

TECHNICAL PUBLICATION

نشریه فن صنعت سیم های سیم پیچ



مرجع دانش فنی و استانداردهای صنعت سیم لاکه

TechWinder

هر ماه، یک دوره جلوه در دانش سیم های سیم پیچ

سیم لاکه؛ قهرمان خاموش صنعت مدرن

سیم لاکه، گرچه ساده به نظر می رسد، اما نقشی کلیدی در عملکرد بی نقص موتورهای الکتریکی، ترانس ها و تجهیزات پیشرفته دارد. این سیم ها با پوششی عایق، پاسخی هوشمندانه به نیاز ایمنی و دوام در سیستم های الکتریکی اند.

از نخستین لاک های طبیعی تا رزین های مدرن، مسیر تکامل آن پر از نوآوری بوده است. امروزه، با تکیه بر استانداردهایی چون IEC 60317، سیم لاکه در صنایع گوناگون از لوازم خانگی تا هوافضا حضوری بی وقفه دارد.

بی صدا، مقاوم، وفادار؛ سیم لاکه قلب تپنده ماشین های مدرن است.



Enameled wire: From a simple idea to the beating heart of the industry

سیم لاکه؛ از ایده های ساده تا

قلب تپنده صنعت



Editor's Notes

TechWinder

مرجع ماهانه دانش فنی و استانداردهای صنعت

سیم لاکه

یادداشت سردبیر

از تجربه تا انتشار

در دنیای پرتلاطم صنعت، تجربه زمانی ارزشمندتر می‌شود که به دانشی ماندگار تبدیل شود؛ دانشی که بتواند مسیر توسعه و بهبود را برای دیگران هموار کند. نشریه‌ای که پیش روی شماست، تلاشی است برای به اشتراک‌گذاری همین تجربه ها؛ آنچه طی سال‌ها فعالیت در حوزه کنترل کیفیت، آزمون، و استانداردسازی در صنعت سیم‌های لاکه اندوخته‌ایم.

در این مجموعه، سعی شده با نگاهی کاربردی به مفاهیم فنی، استانداردهای بین‌المللی مانند IEC 60317 و ISO/IEC 17025، و آزمون‌های مرتبط، محتوایی تهیه شود که هم برای متخصصان با سابقه مفید باشد، و هم برای کارشناسان تازه‌وارد روشنگر.

اما این مسیر، نیازمند همراهی و مشارکت متخصصان و کارشناسان این صنعت است. اگر شما نیز مقاله، تجربه، یا یافته‌ای علمی در حوزه تولید، آزمون یا استانداردهای سیم‌های لاکه دارید، مشتاقانه از شما دعوت می‌کنیم تا آن را از طریق این نشریه با دیگران به اشتراک بگذارید.

با احترام

سردبیر نشریه

In the turbulent world of industry, experience becomes more valuable when it is transformed into lasting knowledge; knowledge that can pave the way for development and improvement for others.

The publication before you is an attempt to share these same experiences; what we have accumulated over the years of activity in the field of quality control, testing, and standardization in the enameled wire industry.

In this collection, we have tried to provide content that is useful for both experienced professionals and enlightening for newcomers, taking a practical look at technical concepts, international standards such as IEC 60317 and ISO/IEC 17025, and related tests.

However, this path requires the support and participation of specialists and experts in this industry. If you also have articles, experience, or scientific findings in the field of enameled wire production, testing, or standards, we cordially invite you to share it with others through this publication.

Sincerely

Editor of the Publication



Making healthcare accessible in the age of smart cities



The pros and cons of batteries for energy storage

« نکته مهم برای تولیدکنندگان ایرانی:

با توجه به تحولات فوق، پیشنهاد می‌شود واحدهای فنی و کنترل کیفیت تولیدکنندگان ایرانی، خصوصاً در زمینه سیم‌های کلاس بالا (۲۰۰ و ۲۴۰)، در اسرع وقت آزمون‌های خود را با تغییرات جدید انطباق دهند.

