



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۶۸۹۲-۵

تجدیدنظر اول

۱۳۹۳

INSO

6892-5

1st.Revision

2015

سیم‌های سیم‌پیچی -
روش‌های آزمون -
قسمت ۵: ویژگی‌های الکتریکی

Winding wires –
Test methods –
Part 5: Electrical properties

ICS: 29.060.10

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادهای سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی نامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عبار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1 - International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3 - International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«سیم‌های سیم‌پیچی - روش‌های آزمون - قسمت ۵: ویژگی‌های الکتریکی»

رئیس:

ایازی، جمیله

(لیسانس مهندسی برق - الکترونیک)

سمت و/ یا نمایندگی

رئیس گروه نظارت بر اجرای استانداردهای

برق و مهندسی پزشکی

دبیر:

مقنی یزدی، علی

(لیسانس مهندسی برق - قدرت)

کارشناس شرکت مهندسی امواج برق پایدار

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

تقی زاده، بهزاد

(فوق لیسانس مهندسی برق - قدرت)

کارشناس شرکت مهندسی امواج برق پایدار

رثائی، حامد

(لیسانس مهندسی برق - قدرت)

کارشناس سازمان ملی استاندارد ایران

سلماسی، تورج

(لیسانس فیزیک کاربردی)

مدیر کیفیت گروه صنعتی راما (شرکت‌های

راما پارسیان و راما الکتریک)

شمس احمر، محمود

(لیسانس شیمی کاربردی)

مدیر کنترل کیفیت لاک سیم

قرشی، سید عبدالکریم

(لیسانس مهندسی شیمی)

مدیر کارخانه سیم لاکی فارس

معصومی، مجتبی

(لیسانس مهندسی برق - قدرت)

کارشناس آزمایشگاه آروین آزمای سرمرد

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد	ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد	ج
پیش گفتار	و
مقدمه	ز
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ آزمون ۵: مقاومت الکتریکی	۲
۴ آزمون ۱۳: ولتاژ شکست	۲
۱-۴ قاعده کلی	۲
۲-۴ تجهیزات	۳
۳-۴ سیم گرد لاکی	۴
۴-۴ سیم گرد لاکی با قطر نامی هادی بیش از ۰/۱۰۰ mm تا و خود ۲/۵۰۰ mm ، رده ۱ تا رده ۳	۶
۵-۴ سیم گرد لاکی با قطر نامی هادی بیش از ۲/۵۰۰ mm	۸
۶-۴ سیم گرد با روکش الیاف	۱۰
۷-۴ سیم تخت	۱۲
۵ آزمون ۱۴: پیوستگی عایق (قابل اجرا برای سیم گرد لاکی و سیم گرد نوار پیچ شده)	۱۳
۱-۵ کلیات	۱۳
۲-۵ پیوستگی در ولتاژ پایین (قطر نامی هادی تا و خود ۰/۰۵۰ mm ، رده ۱ تا رده ۳)	۱۳
۳-۵ پیوستگی در ولتاژ بالا (قطر نامی هادی بیش از ۰/۰۵۰ mm تا و خود ۱/۶۰۰ mm ، رده ۱ تا رده ۳، و بیش از ۰/۰۳۵ mm تا و خود ۱/۶۰۰ mm ، رده ۳ از FIW 3 تا FIW 9)	۱۴
۴-۵ پیوستگی در ولتاژ بالا (سیم‌های منطبق با رده 3 FIW تا FIW 10 با قطر نامی هادی بیش از ۰/۰۳۵ mm تا و خود ۱/۶۰۰ mm)	۲۲
۶ آزمون ۱۹ : ضریب تلفات دی الکتریک (قابل اجرا برای سیم گرد لاکی، سیم تخت لاکی و سیم افشان)	۲۴
۱-۶ قاعده کلی	۲۴
۲-۶ تجهیزات	۲۴
۳-۶ آزمون	۲۵
۴-۶ روش آزمون	۲۶
۵-۶ نتیجه	۲۶

فهرست مندرجات (ادامه)

۲۶	۷	آزمون ۲۳: آزمون پنچری
۲۸		پیوست الف- روش‌های اندازه‌گیری ضریب تلفات
۲۸	الف- ۱	تائزانت دلتا - نقطه تقاطع
۲۸	الف- ۲	روش‌های آزمون
۳۰	الف- ۳	تفسیر نتایج

پیش گفتار

استاندارد "سیم‌های سیم‌پیچی - روش‌های آزمون - قسمت ۵: ویژگی‌های الکتریکی" نخستین بار در سال ۱۳۸۲ تدوین شد. این استاندارد بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط سازمان ملی استاندارد ایران و تایید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در هفتصد و هشتاد و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۱۳۹۳/۱۰/۱۴ تصویب شد. اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در موقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۵-۶۸۹۲ سال ۱۳۸۲ می‌شود.

منبع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

IEC 60851-5: 2011, Winding wires - Test methods - Part 5: Electrical properties

مقدمه:

این استاندارد یکی از سری استانداردهای مرتبط با سیم‌های عایق‌شده به کاررفته در سیم‌پیچی تجهیزات الکتریکی است. این سری شامل سه گروه به شرح زیر است:

- ۱- سیم‌های سیم‌پیچی - روش‌های آزمون (IEC 60851)^۱؛
- ۲- ویژگی‌های انواع خاصی از سیم‌های سیم‌پیچی (IEC 60317)^۲؛
- ۳- بسته‌بندی سیم‌های سیم‌پیچی (IEC 60264)^۳.

۱- استانداردهای ملی ایران سری ۶۸۹۲

۲- استانداردهای ملی ایران سری ۶۹۹۸

۳- استانداردهای ملی ایران سری ۲۶۳۶

سیم‌های سیم‌پیچی - روش‌های آزمون - قسمت ۵: ویژگی‌های الکتریکی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه آزمون‌های زیر به منظور تشخیص ویژگی‌های الکتریکی سیم‌های سیم‌پیچی می‌باشد:

- آزمون ۵: مقاومت الکتریکی^۱؛
- آزمون ۱۳: ولتاژ شکست^۲؛
- آزمون ۱۴: پیوستگی عایق^۳؛
- آزمون ۱۹: ضریب تلفات دی‌الکتریک^۴؛
- آزمون ۲۳: پنچری^۵.

تعاریف، نکات کلی مربوط به روش‌های آزمون و فهرست کامل آزمون‌های سیم‌های سیم‌پیچی در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۸۹۲ ارائه شده‌اند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مرجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

- ۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۸۹۲، سیم‌های سیم‌پیچی - روش‌های آزمون - قسمت ۱: کلیات

1 - Electrical resistance
2 - Breakdown voltage
3 - Continuity of insulation
4 - Dielectric dissipation factor
5 - Pin hole

۳ آزمون ۵: مقاومت الکتریکی

مقاومت الکتریکی، مقاومت یک متر سیم به ازای عبور جریان مستقیم (d.c.) در دمای 20°C می‌باشد.

روش به کار رفته باید دارای دقت $\pm 0.5\%$ باشد.

برای سیم‌های افشان (یا رشته‌ای)^۱ طول به کار رفته باید حداکثر 10 m باشد و قبل از اندازه‌گیری هر دو سر سیم باید لحیم شود. هرگاه اندازه‌گیری مقاومت، به منظور بررسی تعداد زیادی از سیم‌های قطع شده باشد، باید 10 m سیم افشان به کار گرفته شود.

اگر مقاومت الکتریکی R_t در دمایی غیر از 20°C اندازه‌گیری شود، مقدار مقاومت الکتریکی R_{20} در 20°C باید با استفاده از فرمول زیر محاسبه شود:

$$R_{20} = \frac{R_t}{1 + \alpha(t - 20)}$$

که در آن:

t دمای واقعی حین اندازه‌گیری بر حسب درجه سلسیوس؛

α ضریب دما بر حسب K^{-1} است.

برای گستره دمای از 15°C تا 25°C باید از ضریب دماهای زیر استفاده شود:

$$\alpha_{20} = 3.96 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1} \quad \text{— برای مس}$$

$$\alpha_{20} = 4.07 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1} \quad \text{— برای آلومینیوم}$$

یک آزمون باید انجام شود. مقاومت الکتریکی باید گزارش شود.

۴ آزمون ۱۳: ولتاژ شکست

۱-۴ قاعده کلی

ولتاژ آزمون باید ولتاژ متناوب (AC) با فرکانس نامی 50 Hz یا 60 Hz باشد. ولتاژ آزمون باید از صفر آغاز شده و با نرخ یکنواخت مطابق جدول ۱ افزایش یابد.

جدول ۱- نرخ‌های افزایش ولتاژ آزمون

نرخ افزایش V/s	ولتاژ شکست V	
	تا و خود	بیش از
۲۰	۵۰۰	-
۱۰۰	۲۵۰۰	۵۰۰
۵۰۰	-	۲۵۰۰

۲-۴ تجهیزات

از تجهیزات زیر باید استفاده شود:

- ترانسفورماتور آزمون با حداقل توان اسمی ۵۰۰ VA که تحت شرایط آزمون بتواند ولتاژ متناوب با شکل موج سینوسی بدون اعوجاج، با ضریب قله در حدود $\sqrt{2} \pm 5\%$ (یعنی ۱٫۳۴ تا ۱٫۴۸) و ظرفیت ارائه جریان ۵ mA با حداکثر افت ولتاژ ۲٪ را فراهم کند؛
- مدار تشخیص زدگی (شکست)^۱، که هنگام عبور جریان ۵ mA یا بیشتر عمل کند؛
- تنظیم‌کننده‌ای برای تأمین افزایش یکنواخت ولتاژ آزمون با نرخ تعیین‌شده؛
- آون^۲ با گردش اجباری هوا؛
- استوانه فلزی صیقلی به قطر $25 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ که در راستای محور خود به طور افقی نصب شده است (شکل ۱ را ببینید) و با یکی از ترمینال‌های منبع ولتاژ آزمون، اتصال الکتریکی دارد.
- دستگاه تابنده^۳ مطابق شکل ۲ که می‌تواند دو قطعه سیم را به طول ۱۲۵ mm به هم بتاباند.
- نوارهای فویل فلزی به عرض ۶ mm و نوار چسب حساس به فشار که عرض آن ۱۲ mm باشد؛
- ظرفی که محتوی گوی‌های فلزی از جنس فولاد زنگ‌نزن یا آهن آبکاری شده با نیکل باشد. حداکثر قطر گوی‌ها ۲ mm باشد. گوی‌ها باید به طور متناوب با وسیله مناسب تمیز شوند.
- میله فلزی که قطر آن $50 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ باشد؛
- میله فلزی که قطر آن $25 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ باشد؛
- میله فلزی که قطر آن $80 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ باشد.

