده‌ای از تانژانت دلتا دارد که برای خواص سیم مناسب‌ترین حالت است.

در فرآیند پخت، عایق رزین تا دمای بالایی حرارت داده می‌شود تا مولکول‌های پلیمری به هم متصل شوند و یک لایه پیوسته و محافظتی در اطراف سیم تشکیل دهند. اگر رزین به‌طور کامل پخته نشده باشد، ممکن است دارای عیوبی مانند حفره، ترک یا آلودگی باشد. این موارد می‌توانند بر خواص عایقی سیم لاک‌ی اثر منفی بگذارند، از جمله:

- **افزایش مقاومت الکتریکی:** عیوب عایق می‌تواند مقاومت الکتریکی سیم‌پیچ را افزایش دهد و باعث داغ شدن و در نهایت خرابی موتور شود.
- **کاهش بازده:** عیوب عایق می‌توانند موجب کاهش راندمان موتور شوند، زیرا انرژی بیشتری به دلیل افزایش مقاومت الکتریکی تلف می‌شود.
- **افزایش نیاز به نگهداری:** اگر این عیوب شناسایی و رفع نشوند، موتور ممکن است به دفعات بیشتری نیازمند تعمیرات باشد.
-

آزمون تانژانت دلتا روشی دقیق برای شناسایی چنین عیوبی در عایق سیم لاک‌ی است.



آزمون کیفیت سیم لاک‌ی - آزمون تانژانت دلتا

آزمون تانژانت دلتا که به عنوان آزمون "زاویه تلفات دی‌الکتریک" یا "فاکتور اتلاف" نیز شناخته می‌شود، روشی برای اندازه‌گیری خواص عایق الکتریکی سیم‌پیچ‌هاست.

در این روش، ولتاژ متناوب با فرکانس بالا به سیم‌پیچ اعمال می‌شود و جریان حاصل اندازه‌گیری می‌گردد. نسبت بین ولتاژ و جریان متناوب به عنوان مقدار "تانژانت دلتا" شناخته می‌شود. این مقدار نشان‌دهنده انرژی تلف‌شده به دلیل مقاومت و ظرفیت خازنی در سیم است.

این مقدار می‌تواند برای تعیین وضعیت سیم به کار رود، به‌ویژه برای شناسایی هرگونه عیب یا آسیب موجود در عایق.

- مقدار پایین **تانژانت دلتا** یا فاکتور اتلاف نشان‌دهنده کیفیت بالای عایق سیم‌پیچ است (یعنی مقاومت الکتریکی کمی دارد).
- مقدار **بالا** نشان‌دهنده عملکرد ضعیف عایق است که معمولاً به دلیل پخت ناقص رزین رخ می‌دهد.

روش‌های صحیح اندازه‌گیری تانژانت دلتا در سیم لاکي

تانژانت دلتا را می‌توان به دو روش اندازه‌گیری کرد:

۱. روش آلیاژ وودز (با کاهش دما)

۲. روش گرافیتی (با افزایش دما)

روش دوم (گرافیتی) صحیح‌تر است، زیرا وجود حلال‌های باقی‌مانده یا واکنش‌های ناقص در فرآیند پخت را آشکار می‌کند. در حالی که در روش اول به دلیل پیش‌گرمایش نمونه در دمای بالا، این عیوب ممکن است پنهان شوند.

همچنین، **تکرارپذیری و بازتولیدپذیری (R&R)** آزمون تانژانت دلتا اهمیت زیادی دارد. و از همه مهم‌تر، برای دستیابی به نتایج دقیق، استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری باکیفیت ضروری است.