اخبار تخصصی، تازه‌های IEC و کمیته TC55

تازه‌ترین تحولات در استانداردهای سیم لاکه

منبع: کمیته فنی بین‌المللی IEC/TC55

تاریخ انتشار: ژوئیه ۲۰۲۵

۱- تصویب نسخه جدید IEC 60317-13 Ed.4.0 (Polyimide enameled round copper wire – Class 240):

این نسخه شامل به‌روزرسانی‌هایی در بخش‌های آزمون مقاومت حرارتی طولانی‌مدت و نیز الزامات ضخامت عایق است. طبق نسخه جدید، حداقل ضخامت لاک برای قطرهای بالاتر از ۱/۰ میلی‌متر افزایش یافته و نوع آزمون حرارتی از آزمون ساده ۲۰۰۰ ساعت به آزمون stepwise degradation تغییر یافته است.

۲- آغاز بررسی تجدیدنظر IEC 60317-0-1 (General requirements – Amendment 3):

تغییرات پیشنهادی شامل هماهنگی دقیق‌تر آزمون‌ها با ISO/IEC 17025، افزایش دقت تعاریف مربوط به حباب، ترک و شکست عایق، و تدوین یک پیوست (Annex) درباره نحوه تفسیر نتایج آزمون pin-hole در سیم‌های با قطر زیر ۰/۲ میلی‌متر است.

۳- انتشار پیش‌نویس استاندارد IEC 60317-98 (Multistrand Enameled Wires):

این استاندارد جدید به بررسی ساختار، آزمون‌ها، و کلاس‌های دمایی ویژه سیم‌های لاکه چند رشته‌ای می‌پردازد و با حمایت کشورهای آلمان، ژاپن، و ایران در کمیته TC55 در حال تدوین است.

مقاله فنی ویژه

آزمون انعطاف پذیری سیم لاک مطابق استاندارد IEC 60851-3

نویسنده: *prowindingtech_admin*

اهمیت آزمون انعطاف پذیری در صنعت سیم پیچی

موضوع: بررسی یکی از مهم ترین آزمون های فیزیکی در
سیم های لاکي « BENDING TEST »

مقدمه

انعطاف پذیری یا خم پذیری، یکی از ویژگی های کلیدی سیم لاکي است که رابطه مستقیمی با نوع لاک، ضخامت پوشش، نوع فرآیند پخت و حتی قطر سیم دارد. آزمون انعطاف پذیری طبق استاندارد IEC 60851-3 Clause 4 اجرا می شود.

هدف آزمون

بررسی مقاومت مکانیکی لاک در برابر ترک خوردگی هنگام خم شدن سیم بر روی میله با قطر مشخص. تجهیزات مورد نیاز:
• میله فلزی با قطر مشخص شده در جدول استاندارد (وابسته به قطر سیم)
• دستگاه نگهدارنده برای خم کردن دقیق و کنترل شده
• منبع حرارت برای بررسی عملکرد پس از حرارت (در حالت خاص)
• میکروسکوپ دیجیتال (برای مشاهده ترک های سطحی)

روش آزمون:

۱. سیم نمونه را مطابق دستورالعمل روی میله ای با قطر مناسب می پیچیم.
۲. پس از پیچش، سیم را باز کرده و از نظر ترک، شکست، یا بیرون زدگی لاک بررسی می کنیم.
۳. در صورت نیاز، آزمون حرارتی نیز اجرا می شود: نمونه پس از آزمون خمش در دمای خاص (با توجه به کلاس حرارتی) به مدت نیم ساعت قرار می گیرد، سپس مجدداً بررسی سطح انجام می شود.

پذیرش / رد:

طبق استاندارد، وجود ترک موئین قابل رؤیت یا شکست کامل لاک منجر به مردودی نمونه است. برای سیم های کلاس بالا (C200/C240)، آزمون باید بدون نقص ظاهری سپری شود.