1 - Fault detection circuit

2 - Oven

3 - Twisting device

۳-۴ سیم گرد لاکه

۱-۳-۴ رده ۱ تا رده ۳ با قطر نامی تا و خود mm ۱۰۰/۰

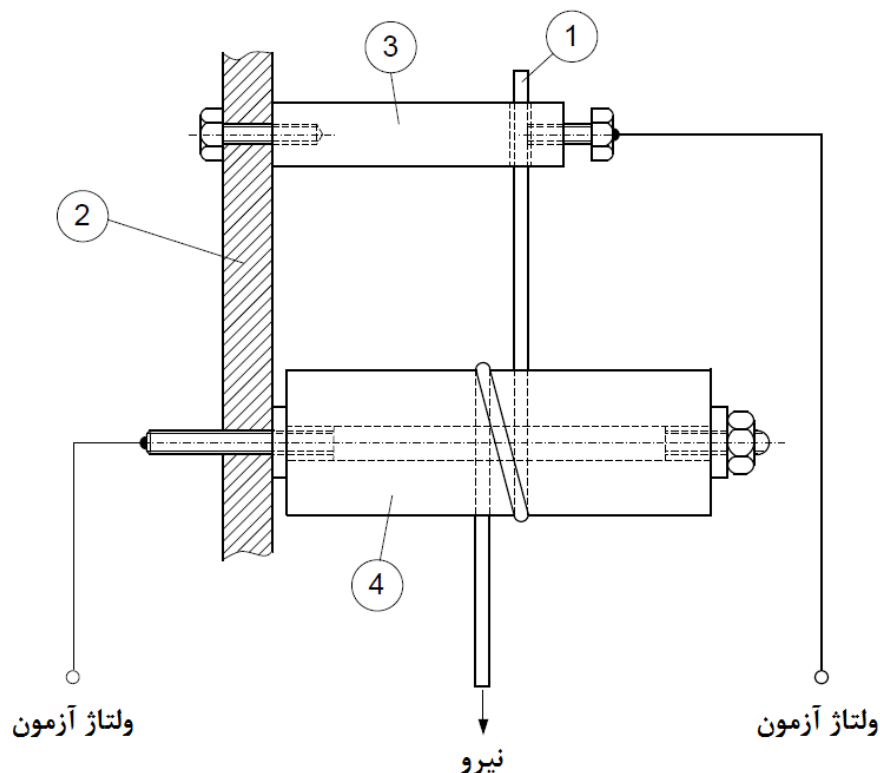
آزمون را روی استوانه‌ای به قطر $1 \text{ mm} \pm 25 \text{ mm}$ انجام دهید. یک تکه سیم صاف که عایق یک سر آن برداشته شده است را به گونه‌ای که شکل ۱ نشان می‌دهد به ترمینال بالایی وصل کرده و سیم را یک بار به دور استوانه بپیچانید. نیرویی مطابق آنچه که در جدول ۱-۲ معین شده است به انتهای پایینی سیم اعمال نمایید تا تماس کافی بین آزمون و استوانه برقرار شود.

ولتاژ آزمون را طبق زیربند ۱-۴ بین هادی سیم و استوانه اعمال کنید. آزمون باید در دمای اتاق انجام شود.

پنج آزمون باید مورد آزمون قرار گیرد. پنج مقدار مجزا باید گزارش شود.

جدول ۱-۲ نیروی اعمالی به سیم

نیرو N	قطر نامی هادی mm	
	تا و خود	بیش از
۰/۰۱۳	۰/۰۱۸	-
۰/۰۱۵	۰/۰۲۰	۰/۰۱۸
۰/۰۲۰	۰/۰۲۲	۰/۰۲۰
۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۲
۰/۰۳۰	۰/۰۲۸	۰/۰۲۵
۰/۰۴۰	۰/۰۳۲	۰/۰۲۸
۰/۰۵۰	۰/۰۳۶	۰/۰۳۲
۰/۰۶۰	۰/۰۴۰	۰/۰۳۶
۰/۰۸۰	۰/۰۴۵	۰/۰۴۰
۰/۱۰۰	۰/۰۵۰	۰/۰۴۵
۰/۱۲۰	۰/۰۵۶	۰/۰۵۰
۰/۱۵۰	۰/۰۶۳	۰/۰۵۶
۰/۲۰۰	۰/۰۷۱	۰/۰۶۳
۰/۲۵۰	۰/۰۸۰	۰/۰۷۱
۰/۳۰۰	۰/۰۹۰	۰/۰۸۰
۰/۴۰۰	۰/۱۰۰	۰/۰۹۰



راهنما:

- | | |
|--------------|---|
| آزمونه | 1 |
| ماده عایق | 2 |
| ترمینال بالا | 3 |
| استوانه | 4 |

شکل ۱- چیدمان استوانه و آزمونه برای انجام آزمون ولتاژ شکست

۲-۳-۴ رده FIW 3 تا رده FIW 9 با قطر نامی هادی تا و خود ۱,۶۰۰ mm

آزمون را روی استوانه‌ای که قطر آن در جدول ۲-۲ مشخص شده است انجام دهید.

یک تکه سیم صاف که عایق یک سر آن برداشته شده است را به گونه‌ای که شکل ۱ نشان می‌دهد به ترمینال بالایی وصل کرده و سیم را یک بار به دور استوانه بپیچانید. نیرویی مطابق آنچه که در جدول ۱-۲ معین شده است به انتهای پایینی سیم اعمال نمایید تا تماس کافی بین آزمونه و استوانه برقرار شود.

ولتاژ آزمون را طبق زیربند ۱-۴ بین هادی سیم و استوانه اعمال کنید. آزمون باید در دمای اتاق انجام شود.

پنج آزمونه باید مورد آزمون قرار گیرد. پنج مقدار مجزا باید گزارش شود.

جدول ۲-۲ قطر استوانه‌های آزمون و نیروی اعمالی به سیم

قطر استوانه آزمون mm	نیرو N	قطر نامی mm	
		تا و خود	بیش از
۲۵ ± ۱	۰٫۰۸۰	۰٫۰۴۰	-
۲۵ ± ۱	۰٫۱۰۰	۰٫۰۴۵	۰٫۰۴۰
۲۵ ± ۱	۰٫۱۳۰	۰٫۰۵۰	۰٫۰۴۵
۲۵ ± ۱	۰٫۱۶۰	۰٫۰۵۶	۰٫۰۵۰
۲۵ ± ۱	۰٫۲۰۰	۰٫۰۶۳	۰٫۰۵۶
۲۵ ± ۱	۰٫۲۶۰	۰٫۰۷۱	۰٫۰۶۳
۲۵ ± ۱	۰٫۳۳۰	۰٫۰۸۰	۰٫۰۷۱
۲۵ ± ۱	۰٫۴۰۰	۰٫۰۹۰	۰٫۰۸۰
۲۵ ± ۱	۰٫۵۰۰	۰٫۱۰۰	۰٫۰۹۰
۲۵ ± ۱	۰٫۶۰۰	۰٫۱۶۰	۰٫۱۰۰
۲۵ ± ۱	۰٫۸۵۰	۰٫۲۵۰	۰٫۱۶۰
۲۵ ± ۱	۱٫۷۰۰	۰٫۳۵۵	۰٫۲۵۰
۲۵ ± ۱	۳٫۴۰۰	۰٫۵۰۰	۰٫۳۵۵
۵۰ ± ۲	۷٫۰۰۰	۰٫۷۱۰	۰٫۵۰۰
۵۰ ± ۲	۱۳٫۵۰۰	۱٫۰۶۰	۰٫۷۱۰
۸۰ ± ۳	۲۷٫۰۰۰	۱٫۴۰۰	۱٫۰۶۰
۸۰ ± ۳	۵۴٫۰۰۰	۱٫۶۰۰	۱٫۴۰۰

۴-۴ سیم گرد لاک‌ی با قطر نامی هادی بیش از ۰٫۱۰۰ mm تا و خود ۲٫۵۰۰ mm، رده ۱ تا رده ۳

۱-۴-۴ آزمون در دمای اتاق

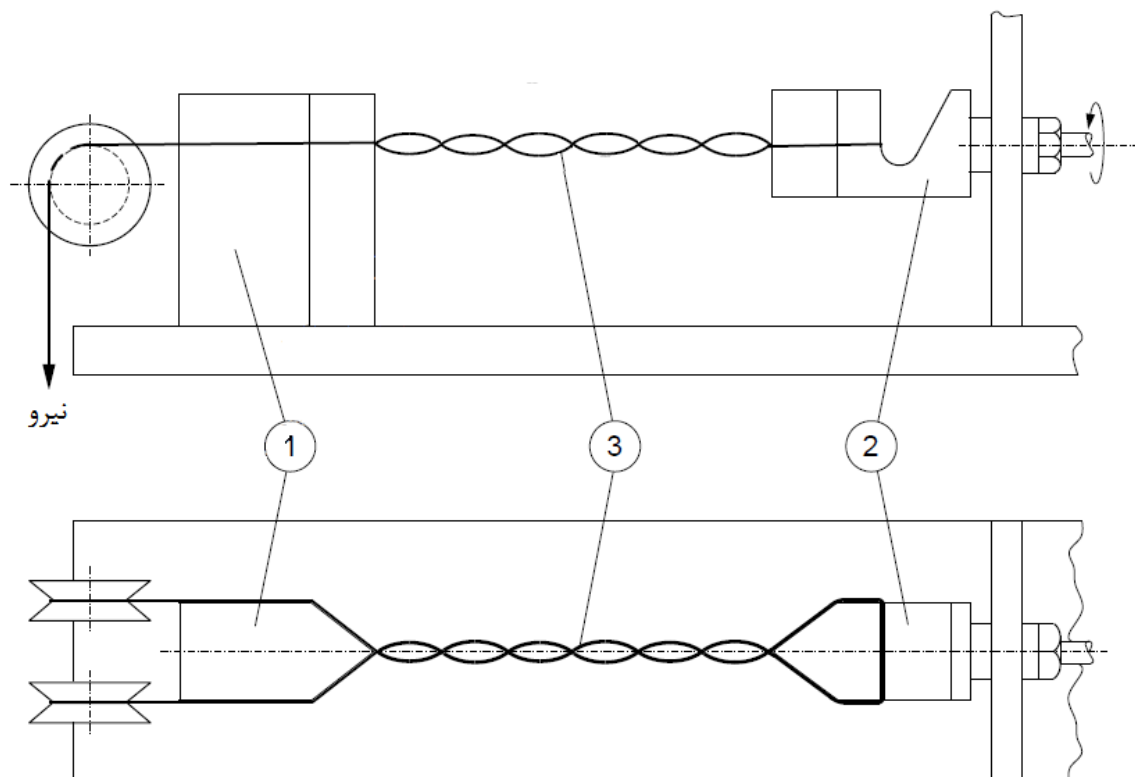
یک تکه سیم صاف به طول تقریبی ۴۰۰ mm که عایق هر دو انتهای آن برداشته شده است را از وسط تا کرده و توسط دستگاه تابنده مطابق شکل ۲ به طول (125 ± 5) mm بتابانید. دو انتهای سیم باید در کنار هم باشند، نیروی اعمالی و تعداد تاب‌ها در جدول ۳ مشخص شده است. حلقه تشکیل شده در انتهای قسمت تائیده شده را از دو نقطه‌ای که حداکثر فاصله را بین دو سر سیم ایجاد کند قطع نمایید. در صورتی که برای ایجاد فاصله مناسب بین دو انتهای سیم نیاز به خم کردن آن‌ها باشد، دقت کنید که این عمل سبب ایجاد خم‌های تند یا آسیب دیدن پوشش^۱ نشود.

ولتاژ آزمون را مطابق زیربند ۱-۴ بین هادی‌های سیم اعمال کنید.

پنج آزمونه باید مورد آزمون قرار گیرد. پنج مقدار مجزا باید گزارش شود.

جدول ۳- نیروی اعمالی به سیم و تعداد تاب‌ها

تعداد تاب‌ها	نیرو N	قطر نامی هادی mm	
		تا و خود	بیش از
۳۳	۰٫۸۵	۰٫۲۵۰	۰٫۱۰۰
۲۳	۱٫۷۰	۰٫۳۵۵	۰٫۲۵۰
۱۶	۳٫۴۰	۰٫۵۰۰	۰٫۳۵۵
۱۲	۷٫۱۰	۰٫۷۱۰	۰٫۵۰۰
۸	۱۳٫۵۰	۱٫۰۶۰	۰٫۷۱۰
۶	۲۷٫۰۰	۱٫۴۰۰	۱٫۰۶۰
۴	۵۴٫۰۰	۲٫۰۰۰	۱٫۴۰۰
۳	۱۰۸٫۰۰	۲٫۵۰۰	۲٫۰۰۰



راهنما:

- ۱ فاصله‌انداز
- ۲ قلاب چرخان
- ۳ آزمون

شکل ۲- دستگاه تاباندن آزمون برای انجام آزمون ولتاژ شکست

۴-۴-۲ آزمون در دمای بالا

یک آزمون را مطابق زیربند ۴-۴-۱ آماده کرده و آن را درون یک آون که از قبل تا دمای آزمون تعیین شده با رواداری $\pm 3^{\circ}\text{C}$ گرم شده است قرار دهید. ولتاژ آزمون را طبق زیربند ۴-۱ بعد از گذشت حداقل ۱۵ min از زمان قرار دادن آزمون در آون، بین هادی‌های سیم اعمال کنید. آزمون باید حداکثر ظرف مدت ۳۰ min انجام شود.