نکات فنی:

استفاده از لاک های چندلایه یا رزین های نانوکامپوزیتی باعث بهبود عملکرد در این آزمون می شود.
• فرآیند پخت با سرعت بالا و دمای غیر یکنواخت، منجر به افزایش احتمال شکست در آزمون خواهد شد.
• برای سیم های زیر ۰/۲۵ mm، انتخاب قطر مناسب میله آزمون (مطابق Annex A استاندارد) بسیار حیاتی است



MANDREL WINDING TESTER
STANDARDS: IEC 60851-3.5, JIS C 3216-3,
NEMA MW 1000



Image of the flexibility test
«Coating Cracking»

• کنترل کیفیت:

آزمون مندرل تست به عنوان یک آزمون حیاتی برای ارزیابی کیفیت پوشش سیم ها قبل از استفاده در دستگاه های حساس مانند موتورهای الکتریکی و ترانسفورماتورها محسوب می شود.

• پایداری در شرایط محیطی سخت:

این آزمون اطمینان می دهد که سیم ها قادر به تحمل پیچش و تغییرات مکانیکی بدون آسیب به پوشش لاک هستند، که این ویژگی در شرایط عملیاتی که سیم ها در معرض لرزش ها و تنش های مکانیکی قرار دارند، بسیار اهمیت دارد.

• افزایش عمر

تجهیزات:

انجام این آزمون باعث افزایش عمر تجهیزات سیم پیچی می شود زیرا سیم های مقاوم در برابر پیچش و فشار مکانیکی، احتمال خرابی های ناشی از آسیب به پوشش را کاهش می دهند.

نکات کاربردی:

- این بند ظاهراً ساده است، اما پایه بسیاری از آزمون‌های پذیرش کیفی در سطح نهایی سیم است.
- برای پیاده‌سازی دقیق، لازم است اپراتورهای خط، با کارت‌های مرجع نمونه‌عیب (Defect Reference Cards) آموزش ببینند.
- سیستم‌های کنترل روی خط (Blister detector) در خطوط جدید، قادرند برخی از این عیوب را خودکار شناسایی کنند.

پیشنهاد اجرایی:

برای تضمین انطباق با این بند:

- تهیه چک‌لیست بازرسی ظاهری روزانه
- ایجاد روش مدون دسته‌بندی عیوب (مانند ASTM D3330 یا سیستم AQL)
- تعریف حد مجاز قابل‌پذیرش برای هر نوع عیب (مثلاً حداکثر ۲ تاول در هر ۳۰ متر)

جمع‌بندی:

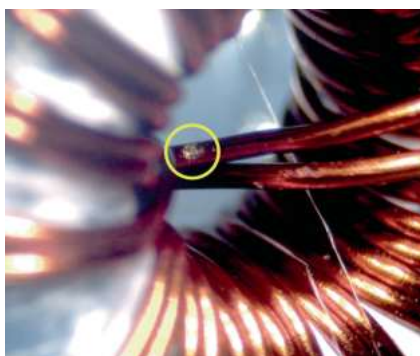
بند ۳-۳ فراتر از یک الزام ظاهری است. این بند، شاخصی از کیفیت فرآیند لاک‌زنی، کنترل پخت، تمیزی محیط و نگهداری تجهیزات است. کنترل آن در خط تولید به‌مراتب مؤثرتر از کنترل نهایی خواهد بود.



The presence of effects on lacquered wire



The presence of bubbles and burns on the Enamel wire



Scratches and peeling of the varnish on the wire coating

نقد استاندارد

تحلیل تخصصی بند ۳-۳ از استاندارد IEC 60317-0-1

موضوع: الزامات مربوط به ظاهر سطح سیم لاک
نویسنده: prowindingtech_admin

متن اصلی استاندارد - بند ۳-۳ (Appearance)

"The enamelled wire shall be uniform in appearance and free from visible defects such as blisters, cracks, pinholes, foreign material, or mechanical damage."

مفهوم اصلی:

استاندارد صراحتاً تأکید دارد که ظاهر سطح سیم لاک باید یکنواخت و عاری از عیوب قابل مشاهده باشد.

مهم‌ترین این عیوب عبارت‌اند از:

تاول (Blister): ناشی از گاز محبوس‌شده یا مشکل در پخت لاک.

ترک (Crack): حاصل از تنش‌های حرارتی یا خشک‌شدن سریع لاک.

پین‌هول (Pinhole): سوراخ‌های ریز که ممکن است موجب شکست عایق شوند.

مواد خارجی: گرد و غبار، خرده‌رزین یا ذرات فلزی آسیب مکانیکی: مثل خراش، ساییدگی یا له‌شدگی.



بررسی انواع رزین های پوششی و کاربرد آن ها در صنعت سیم پیچی

موضوع: انواع رزین و کاربرد آن در صنعت سیم لاک

نویسنده: prowindingtech_admin

در صنعت سیم های سیم پیچی، رزین های پوششی نقش کلیدی در بهبود خواص الکتریکی، مکانیکی و شیمیایی سیم ها ایفا می کنند. این پوشش ها علاوه بر افزایش مقاومت حرارتی، عایق بندی الکتریکی و محافظت در برابر خوردگی و عوامل محیطی، در بهبود طول عمر سیم ها نیز موثرند. در این مقاله به بررسی رزین های مختلف و کاربرد آن ها در این صنعت می پردازیم.

۱- پلی استر ایمید (Polyesterimide)

• کلاس حرارتی: ۱۸۰

• ویژگی ها:

مقاومت حرارتی بالا

پایداری مکانیکی و شیمیایی عالی

مقاوم در برابر اکسیداسیون و هیدرولیز

• کاربردها:

پلی استر ایمید برای موتورهای الکتریکی،

ترانسفورماتورها و ژنراتورهای استفاده می شود که نیاز

به مقاومت حرارتی بالا دارند. این رزین در برابر دماهای

بالا و تنش های محیطی مقاوم است و برای کاربردهای

صنعتی سنگین مناسب است.

۲- پلی آمید ایمید (Polyamide-imide)

• کلاس حرارتی: ۲۰۰

• ویژگی ها:

بالا ترین مقاومت حرارتی در بین رزین های معمول

مقاومت مکانیکی و الکتریکی عالی حتی در دماهای بالا

پایداری در برابر مواد شیمیایی و ساییدگی

• کاربردها:

پلی آمید ایمید در موتورهای پر قدرت، ژنراتورها و

تجهیزات الکترونیکی صنعتی استفاده می شود. این ماده

برای کاربردهایی که نیاز به حداکثر کارایی در شرایط

دمایی بسیار بالا دارند، ایده آل است.

۳- پلی اورتان قلع پذیر (Solderable Polyurethane)

• کلاس حرارتی:

155 مناسب برای کاربردهای متوسط

180 مقاوم تر در برابر دماهای بالاتر

۵- پلی وینیل فرمال (Polyvinyl Forma)

• کلاس حرارتی: ۱۲۰

• ویژگی ها:

مقاومت مناسب در برابر روغن ها و مواد شیمیایی

انعطاف پذیری بالا

عایق بندی الکتریکی خوب

• کاربردها:

پلی وینیل فرمال در کاربردهای ترانس های قدرت و

سیم های سیم پیچی که در محیط های خورنده یا

مرطوب استفاده می شوند، کاربرد دارد.

جمع بندی

انتخاب رزین مناسب برای پوشش سیم های

سیم پیچی به عوامل متعددی همچون دمای کارکرد،

نوع تنش های محیطی، الزامات الکتریکی و مکانیکی و

حتی هزینه بستگی دارد. در کاربردهایی که به

مقاومت حرارتی بالا و پایداری در برابر تنش های

محیطی نیاز دارند، پلی آمید ایمید و پلی استر ایمید

بهترین انتخاب هستند. در مقابل، برای کاربردهای

خانگی و اقتصادی تر، پلی اورتان و پلی وینیل فرمال

مناسب ترند.

استفاده از ترکیبات مختلف این رزین ها می تواند

ترکیب بهینه ای از خواص عایق بندی، دوام و عملکرد را

برای انواع کاربردها در صنعت سیم پیچی فراهم کند.



Application of various resins for winding wires

• ویژگی ها:

خاصیت قلع پذیری بالا بدون

نیاز به خراش دادن یا

آماده سازی اضافی

خاصیت انعطاف پذیری بالا

عایق بندی الکتریکی خوب

مقاوم در برابر سایش و

ضربه

• کاربردها:

پلی اورتان با کلاس حرارتی

۱۵۵ برای کاربردهای خانگی

مانند لوازم کوچک الکتریکی

استفاده می شود. در حالی که

نوع ۱۸۰ آن در تجهیزات

صنعتی متوسط تا سنگین که

نیاز به پایداری حرارتی

بیشتری دارند، مورد استفاده

قرار می گیرد.