پنج آزمون باید مورد آزمون قرار گیرد. پنج مقدار مجزا باید گزارش شود.

۴-۵ سیم گرد لاکی با قطر نامی هادی بیش از ۲/۵۰۰ mm

۴-۵-۱ آزمون در دمای اتاق

یک تکه سیم صاف به طول مناسب که عایق یک سر آن برداشته شده است را به دور میله خم کنید تا شکل سیم مشابه سیم نشان داده شده در شکل ۳ شود. قطر میله باید $2\text{ mm} \pm 50\text{ mm}$ باشد.

آزمون را مطابق شکل ۳ طوری درون ظرف قرار دهید که ضمن احاطه شدن توسط گوی‌ها، حداقل فاصله ۵ mm بین آزمون و دیواره‌های داخلی ظرف ایجاد شود. برای جلوگیری از جرقه‌سطحی^۱ باید دو انتهای آزمون به اندازه کافی بلند باشند.

گوی‌ها باید به آرامی داخل ظرف ریخته شوند تا جایی که آزمون تا عمق ۹۰ mm زیر گوی‌ها قرار گیرد. قطر گوی‌ها باید حداکثر ۲ mm باشد. گوی‌هایی از جنس فولاد زنگ‌نزن، نیکل یا آهن آبکاری شده با نیکل برای این منظور مناسب هستند. گوی‌ها را باید به طور متناوب با حلال مناسب (برای مثال ۱،۱،۱-تری کلرواتان)^۲ تمیز کرد.

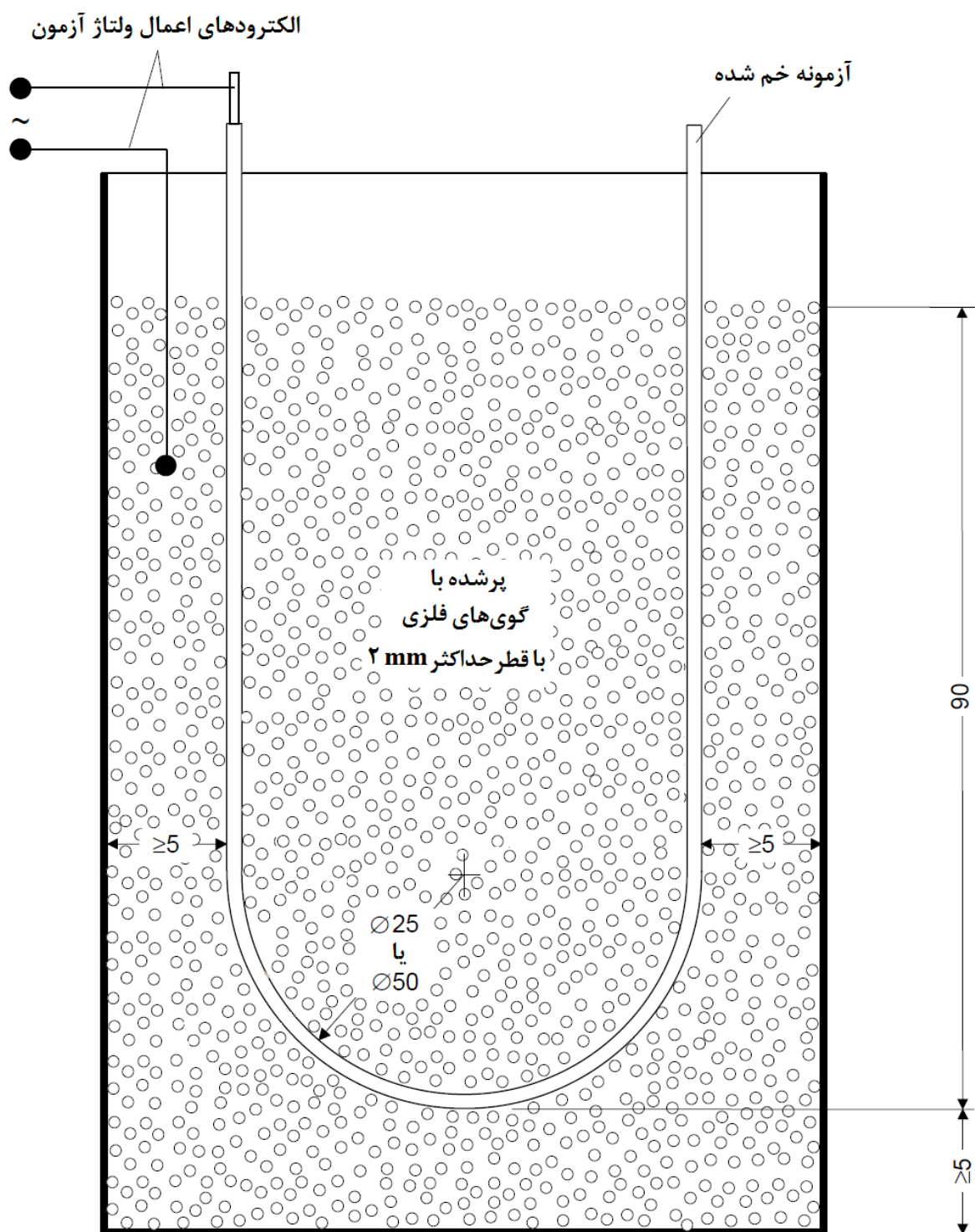
ولتاژ آزمون را مطابق زیربند ۴-۱ بین هادی سیم و گوی‌ها اعمال کنید.

یادآوری- با توافق بین خریدار و تامین‌کننده، آزمون می‌تواند تحت شرایط غوطه‌وری آزمون در روغن، انجام شود. توصیه می‌شود روغن، مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۶۱ یا بنابر توافق بین خریدار و تامین‌کننده باشد.

پنج آزمون باید مورد آزمون قرار گیرد. پنج مقدار مجزا باید گزارش شود.

1 - Flashover

2 - 1,1,1-Trichloroethane



شکل ۳- آزمونه خم شده به شکل U برای انجام آزمون ولتاژ شکست
(آزمونه درون ظرف پر از گوی قرار گرفته است)

۴-۵-۲ آزمون در دمای بالا

یک آزمون را مطابق زیربند ۴-۵-۱ آماده کرده و آن را درون یک آون که از قبل تا دمای آزمون تعیین شده با رواداری $\pm 3^{\circ}\text{C}$ گرم شده است قرار دهید. گوی‌ها و ظرف را درون آون تا دمای آزمون گرم کرده و طی مدت زمان بارگذاری آزمون درون ظرف، همان جا نگه دارید. بارگذاری آزمون باید بسیار آرام انجام شود تا از رسیدن آسیب به آزمون جلوگیری شود.

ولتاژ آزمون را طبق زیربند ۴-۱ بعد از گذشت حداقل ۱۵ min از زمان قرار دادن آزمون در آون، بین هادی سیم و گوی‌ها اعمال کنید. آزمون باید حداکثر ظرف مدت ۳۰ min انجام شود.

دما باید در حدود $\pm 3^{\circ}\text{C}$ نگه داشته شود.

پنج آزمون باید مورد آزمون قرار گیرد. پنج مقدار مجزا باید گزارش شود.

۴-۶ سیم گرد با روکش الیاف^۱

۴-۶-۱ آزمون در دمای اتاق

یک تکه سیم صاف به طول مناسب که عایق یک سر آن برداشته شده است را ۱۰ دور به دور میله بپیچانید تا مطابق شکل ۴ شود. قطر میله باید:

- برای سیم با قطر نامی تا و خود 2.500 mm برابر $1\text{ mm} \pm 0.25\text{ mm}$ و

- برای سیم با قطر نامی بیش از 2.500 mm برابر $2\text{ mm} \pm 0.50\text{ mm}$ باشد.

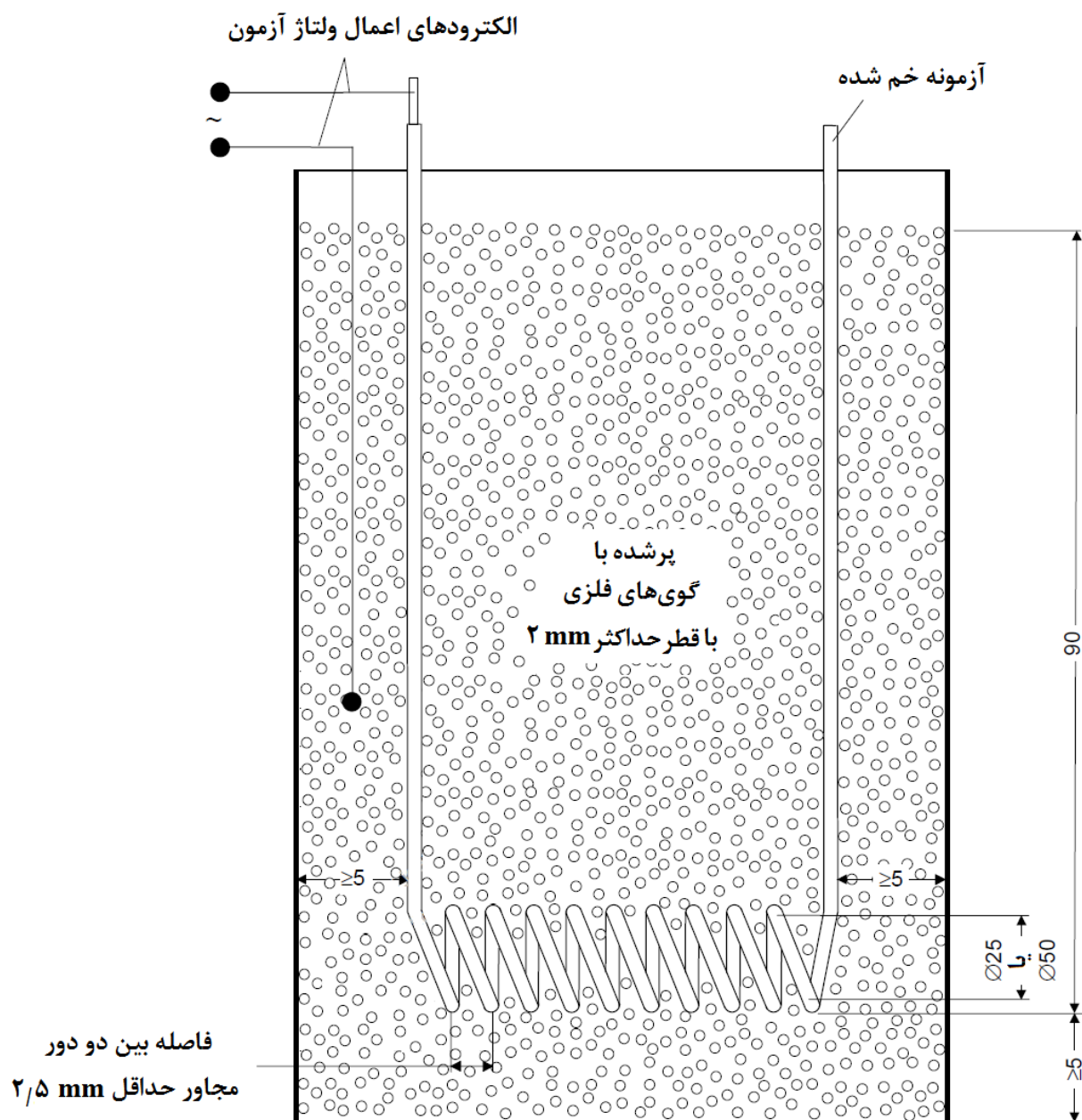
آزمون را مطابق شکل ۴ طوری درون ظرف قرار دهید که ضمن احاطه شدن توسط گوی‌ها، حداقل فاصله 5 mm بین آزمون و دیواره‌های داخلی ظرف ایجاد شود. بین هر دو دور مجاور باید حداقل فاصله 2.5 mm وجود داشته باشد. برای جلوگیری از جرقه‌سطحی باید دو انتهای آزمون به اندازه کافی بلند باشند.

گوی‌ها باید به آرامی داخل ظرف ریخته شوند تا جایی که آزمون تا عمق 90 mm زیر گوی‌ها قرار گیرد. قطر گوی‌ها باید حداکثر 2 mm باشد. گوی‌هایی از جنس فولاد زنگ‌نزن، نیکل یا آهن آبکاری شده با نیکل برای این منظور مناسب هستند. گوی‌ها را باید به طور سالیانه تمیز کرد.

ولتاژ آزمون را مطابق زیربند ۴-۱ بین هادی سیم و گوی‌ها اعمال کنید.

یادآوری- با توافق بین خریدار و تامین‌کننده، آزمون می‌تواند تحت شرایط غوطه‌وری آزمون در روغن، انجام شود. توصیه می‌شود روغن، مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۶۱ یا بنابر توافق بین خریدار و تامین‌کننده باشد.

پنج آزمون باید مورد آزمون قرار گیرد. پنج مقدار مجزا باید گزارش شود.



شکل ۴- آزمون سیم لوله‌ای برای انجام آزمون ولتاژ شکست

۴-۶-۲ آزمون در دمای بالا

یک آزمون را مطابق زیربند ۴-۶-۱ آماده کرده و آن را درون یک آون که از قبل تا دمای آزمون تعیین شده با رواداری $\pm 3^{\circ}\text{C}$ گرم شده است قرار دهید. گوی‌ها و ظرف را درون آون تا دمای آزمون گرم کرده و طی مدت

زمان بارگذاری آزمون درون ظرف، همان جا نگه دارید. بارگذاری آزمون باید بسیار آرام انجام شود تا از رسیدن آسیب به آزمون جلوگیری شود.

ولتاژ آزمون را طبق زیربند ۴-۱ بعد از گذشت حداقل ۱۵ min از زمان قرار دادن آزمون در آون، بین هادی سیم و گوی‌ها اعمال کنید. آزمون باید حداکثر ظرف مدت ۳۰ min انجام شود. دما باید در حدود $3^{\circ}\text{C} \pm$ نگه داشته شود.

پنج آزمون باید مورد آزمون قرار گیرد. پنج مقدار مجزا باید گزارش شود.

۴-۷ سیم تخت

۴-۷-۱ آزمون در دمای اتاق

یک تکه سیم صاف به طول تقریبی ۳۵۰ mm که عایق یک سر آن برداشته شده است را از طرف تخت آن به دور میله خم کنید تا مطابق آنچه در شکل ۳ نشان داده شده است، شود. قطر میله باید:

- برای سیم با ضخامت نامی تا و خود ۲/۵۰۰ mm برابر $1\text{ mm} \pm 25\text{ mm}$ و

- برای سیم با ضخامت نامی بیش از ۲/۵۰۰ mm برابر $2\text{ mm} \pm 50\text{ mm}$ باشد.

آزمون را مطابق شکل ۳ طوری درون ظرف قرار دهید که ضمن احاطه شدن توسط گوی‌ها، حداقل فاصله ۵ mm بین آزمون و دیواره‌های داخلی ظرف ایجاد شود. برای جلوگیری از جرقه سطحی باید دو انتهای آزمون به اندازه کافی بلند باشند.

گوی‌ها باید به آرامی داخل ظرف ریخته شوند تا جایی که آزمون تا عمق ۹۰ mm زیر گوی‌ها قرار گیرد. قطر گوی‌های فلزی باید حداکثر ۲ mm باشد. گوی‌هایی از جنس فولاد زنگ‌نزن، نیکل یا آهن آبکاری شده با نیکل برای این منظور مناسب هستند. گوی‌ها را باید به طور متناوب تمیز کرد.

ولتاژ آزمون را مطابق زیربند ۴-۱ بین هادی سیم و گوی‌ها اعمال کنید.

یادآوری- با توافق بین خریدار و تامین‌کننده، آزمون می‌تواند تحت شرایط غوطه‌وری آزمون در روغن، انجام شود. توصیه می‌شود روغن، مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۶۱ یا بنابر توافق بین خریدار و تامین‌کننده باشد.

پنج آزمون باید مورد آزمون قرار گیرد. پنج مقدار مجزا باید گزارش شود.

۴-۷-۲ آزمون در دمای بالا

یک آزمون را مطابق زیربند ۴-۷-۱ آماده کرده و آن را درون یک آون که از قبل تا دمای آزمون تعیین شده با رواداری $3^{\circ}\text{C} \pm$ گرم شده است قرار دهید. گوی‌ها و ظرف را درون آون تا دمای آزمون گرم کرده و طی مدت زمان بارگذاری آزمون درون ظرف، همان جا نگه دارید. بارگذاری آزمون باید بسیار آرام انجام شود تا از رسیدن آسیب به آزمون جلوگیری شود.

ولتاژ آزمون را طبق زیربند ۴-۱ بعد از گذشت حداقل ۱۵ min از زمان قرار دادن آزمون در آون، بین هادی سیم و گوی‌ها اعمال کنید. آزمون باید حداکثر ظرف مدت ۳۰ min انجام شود.

دما باید در حدود $\pm 3^{\circ}\text{C}$ نگه داشته شود.

پنج آزمون باید مورد آزمون قرار گیرد. پنج مقدار مجزا باید گزارش شود.

۵ آزمون ۱۴: پیوستگی عایق (قابل اجرا برای سیم گرد لاک‌ی و سیم گرد نوار پیچ شده)

۱-۵ کلیات

پیوستگی عایق عبارت است از تعداد زدگی‌ها به ازای طول سیم که به وسیله یک مدار آزمون الکتریکی تشخیص داده می‌شود.

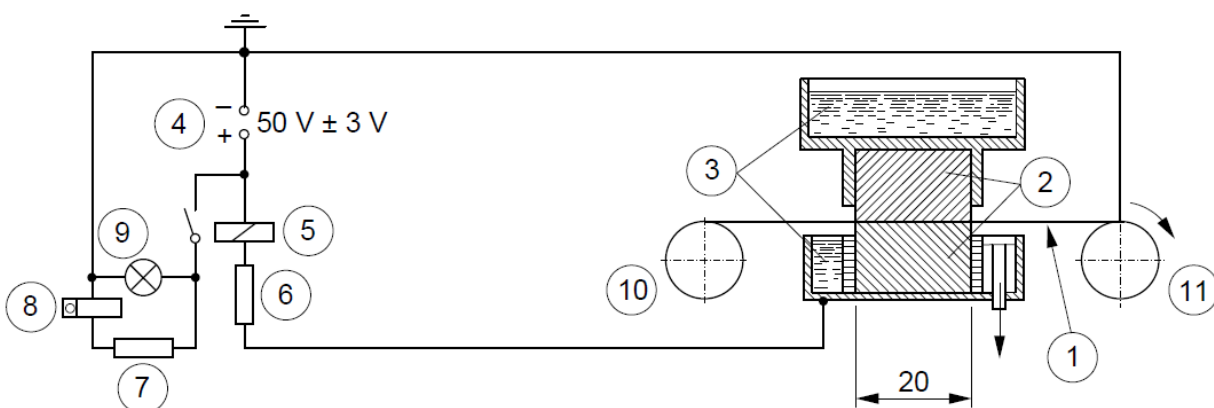
۲-۵ پیوستگی در ولتاژ پایین (قطر نامی هادی تا و خود 0.50 mm ، رده ۱ تا رده ۳)

یک آزمون از سیم به طول $m (1 \pm 30)$ باید با سرعت $mm/s (25 \pm 275)$ از بین دو لایه نمد که داخل محلول الکترولیت غوطه‌ور هستند، کشیده شود. محلول الکترولیت از نسبت 30 g سولفات سدیم محلول در یک لیتر آب (30 g/l) تشکیل می‌شود. هادی سیم و محلول الکترولیت، به یک مدار الکتریکی با ولتاژ آزمون مدار باز $V\text{ DC } (3 \pm 50)$ متصل هستند (به شکل ۵ مراجعه کنید). نیروی اعمال شده به سیم نباید بیش از 0.3 N باشد. زدگی‌ها باید به وسیله یک رله مناسب مستقر در کنار یک شمارنده تشخیص داده شود. هرگاه مقاومت الکتریکی پوشش سیم^۱ حداقل طی مدت 0.4 s کمتر از $10\text{ k}\Omega$ باشد، شمارنده باید عمل کند. چنانچه مقاومت الکتریکی برابر $15\text{ k}\Omega$ یا بیشتر باشد، شمارنده نباید عمل کند. هنگام آزمودن یک سیم بدون عایق^۲، مدار تشخیص زدگی باید با سرعت پاسخ $ms (1 \pm 5)$ و شمارنده زدگی با قابلیت نرخ شمارش (25 ± 500) زدگی در دقیقه عمل کند.

یک آزمون باید انجام شود. تعداد زدگی‌ها در 30 m طول سیم باید گزارش شود.

1 - Wire coating

2 - Bare wire



راهنما:

سیم	1	مقاومت $50 \text{ k}\Omega$	7
لایه‌های نمد	2	شمارنده	8
محفظه محلول الکترولیت (یک لیتر آب / $30 \text{ گرم Na}_2\text{SO}_4$)	3	لامپ راهنما	9
منبع ولتاژ DC	4	فرقره تحویلی محتوی سیم سیم‌پیچی	10
رله	5	فرقره جمع‌کننده	11
مقاومت $50 \text{ k}\Omega$	6		

شکل ۵- دستگاه آزمون پیوستگی روکش در ولتاژ پایین

۳-۵ پیوستگی در ولتاژ بالا (قطر نامی هادی بیش از 0.50 mm تا و خود 1.600 mm ، رده ۱ تا رده ۳، و بیش از 0.35 mm تا و خود 1.600 mm ، رده ۳ از FIW 3 تا FIW 9)

۱-۳-۵ قاعده کلی

یک نمونه از سیم، که هادی آن به زمین متصل شده است، با سرعت ثابت روی الکترودی که روی آن شیاری به شکل V تعبیه شده (پولی)^۱ یا الکتروود جاروی گرافیتی^۲ کشیده می‌شود. یک ولتاژ آزمون DC بین الکتروود و زمین اعمال می‌شود. هرگونه زدگی در روی عایق سیم تشخیص داده شده و توسط شمارنده ثبت می‌شود. نتیجه به صورت تعداد زدگی‌ها در هر 30 m ارائه می‌شود.

۲-۳-۵ تجهیزات

- یک منبع تغذیه ولتاژ بالا که ولتاژ DC فیلترشده صاف را با مقدار ریپل کمتر از 5% ارائه کند. این منبع باید بتواند در حالت مدار باز، ولتاژ آزمون قابل تنظیم از 350 V تا 3000 V و در حالت اتصال کوتاه، جریان محدودشده توسط مقاومت سری داخلی را تا $5 \mu\text{A} \pm 25 \mu\text{A}$ در هر ولتاژ آزمونی ارائه

1 - Pulley

2 - Graphite brush electrode

کند. همچنین در صورت کاهش مقاومت الکتریکی زدگی تا $50\text{ M}\Omega$ مقدار افت ولتاژ از 75% بیشتر نشود.

- مدار تشخیص زدگی، که هنگام عبور جریان زدگی منطبق با جدول ۴ با سرعت پاسخ $ms (1 \pm 5)$ و تکرارشوندگی شمارنده زدگی در نرخ (25 ± 50) شمارش در دقیقه هنگام آزمودن سیم بدون عایق عمل کند.

- زوج پولی الکتروود ولتاژ بالا مطابق شکل ۶، که از جنس فولاد زنگ‌نزن ساخته شده و امکان برقراری تماس سیم با هر پولی به طول تقریبی 25 mm را فراهم کند.

- پولی الکتروود ولتاژ بالا مطابق شکل ۷، که از جنس فولاد زنگ‌نزن ساخته شده و امکان برقراری تماس سیم با آن به طول 25 mm تا 30 mm را فراهم کند.

- الکتروود جاروی الیاف گرافیتی که طبق شکل ۸ نصب می‌شود و ساختاری دارد که رشته‌های هادی، اطراف سیم را کاملاً احاطه کرده و در امتداد $mm (2.5 \pm 25)$ با سطح سیم در تماس است (شکل ۶ را ببینید). الکتروود جاروی الیاف گرافیتی در صورت انباشتگی مواد خارجی یا سایش بیش از حد، باید بازرسی، تمیز یا تعویض شود. مجموعه الکتروود جاروی گرافیتی باید در طول مدت آزمون از نظر الکتریکی مجزا شود تا از قرائت‌های اشتباه در ولتاژهای معین جلوگیری به عمل آید.