۴- پلی استر قلع پذیر (Solderable Polyester)

• کلاس حرارتی: ۱۸۰

• ویژگی ها:

خاصیت قلع پذیری بالا بدون

نیاز به خراش دادن یا

آماده سازی اضافی

مقاومت حرارتی و شیمیایی

مناسب

• کاربردها:

این نوع رزین برای سیم هایی

که باید به راحتی لحیم شوند،

مانند سیم پیچ های

ترانسفورماتورهای کوچک،

کاربرد دارد. این ویژگی

سرعت تولید و مونتاژ را

افزایش می دهد.

CORONA RESISTANCE

بررسی پدیده کرونا و تأثیر آن بر عایق سیم‌های
سیم‌پیچی

نویسنده: *pro windingtech_admin*

UNDERSTANDING CORONA DISCHARGE

پدیده کرونا یکی از چالش‌های اساسی در صنایع برق و سیم‌پیچی است که تخلیه‌های الکتریکی جزئی در محیط‌های ولتاژ بالا ایجاد می‌کند. این پدیده علاوه بر کاهش عمر عایق، می‌تواند مشکلات دیگری مانند افزایش دما، انتشار امواج الکترومغناطیسی، و بروز خطرات ایمنی را به دنبال داشته باشد. در این فصل، تأثیر پدیده کرونا بر عایق‌های سیم‌پیچی بررسی شده و راهکارهایی عملی برای کاهش اثرات آن ارائه می‌شود.



Corona resistance in electrical insulation refers to a material's ability to withstand the damaging effects of corona discharge.

WHAT IS CORONA RESISTANCE?

پدیده کرونا چیست؟

Transformer Main Parts

1. Three-limb core
2. LV Winding
3. HV Winding
4. Tapped Winding
5. Tap Leads
6. LV Bushings
7. HV Bushings
8. Clamping Frame
9. On-Load Tap Changer
10. Motor Drive
11. Tank
12. Conservator
13. Radiators



Power losses in transformers due to corona resistance phenomenon

۳. شکل هندسی سیم:

لبه‌های تیز و انحنای

غیرطبیعی میدان الکتریکی

را متمرکز کرده و شرایط

کرونا را فراهم می‌کنند.

۴. شرایط محیطی:

پارامترهایی نظیر دما،

رطوبت، و فشار هوا نقش

مهمی در شدت کرونا دارند

THE CORONA RESISTANCE OF AN ELECTRICAL INSULATING MATERIAL IS ITS ABILITY TO WITHSTAND THE DETERIORATING ACTION OF CORONA DISCHARGES.

پدیده کرونا تخلیه الکتریکی ضعیفی است که به دلیل یونیزاسیون گاز در اطراف سیم‌ها و تجهیزات الکتریکی تحت شرایط ولتاژ بالا رخ می‌دهد. این پدیده بیشتر در مناطقی از سیم‌ها یا تجهیزات که تمرکز میدان الکتریکی بالاست، مانند نقاط دارای لبه‌های تیز، ترک‌ها یا نواقص عایق، اتفاق می‌افتد. عوامل مؤثر بر ایجاد کرونا:

۱. ولتاژ بالا: کرونا زمانی رخ می‌دهد که ولتاژ به سطحی برسد که گاز محیط اطراف یونیزه شود.
۲. کیفیت عایق: وجود ترک‌ها، حفره‌ها یا نواقص سطحی در عایق احتمال ایجاد کرونا را افزایش می‌دهد.

اثرات کرونا بر عایق سیم‌های سیم‌پیچی

پدیده کرونا به شکل‌های مختلفی می‌تواند عایق‌های سیم را تحت تأثیر قرار دهد، از جمله:

۱. تخریب حرارتی:

انرژی حاصل از کرونا به صورت گرما آزاد می‌شود که به مرور زمان دمای سطح عایق را افزایش می‌دهد. این افزایش دما ساختار عایق را تضعیف کرده و ممکن است منجر به خرابی شود.