- پولی‌های راهنمای زمین‌شده که قطر خارجی $mm (2.5 \pm 50)$ و قطر داخلی $mm (2.5 \pm 40)$ داشته و فاصله آن‌ها از هم $mm (2 \pm 140)$ است.

- مقاومت $10\% \pm 47\text{ M}\Omega$ نصب شده در مدار ولتاژ بالا، برای میرا کردن موج ضربه.

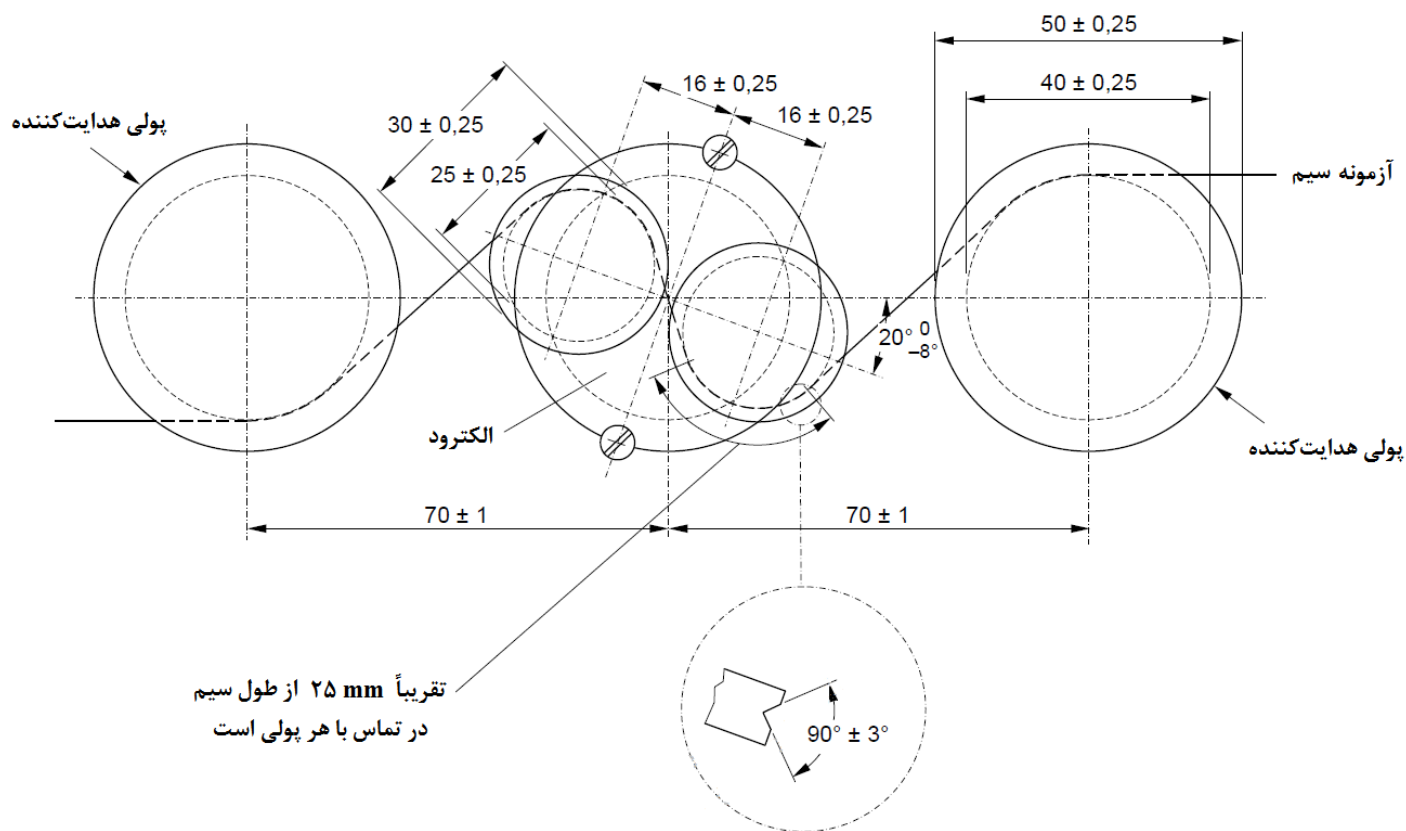
یادآوری- توصیه می‌شود عایقی که الکتروود ولتاژ بالا را نسبت به زمین عایق می‌کند از ماده‌ای با مقاومت الکتریکی زیاد، رطوبت‌ناپذیر و بدون شیار (کاملاً صیقلی)^۲ بوده و به سادگی تمیز شود، همچنین باید دارای یک فاصله هوایی بوده تا بتواند ولتاژ پیوسته 3000 V را روی خود نگه دارد. از آن‌جا که طی فرایندهای کلیدزنی و شمارش نیازمند به حداقل رساندن ظرفیت خازنی نسبت به زمین هستیم، بهتر است رابط ولتاژ بالا^۳ فاقد حفاظ باشد. توصیه می‌شود موتور محرک از نوع بدون جاروبک بوده و قدرت کافی برای تأمین سرعت لازم جهت کشیدن سیم قطر 1.600 mm را داشته باشد.

1 - Root diameter
2 - Non-tracking
3 - High voltage lead

جدول ۴- جریان‌های زدگی در آزمون پیوستگی عایق در ولتاژ بالا

ولتاژ آزمون (DC) V	جریان زدگی μA
۳۰۰۰	۱۶
۲۵۰۰	۱۴
۲۰۰۰	۱۲
۱۵۰۰	۱۰
۱۰۰۰	۸
۷۵۰	۷
۵۰۰	۶
۳۵۰	۵

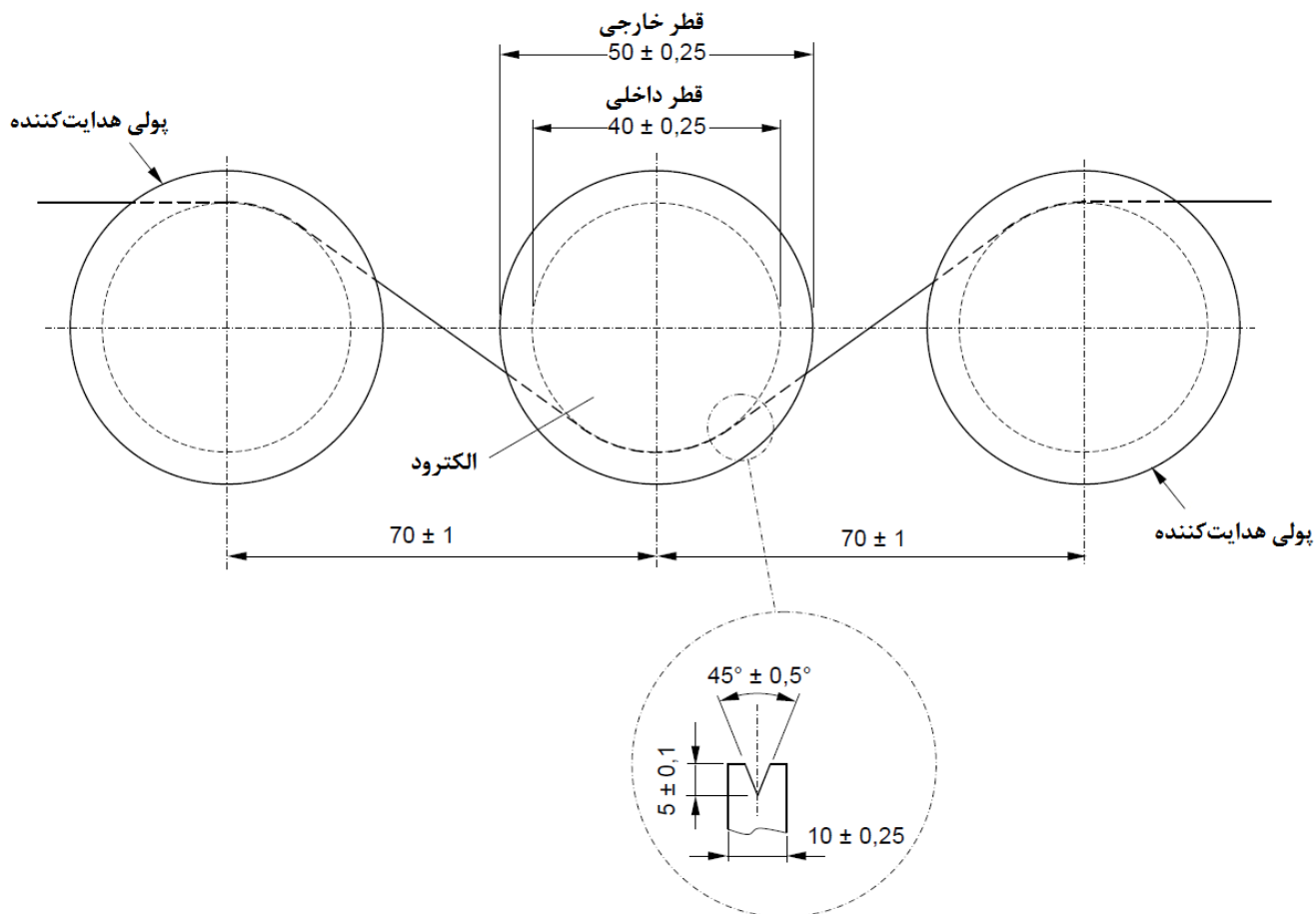
ابعاد بر حسب میلی‌متر



شکل ۶- پیوستگی در ولتاژ بالای DC -

پولی‌ها برای سیم اندازه ۰/۰۵۰ mm تا ۰/۲۵۰ mm

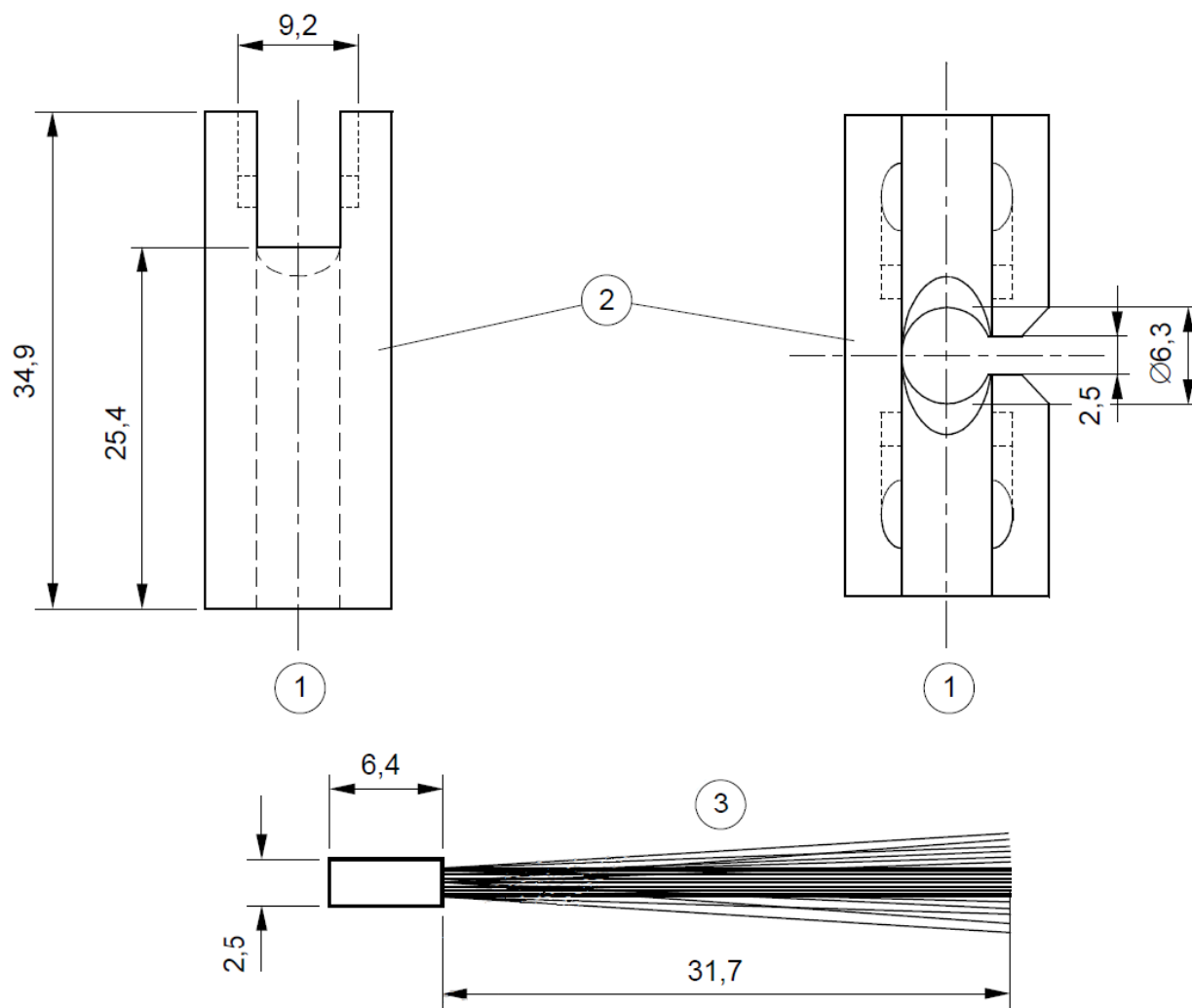
ابعاد بر حسب میلی‌متر



مواد: فولاد زنگ‌نزن

شکل ۷- ابعاد پولی و فاصله‌ها برای سیم اندازه ۰,۲۵۰ mm تا ۱,۶۰۰ mm

ابعاد بر حسب میلی‌متر، رواداری $\pm 1\%$



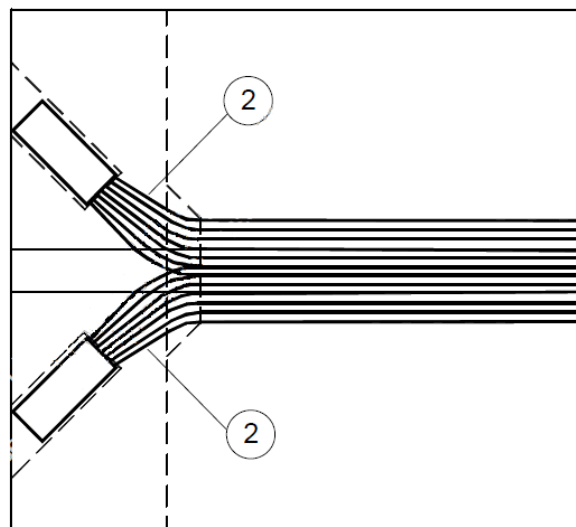
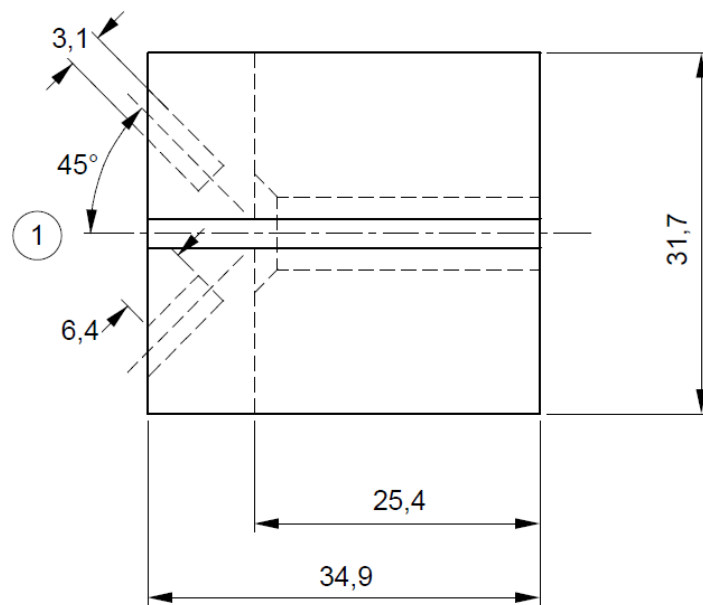
قطر هر رشته $5\text{ }\mu\text{m}$ تا $8\text{ }\mu\text{m}$

راهنما:

- | | |
|---|-------------------|
| 1 | مسیر عبور سیم |
| 2 | بلوک نصب جارو |
| 3 | جاروی گرافیتی تکی |

شکل ۸ الف - مجموعه الکتروود جاروی الیاف گرافیتی تکی

ابعاد بر حسب میلی‌متر، رواداری $\pm 1\%$



قطر هر رشته $5\ \mu\text{m}$ تا $8\ \mu\text{m}$

راهنما:

- 1 مسیر عبور سیم
- 2 جاروهای گرافیتی دوتایی

شکل ۸ ب - مجموعه الکتروود جاروی الیاف گرافیتی دوتایی

شکل ۸ - مجموعه الکتروود جاروی الیاف گرافیتی تکی یا دوتایی

۵-۳-۳ روش آزمون

یک آزمون از سیم به طول $1\text{ m} \pm 30\text{ mm}$ باید با سرعت $(275 \pm 25)\text{ mm/s}$ از روی پولی الکتروود ولتاژ بالا یا از میان الکتروود جاروی گرافیتی که بین پولی‌های راهنمای زمین‌شده نصب شده‌اند، کشیده شود. هادی سیم و الکتروود باید به یک مدار الکتریکی با ولتاژ آزمون مدار باز DC منطبق با جدول ۵-۱ یا جدول ۵-۲، هرکدام که کاربرد دارد متصل باشد، رواداری ولتاژ آزمون $\pm 5\%$ و قطبیت مثبت به هادی سیم زمین‌شده وصل شود.

جدول ۵-۱ - ولتاژهای آزمون پیوستگی عایق در ولتاژ بالا برای رده‌های ۱ تا ۳

نوع هادی	قطر نامی هادی mm		ولتاژ (DC) V		
	بیش از	تا و خود	رده ۱	رده ۲	رده ۳
مس	۰/۰۵	۰/۱۲۵	۳۵۰	۵۰۰	۷۵۰
	۰/۱۲۵	۰/۲۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰
	۰/۲۵۰	۰/۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰
	۰/۵۰۰	۱/۶۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰
آلومینیوم	۰/۴۰۰	۱/۶۰۰	۵۰۰	۱۵۰۰	-

جدول ۵-۲: ولتاژهای آزمون پیوستگی عایق در ولتاژ بالا برای رده‌های FIW 3 تا FIW 9

ولتاژ (DC) V							قطر نامی هادی mm		نوع هادی
رده FIW 9	رده FIW 8	رده FIW 7	رده FIW 6	رده FIW 5	رده FIW 4	رده FIW 3	تا و خود	بیش از	
-	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۷۵۰	۷۵۰	۰/۰۵۰	۰/۰۳۵	مس
-	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۷۵۰	۷۵۰	۰/۰۵۳	۰/۰۵۰	
-	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۷۵۰	۷۵۰	۰/۰۶۳	۰/۰۵۳	
۳۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۷۵۰	۰/۰۸۵	۰/۰۶۳	
۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۷۵۰	۰/۰۹۵	۰/۰۸۵	
۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۷۵۰	۰/۱۱۸	۰/۰۹۵	
۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۰/۱۲۵	۰/۱۱۸	
۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۰/۱۷۰	۰/۱۲۵	
۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۰/۱۹۰	۰/۱۷۰	
۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۰/۲۵۰	۰/۱۹۰	
۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۰/۳۰۰	۰/۲۵۰	
۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۰/۳۷۵	۰/۳۰۰	
-	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۰/۴۲۵	۰/۳۷۵	
-	-	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۰/۵۰۰	۰/۴۲۵	
-	-	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۰/۶۰۰	۰/۵۰۰	
-	-	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۰/۷۵۰	۰/۶۰۰	
-	-	-	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۱/۰۶۰	۰/۷۵۰	
-	-	-	-	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۱/۰۶۰	۱/۰۶۰	
-	-	-	-	-	-	-	۱/۰۶۰	۰/۴۰۰	آلومینیوم

۴-۳-۵ نتیجه

یک آزمون باید انجام شود. تعداد زدگی‌ها در هر ۳۰ m طول سیم باید گزارش شود.

۴-۵ پیوستگی در ولتاژ بالا (سیم‌های منطبق با رده FIW 3 تا FIW 10 با قطر نامی هادی بیش از ۰.۳۵ mm تا و خود ۱/۶۰۰ mm)

۱-۴-۵ قاعده کلی

طی فرایند لاک زدن و صرفاً قبل از جمع کردن سیم به دور قرقره تحویلی، سیم از روی شیار V شکل یک الکتروود (پولی) یا از بین الکتروود جارو گرافیتی عبور می‌کند. ولتاژ آزمون DC بین الکتروود و زمین اعمال می‌شود. هادی سیم همواره زمین شده است. کل طول سیم عبور کرده و تعداد زدگی‌های عایق توسط وسیله شمارنده ثبت می‌شود.

۲-۴-۵ تجهیزات

از تجهیزات زیر باید استفاده شود:

- منبع تغذیه ولتاژ بالا که ولتاژ DC فیلترشده صاف را با مقدار ریپل کمتر از ۵٪ ارائه کند. این منبع باید بتواند در حالت مدار باز، ولتاژ آزمون قابل تنظیم از ۳۵۰ V تا ۳۰۰۰ V و در حالت اتصال کوتاه، جریان محدودشده توسط مقاومت سری داخلی را تا $25 \mu A \pm 5 \mu A$ در هر ولتاژ آزمونی ارائه کند. همچنین در صورت کاهش مقاومت الکتریکی زدگی تا $50 M\Omega$ مقدار افت ولتاژ از ۷۵٪ بیشتر نشود.

- مدار تشخیص زدگی، که هنگام عبور جریان زدگی منطبق با جدول ۶ با حداقل سرعت پاسخ $(5 \pm 1) ms$ عمل کند.

- پولی الکتروود، جاروی گرافیتی یا هر پیکربندی برقراری تماس دیگری که از ماده هادی ساخته شده و طول لازم برای تماس با سیم، و حداقل مدت زمان برقراری تماس ۲/۲۵ ms (به عنوان مثال حداقل ۲۵ mm در حداکثر ۶۶۷ m/min سرعت حرکت سیم) را فراهم کند.

- مقاومت $4/7 M\Omega \pm 1\%$ نصب شده در مدار ولتاژ بالا، برای میرا کردن موج ضربه.

یادآوری- توصیه می‌شود عایقی که الکتروود ولتاژ بالا را نسبت به زمین عایق می‌کند از ماده‌ای با مقاومت الکتریکی زیاد، رطوبت‌ناپذیر و بدون شیار بوده و به سادگی تمیز شود، همچنین باید دارای یک فاصله هوایی بوده تا بتواند ولتاژ پیوسته ۳۰۰۰ V را روی خود نگه دارد. از آن‌جا که طی فرایندهای کلیدزنی و شمارش نیازمند به حداقل رساندن ظرفیت خازنی نسبت به زمین هستیم، بهتر است رابط ولتاژ بالا فاقد حفاظ باشد.

۳-۴-۵ روش آزمون

سیم لاک‌ی را به طور پیوسته در سرعت تولید ماشین لاک‌زنی، بر روی پولی الکتروود ولتاژ بالا یا الکتروود جارو گرافیتی یا هر پیکربندی الکتروود دیگری که قبل از قرقره جمع‌کننده قرار دارد، بکشید. هادی سیم و الکتروود باید به یک مدار الکتریکی با ولتاژ آزمون مدار باز DC منطبق با جدول ۷ با رواداری ولتاژ آزمون $\pm 5\%$ متصل باشند، قطبیت مثبت را به پولی الکتروود ولتاژ بالا و قطبیت منفی به هادی زمین‌شده سیم وصل کنید.