۲. تخریب شیمیایی:

کرونا می‌تواند باعث تولید گازهای شیمیایی مهاجم نظیر اوزون (O_3) و اسیدهای مخرب شود. این ترکیبات شیمیایی با ساختار عایق واکنش داده و باعث تخریب آن می‌شوند.

۳. تخریب مکانیکی:

تخلیه‌های الکتریکی ناشی از کرونا ترک‌های سطحی یا داخلی در عایق ایجاد می‌کند و مقاومت مکانیکی آن را کاهش می‌دهد.

۴. تخریب الکتریکی:

با کاهش استحکام دی‌الکتریک عایق، احتمال شکست عایق و خرابی سیستم افزایش می‌یابد.

روش‌های به حداقل رساندن کرونا در سیم‌های سیم‌پیچی

۱. بهبود کیفیت عایق:

استفاده از عایق‌هایی با استحکام دی‌الکتریک بالا و مقاومت شیمیایی مناسب.

اطمینان از یکنواختی پوشش عایق و حذف حفره‌های ماکروسکوپی و میکروسکوپی (بین‌هول‌ها).

۲. کنترل شکل هندسی سیم:

طراحی مقاطع گرد و یکنواخت برای کاهش تمرکز میدان الکتریکی.

صاف‌کاری و پولیش سطحی برای حذف زبری‌ها و لبه‌های تیز.

۳. کاهش ولتاژ کارکرد:

طراحی سیستم‌ها به گونه‌ای که در ولتاژهای پایین‌تر از حد بحرانی کرونا عمل کنند.

استفاده از تجهیزات تنظیم‌کننده ولتاژ.

۴. بهبود فرآیندهای تولید:

بهره‌گیری از روش‌های دقیق برای اعمال عایق (مانند غوطه‌وری یا پوشش‌دهی یکنواخت).

استفاده از آزمون‌های غیرمخرب مانند تست کرونا برای شناسایی نقاط ضعف.

۵. استفاده از فیلرها و افزودنی‌های محافظ:

اضافه کردن مواد نانوکامپوزیتی یا فیلرهای مقاوم به رزین‌های عایقی.

اعمال پوشش‌های ضد اوزون برای جلوگیری از تخریب شیمیایی.

۶. کنترل شرایط محیطی:

کاهش رطوبت نسبی و فشار هوا در محیط‌های کاری
استفاده از تجهیزات تهویه و خشک‌کن برای کاهش تجمع رطوبت.

۷. پوشش‌دهی سطحی:

استفاده از پوشش‌های مقاوم در برابر کرونا مانند سیلیکون یا پلی‌یورتان.
اعمال پوشش‌های هادی برای کاهش تمرکز میدان الکتریکی.

نتیجه‌گیری

پدیده کرونا یکی از عوامل کلیدی تخریب

عایق‌های سیم‌پیچی است که بر عمر و

عملکرد تجهیزات الکتریکی تأثیر منفی

می‌گذارد. با به‌کارگیری عایق‌های باکیفیت،

بهبود طراحی هندسی سیم‌ها، کنترل ولتاژ،

و استفاده از فناوری‌های پیشرفته، می‌توان

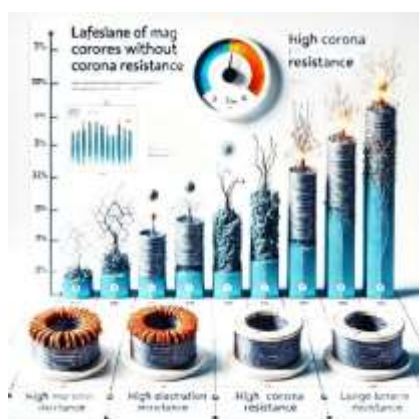
اثرات این پدیده را به حداقل رساند. این

اقدامات نه تنها هزینه‌های تعمیر و

نگهداری را کاهش می‌دهند بلکه عملکرد

سیستم‌های الکتریکی را نیز بهبود

می‌بخشند.