جدول ۶ - جریان‌های زدگی پیوستگی عایق در ولتاژ بالا حین تولید

ولتاژ آزمون (DC) V	جریان زدگی μA
۳۰۰۰	۱۸
۲۰۰۰	۱۴
۱۰۰۰	۱۰
۷۵۰	۹

جدول ۷- ولتاژهای آزمون پیوستگی عایق در ولتاژ بالا حین تولید

نوع هادی	قطر نامی هادی mm		ولتاژ (DC) V						
	بیش از	تا و خود	رده FIW 3	رده FIW 4	رده FIW 5	رده FIW 6	رده FIW 7	رده FIW 8	رده FIW 9
مس	۰/۰۳۵	۰/۰۵۰	۷۵۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰
	۰/۰۵۰	۰/۰۵۳	۷۵۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰
	۰/۰۵۳	۰/۰۶۳	۷۵۰	۷۵۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
	۰/۰۶۳	۰/۰۸۵	۷۵۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
	۰/۰۸۵	۰/۰۹۵	۷۵۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
	۰/۰۹۵	۰/۱۱۸	۷۵۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
	۰/۱۱۸	۰/۱۲۵	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
	۰/۱۲۵	۰/۱۷۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
	۰/۱۷۰	۰/۱۹۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
	۰/۱۹۰	۰/۲۵۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
	۰/۲۵۰	۰/۳۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
	۰/۳۰۰	۰/۳۷۵	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
	۰/۳۷۵	۰/۴۲۵	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	-
	۰/۴۲۵	۰/۵۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	-	-
	۰/۵۰۰	۰/۶۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	-	-
	۰/۶۰۰	۰/۷۵۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	-	-
	۰/۷۵۰	۱/۰۶۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	-	-	-
	۱/۰۶۰	۱/۶۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	-	-	-	-
آلومینیوم	۰/۴۰۰	۱/۶۰۰	-	-	-	-	-	-	-

۴-۴-۵ نتیجه

طول عبوری و تعداد خرابی‌های یک سیم یکپارچه پیچیده شده به دور قرقره‌های جمع کننده باید ثبت شود.

۶ آزمون ۱۹: ضریب تلفات دی الکتریک

(قابل اجرا برای سیم گرد لاکه، سیم تخت لاکه و سیم افشان)

۱-۶ قاعده کلی

یک تکه سیم را به عنوان یک خازن در نظر می گیریم، به گونه ای که دی الکتریک این خازن را پوشش سیم، یک الکتروود آن را هادی سیم و دومین الکتروود را واسط هدایت کننده^۱ تشکیل می دهد. این خازن به یک مدار متصل می شود که این مدار با فرکانس مورد نیاز کار می کند و برای اندازه گیری مولفه های اهمی و خازنی مد نظر برای محاسبه ضریب تلفات دی الکتریک مناسب می باشد.

۲-۶ تجهیزات

از تجهیزات زیر باید استفاده شود:

- امپدانس سنجی که در فرکانس تعیین شده در استاندارد مربوطه کار کند و ظرفیت خازنی را با دقت $\pm 1\%$ از درون گستره ظرفیت خازنی که آزمون در این فرکانس نیاز دارد اندازه گیری نماید؛

- مولد فرکانس، که در خروجی خود ولتاژ سینوسی با فرکانس تعیین شده در استاندارد مربوطه داشته باشد؛

- روش آزمون الف:

یک ظرف فلزی که مطابق شکل ۹ محتوی نوع مناسبی از فلز مایع (آلیاژ) بوده و مجهز به یک سیستم گرمایشی باشد که دما را با دقت $\pm 1^\circ\text{C}$ کنترل کند؛

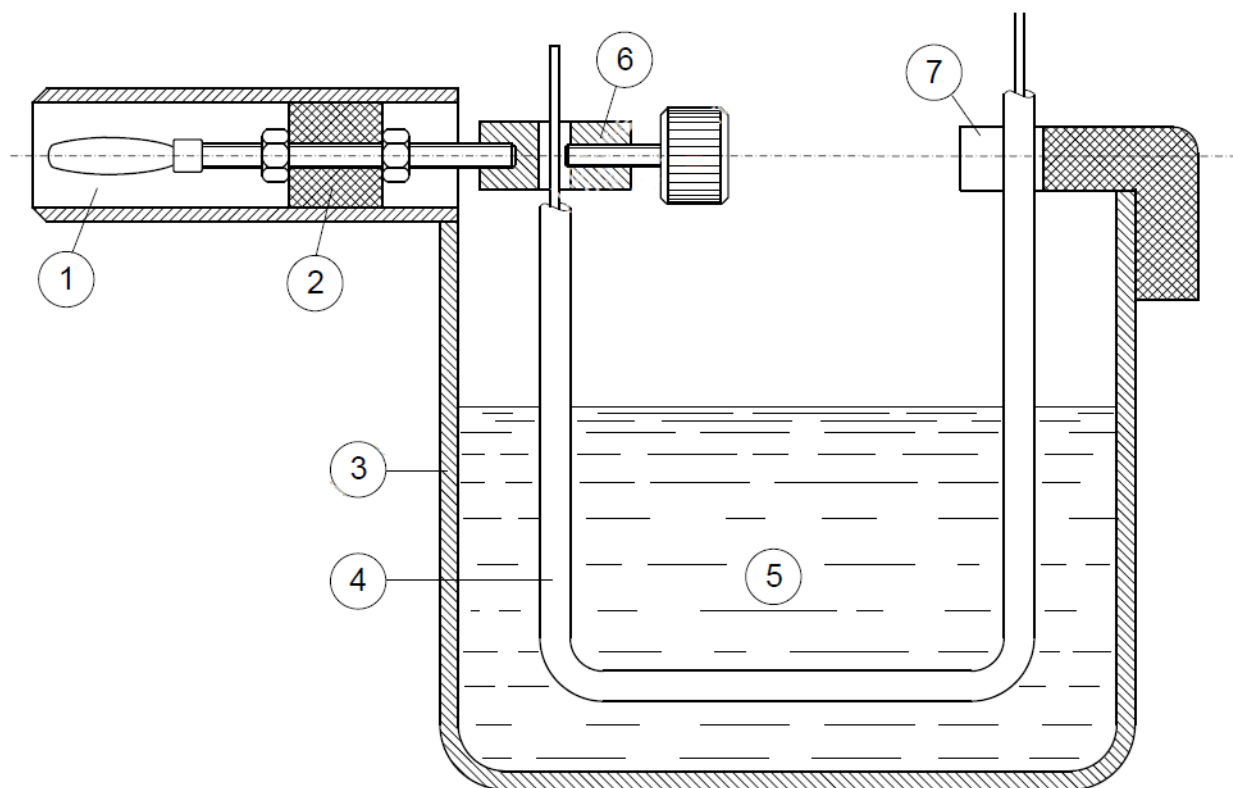
- روش آزمون ب:

دو عدد بلوک فلزی مجهز به یک سیستم گرمایشی که دما را با دقت $\pm 1^\circ\text{C}$ کنترل کند؛

سوسپانسیون رسانا (محلول جامد در مایع رسانا)^۲

1 - Conducting medium

2 - Conducting suspension



راهنما:

1	بازوی اتصال	5	الکتروُد (فلز مایع)
2	ماده عایقی	6	ترمینال
3	ظرف فلزی	7	گیره جداساز
4	آزمونه		

شکل ۹- آرایش مناسب الکتروُد برای آزمودن ظریب تلفات دی الکتریک

۳-۶ آزمونه

۱-۳-۶ آزمونه برای الکتروُد ظرف فلزی

یک تکه سیم صاف را به شکل U خم کرده و مطابق شکل ۹ داخل ظرف فلزی فرو ببرید.

۲-۳-۶ آزمونه برای الکتروُد سوسپانسیون رسانا

۱-۲-۳-۶ سیم گرد لاکی با قطر نامی هادی تا و خود ۰/۱۰۰ mm

یک تکه سیم صاف به طول (100 ± 5) mm را به دور یک تکه سیم مسی بدون عایق به قطر ۱ mm تا ۲ mm پیچانده، سپس پوششی از یک سوسپانسیون رسانا روی آن بکشید، این کار را برای مثال با کشیدن یک لایه

گرافیت حل شده در آب^۱ روی آزمون انجام دهید، آنگاه آزمون را خشک کنید، این کار را برای مثال با قرار دادن آزمون به مدت ۳۰ min درون یک آون با گردش اجباری هوا در دمای °C ۱۰۰ انجام دهید.

۶-۳-۲ سیم گرد لاک با قطر نامی هادی بیش از ۰/۱۰۰ mm و سیم تخت لاک

یک تکه سیم صاف به طول تقریبی ۱۵۰ mm را به وسیله یک سوسپانسیون رسنا بپوشانید، این کار را برای مثال با کشیدن یک لایه گرافیت حل شده در آب روی آزمون انجام دهید. طول این لایه باید (100 ± 5) mm باشد. آزمون باید خشک شود، این کار را برای مثال با قرار دادن آزمون به مدت ۳۰ min درون یک آون با گردش اجباری هوا در دمای °C ۱۰۰ انجام دهید.

۶-۴ روش آزمون

روش آزمون الف: آزمون آماده شده طبق زیربند ۶-۳-۱ را مطابق شکل ۹ درون ظرف فلزی فرو ببرید.
روش آزمون ب: آزمون آماده شده طبق زیربند ۶-۳-۲ را بین دو بلوک فلزی قرار دهید. آزمون را به امپدانس سنج وصل کرده و اجازه دهید که دمای آن به مقدار تعیین شده در آزمون برسد. سپس ضریب تلفات دی الکتریک را به طور مستقیم از روی امپدانس سنج قرائت کنید.

۶-۵ نتیجه

یک آزمون باید مورد آزمون قرار گیرد. ضریب تلفات دی الکتریک، فرکانس آزمون و دمای آزمون باید گزارش شوند.

۷ آزمون ۲۳: آزمون پنچری

هدف از انجام این آزمون، یافتن عیب های عایق، بعد از قرار دادن در معرض محلول آب نمک می باشد. هدف این آزمون مشابه آزمون پیوستگی در ولتاژ بالا ارائه شده در زیربند ۵-۳ است.

برای هادی های با قطر نامی کمتر از ۰/۰۷ mm یک آزمون به طول تقریبی ۱/۵ m و برای هادی های با قطر نامی ۰/۰۷ mm و بیشتر، یک آزمون به طول تقریبی ۶ m مورد نیاز است.

برای هادی های با قطر نامی کمتر از ۰/۰۷ mm باید 0.05 ± 1 m از سیم را به دور یک شیء گرد به قطر 50 ± 100 mm بپیچانید.

برای هادی های با قطر نامی ۰/۰۷ mm و بیشتر باید 0.2 ± 5 m از سیم را به دور یک شیء گرد به قطر mm 100 ± 300 بپیچانید.

آزمونه را به مدت ۱۰ min درون یک آون دارای گردش هوا با دمای $3^{\circ}\text{C} \pm 125^{\circ}\text{C}$ قرار دهید (یادآوری ۱ را ببینید) (این در حالتی است که در ویژگی مربوطه به صورت دیگری ذکر نشده باشد).

بعد از قرارگیری در معرض حرارت، آزمونه را بدون هرگونه خم کردن یا کشیدن (یادآوری ۲ را ببینید) تا دمای اتاق خنک کنید، سپس آزمونه را درون محلول الکترولیت آب نمک (۲ g/l) که به آن مقدار مناسبی محلول الکل فنل فتالئین (۳۰ g/l) جهت اثبات آسان هرگونه پنچری (که معمولاً به صورت رگه‌های صورتی درون محلول مشاهده می‌شود) اضافه شده است، غوطه‌ور کنید. هادی سیم و محلول را به یک مدار الکتریکی با ولتاژ آزمون مدار باز $V_{DC} (2 \pm 12)$ متصل نمایید.

الکتروود مثبت را به محلول و الکتروود منفی را به آزمونه متصل کرده و ولتاژ را به مدت ۱ min اعمال کنید. برای جلوگیری از افزایش بیش از حد حرارت، جریان اتصال کوتاه باید تا ۵۰۰ mA محدود شود.

تعداد پنچری‌های مشاهده شده با دید عادی بدون بزرگنمایی باید گزارش داده شوند.

یادآوری ۱- بدون قرار دادن در معرض حرارت، نتایج معتبر نیستند.