Comparison of insulation life with and without corona

نکته فنی: آزمون‌های کلیدی در کنترل کیفیت سیم‌های سیم پیچ

Magnet Wire Testing – A Critical Element in Quality Control

اهمیت آزمون‌های سیم لاک

۴. آزمون مقاومت به حلال (Solvent Resistance)

لاک سیم باید در برابر حلال‌های صنعتی مورد استفاده در فرآیندهای مونتاژ و آغشته‌سازی (Impregnation) مقاوم باشد. **روش:** قرارگیری سیم در حلال مشخص (مانند زایلن) و بررسی تغییرات فیزیکی یا تخریب سطح لاک.

۵. آزمون مقاومت مکانیکی (Tensile & Elongation)

سیم لاک باید دارای نیروی کششی کافی و درصدی از تغییر طول قبل از پارگی باشد. **اهمیت:** در فرآیند winding سیم‌پیچ‌ها، تحمل کشش بالا مانع از شکست یا تغییر فرم سیم می‌شود.

جمع‌بندی:

کیفیت سیم لاک تنها با تست‌های ظاهری یا کنترل‌های ساده تضمین نمی‌شود. مجموعه آزمون‌های فوق در کنار آزمون‌های دیگری مانند مقاومت به خوردگی، ثبات رنگ، ضخامت‌سنجی، آزمایش‌های Non-Destructive و آزمون‌های عمر حرارتی بلندمدت، پایه‌ای‌ترین ابزار برای تضمین عملکرد درازمدت سیم‌های لاک هستند.

منابع علمی:

IEC 60317 Series (Parts 0-1, 13, 20, etc.)
"Recent Advances in Magnet Wire Insulation" – IEEE
Transactions on Electrical Insulation, 2024
D2307 – Thermal Endurance of Magnet Wire
of Materials S

ASTM
Journal

۳. ولتاژ شکست (Breakdown Voltage)

در این آزمون، سیم در محیط خاصی (معمولاً روغن یا هوا) قرار گرفته و ولتاژ افزایش‌یابنده‌ای به آن اعمال می‌شود تا لاک دچار شکست عایقی شود.

معیار پذیرش: حداقل ولتاژ شکست مطابق قطر لاک و کلاس عایق مشخص شده در IEC 60317.

هدف: تضمین عملکرد عایقی در شرایط بهره‌برداری واقعی.



"TECHWINDER: WHERE KNOWLEDGE THRIVES THROUGH COLLABORATION AND SHAPES THE FUTURE."



TECHWINDER

جایه که دانش با هم افزایی رشد می کند و آینده ای نورقم می زند

📌 Invitation to collaborate in the specialized scientific monthly magazine TechWinder

To enrich the content of *TechWinder* and foster knowledge sharing across the industry, we warmly invite experts, professionals, and enthusiasts to submit their articles, insights, suggestions, or proposed topics for future issues.

📦 Moreover, if your company is active in related fields—such as technology, quality control, measurement systems, or manufacturing—we are pleased to offer a **full-color, full-page feature in our magazine, entirely free of charge**, to introduce your organization to our readership.

✉ **Contact the Editor:**
@prowindingtech_admin

TechWinder

Sharing knowledge, empowering progress



📌 دعوت به همکاری در ماهنامه علمی تخصصی

TechWinder

برای پربرتر شدن محتوای ماهنامه و گسترش تبادل دانش در صنعت، از کلیه کارشناسان، متخصصان و علاقه‌مندان دعوت می‌نماییم مقالات، یادداشت‌ها، پیشنهادات و موضوعات مدنظر خود را جهت بررسی و انتشار در شماره‌های آتی، با سردبیر در میان بگذارند.

📦 همچنین، چنانچه مجموعه یا شرکتی در حوزه‌های مرتبط با فناوری، کنترل کیفیت، تجهیزات اندازه‌گیری یا صنایع مشابه فعالیت دارد، ما آماده‌ایم یک صفحه از ماهنامه را به‌صورت رنگی، تمام‌صفحه و کاملاً رایگان برای معرفی آن مجموعه اختصاص دهیم.

راه ارتباط با سردبیر:

@prowindingtech_admin
@prowindingtech

TechWinder

**با هم می‌نویسیم، با هم می‌سازیم.
صدای مشترک علم، صنعت و نوآوری**