یادآوری ۲- ازدیاد طول سیم ممکن است منجر به ایجاد پنچری در محلول الکترولیت شود.

یادآوری ۳- از آنجایی که این آزمون در یک محلول آبی انجام می‌شود، ممکن است نتایج گمراه‌کننده برای انواع خاصی از لاک که رفتار گيج‌کننده در آب دارند مشاهده شود.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

روش‌های اندازه‌گیری ضریب تلفات

الف-۱ تانژانت دلتا - نقطه تقاطع

تعدادی از روش‌ها برای بررسی تکرارپذیر بودن عمل‌آوری^۱ (لاک) در دسترس هستند. در اینجا به مواردی اشاره می‌شود.

قاعده کلی به این شرح است: آزمونه‌ای از سیم لاک‌ی را به عنوان خازن در نظر بگیرید، به صورتی که یک الکتروود خازن را هادی سیم و الکتروود دیگر را یا پوشش لایه نازک خشک‌شده‌ای از گرافیت یا ظرف محتوی فلز مایع تشکیل دهد. دمای آزمونه را با نرخ یکنواخت و کنترل‌شده‌ای افزایش دهید و ضریب تلفات (d) را تعیین کنید. نموداری از ضرایب تلفات (تانژانت دلتا) بر حسب دما رسم کنید. حاصل تفسیر منحنی به دست آمده، مقدار دمایی است که به طور مستقیم مربوط به درجه عمل‌آوری لایه نازک لاک می‌باشد. روش‌های جایگزین هم استفاده می‌شود، که با خنک کردن آزمونه از بالاترین دما تا پایین‌ترین دما انجام می‌شود.

الف-۲ روش‌های آزمون

الف-۲-۱ روش الف

الف-۲-۱-۱ استفاده از آلیاژ فلز مذاب با افزایش دما

باید از یک پل (اندازه‌گیری) الکترونیکی^۲ با قابلیت تعیین مستقیم مقدار ضریب تلفات استفاده شود.

آزمونه سیم لاک‌ی را توسط پارچه نرم کاملاً تمیز کرده و روی دستگاه تثبیت‌کننده نصب کنید. آزمونه سیم لاک‌ی را همراه با دستگاه تثبیت‌کننده درون ظرف فلز مذاب که از قبل در پایین‌ترین دما تنظیم شده است غوطه‌ور کنید. آزمونه را به پل متصل کنید، طوری که هادی سیم به عنوان یک الکتروود و فلز مذاب به عنوان الکتروود دیگر باشد. دمای مجموعه را با نرخ ثابت از دمای محیط تا دمایی که موجب ارائه یک منحنی واضح شود، افزایش دهید. مقادیر تانژانت دلتا و دما را به طور منظم قرائت کرده و نتایج را در نموداری که در آن دما روی محور خطی و تانژانت دلتا روی محور خطی یا لگاریتمی باشد رسم کنید. از آنجایی که قرائت‌ها خیلی سریع اتفاق می‌افتد، بهتر است قرائت‌ها را به طور خودکار روی ثبت نمودار^۳ یا سیستم رایانه ذخیره کنید. استفاده از ثبت خودکار، امکان انجام آزمون با نرخ افزایش دمای سریع‌تر را فراهم می‌کند، با این وجود بهتر است مراقب باشید

1 - Repeatability of curing

2 - Electronic bridge

3 - Chart recorder

که تاخیر^۱ قابل توجهی بین دمای قرائت شده و دمای واقعی وجود نداشته باشد. توصیه می‌شود تجهیزات، نرخ افزایش دما و نحوه تفسیر بین خریدار و تامین‌کننده مورد توافق باشد.

الف-۲-۱-۲ استفاده از آلیاژ فلز مذاب با کاهش دما

باید از یک پل (اندازه‌گیری) الکترونیکی با قابلیت تعیین مستقیم مقدار ضریب تلفات استفاده شود.

آزمونه سیم لاکه را توسط پارچه نرم کاملاً تمیز کرده و روی دستگاه تثبیت‌کننده نصب کنید. آزمونه سیم لاکه را همراه با دستگاه تثبیت‌کننده را به مدت ۳۰ s درون ظرف فلز مذاب که از قبل در بالاترین دما تنظیم شده است غوطه‌ور کنید. سپس آزمونه را خارج کرده و تکان دهید تا آلیاژ مذاب اضافی آن بریزد و به مدت تقریبی ۱۰ s در دمای اتاق خنک شود، سپس دوباره غوطه‌ور کنید. آزمونه را به پل متصل کنید، طوری که هادی سیم به عنوان یک الکتروود و فلز مذاب به عنوان الکتروود دیگر باشد. دمای مجموعه را به طور پیوسته کاهش دهید تا منجر به ارائه یک منحنی واضح از ضریب تلفات دی‌الکتریک بر حسب دما شود. یک آزمون باید انجام شود.

مقادیر تانژانت دلتا و دما را به طور منظم قرائت کرده و نتایج را در نموداری که در آن دما روی محور X (خطی) و ضریب تلفات دی‌الکتریک (تانژانت دلتا) روی محور Y (خطی یا لگاریتمی) باشد رسم کنید. از آنجایی که قرائت‌ها خیلی سریع اتفاق می‌افتد، بهتر است قرائت‌ها را به طور خودکار روی ثبات نمودار^۲ یا سیستم رایانه ذخیره کنید. استفاده از ثبت خودکار، امکان انجام آزمون با نرخ افزایش دمای سریع‌تر را فراهم می‌کند، با این وجود بهتر است مراقب باشید که تاخیر قابل توجهی بین دمای قرائت شده و دمای واقعی وجود نداشته باشد. توصیه می‌شود تجهیزات، نرخ افزایش دما و نحوه تفسیر بین خریدار و تامین‌کننده مورد توافق باشد.

الف-۲-۲ روش ب- سیم با پوشش لایه نازک رسانا

باید از یک پل (اندازه‌گیری) الکترونیکی با قابلیت تعیین مستقیم مقدار ضریب تلفات استفاده شود.

آزمونه را به پل متصل کنید، طوری که هادی سیم به عنوان یک الکتروود و پوشش گرافیتی به عنوان الکتروود دیگر باشد.

دمای مجموعه را با نرخ ثابت از دمای محیط تا دمایی که موجب ارائه یک منحنی واضح شود، افزایش دهید. دما را به وسیله یک آشکارساز که با آزمونه در تماس باشد اندازه بگیرید. موقعیت آشکارساز دما و نوع تماس می‌تواند اندازه‌گیری را تحت تاثیر قرار داده و دستگاه‌های مختلف می‌توانند منجر به نتایج متفاوت شوند. مقادیر تانژانت دلتا و دما را به طور منظم قرائت کرده و نتایج را در نموداری که در آن دما روی محور خطی و تانژانت دلتا روی محور خطی یا لگاریتمی باشد رسم کنید. از آنجایی که قرائت‌ها خیلی سریع اتفاق می‌افتد، بهتر است قرائت‌ها را به طور خودکار روی ثبات نمودار یا سیستم رایانه ذخیره کنید. استفاده از ثبت خودکار، امکان انجام آزمون با نرخ افزایش دمای سریع‌تر را فراهم می‌کند، با این وجود بهتر است مراقب باشید که تاخیر قابل توجهی بین دمای

1 - Lag

2 - Chart recorder

قرائت شده و دمای واقعی وجود نداشته باشد. توصیه می‌شود تجهیزات، نرخ افزایش دما و نحوه تفسیر بین خریدار و تامین‌کننده مورد توافق باشد.

الف-۳ تفسیر نتایج

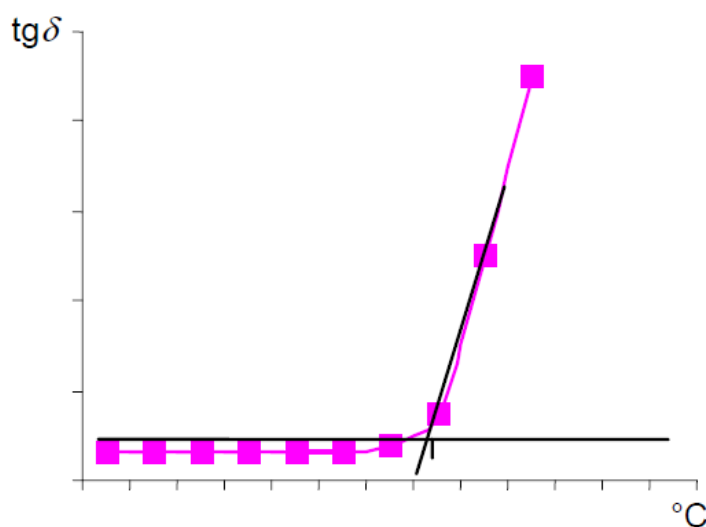
الف-۳-۱ کلیات

منحنی تانژانت دلتا را می‌توان در دو صورت از نمودارهای نتیجه‌گیری که در شکل‌های الف-۱ و الف-۲ نشان داده شده‌اند، ارائه کرد.

مقدار d را می‌توان به صورت خطی یا لگاریتمی در محور عمودی (محور Y) نشان داد. محاسبه مقدار $\text{tg}\delta$ برای هر یک از دو روش متفاوت می‌باشد. هنگام ارائه نتایج باید روش مورد استفاده مشخص شود. از نمودارهای پیش رو فقط باید برای درک روش‌ها استفاده شود و هیچ گونه الزامات خاصی را برای مواد ارائه نمی‌کنند.

الف-۳-۲ روش خطی

در منحنی تانژانت دلتا بر حسب دما، یک خط مماس با شیب‌دارترین قسمت^۱ اولین صعود حاصل از افزایش دما رسم کنید. یک خط افقی از نقطه‌ای روی منحنی که متناظر با دمای مورد توافق خریدار و تامین‌کننده باشد رسم کنید. دمای متناظر با نقطه‌ای که از تقاطع این خط و خط مماس مذکور ایجاد می‌شود را تعیین کنید. مقدار مورد نظر را به صورت $\text{tg}\delta = \text{xxx}^{\circ}\text{C (lin)}$ ارائه کنید.



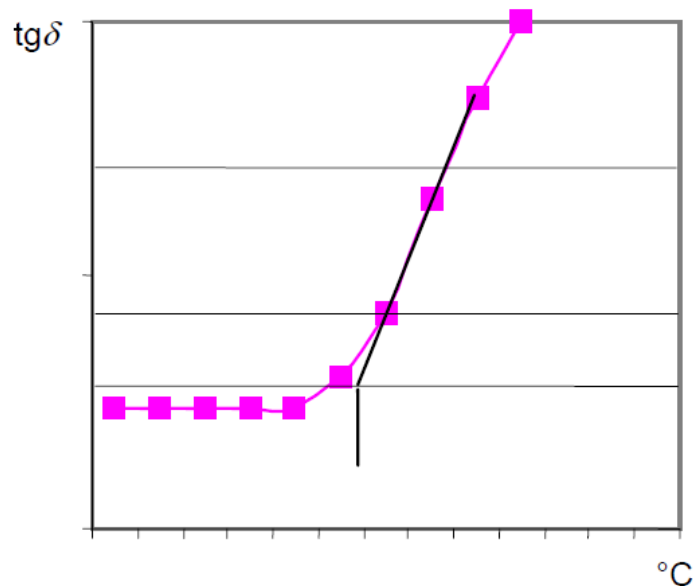
شکل الف-۱ - مثال روش خطی برای پوشش تکی

1 - Steepest part

الف-۳-۳ روش لگاریتمی

در مورد افزایش دما، دو خط افقی از دو مقدار موجود روی محور Y که به توافق خریدار و تامین کننده رسیده است، رسم کنید. از محل تقاطع این دو خط با منحنی، یک خط رسم کرده و ادامه دهید تا خط افقی گذرنده از کمترین مقدار موجود روی منحنی را قطع کند.

دمای متناظر با آخرین نقطه برخورد را تعیین کنید. مقدار مورد نظر را به صورت $\lg \delta = \text{xxx}^{\circ}\text{C}$ ارائه کنید.



شکل الف-۲-۲- مثال روش لگاریتمی برای پوشش تکی