INSO
23044
1st Edition
2022

Identical with
IEC 61621:1997

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۲۳۰۴۴
چاپ اول
۱۴۰۰

مواد عایق جامد خشک- آزمون مقاومت در برابر تخلیه‌های قوسی با ولتاژ زیاد و جریان کم

Dry, solid insulating materials - Resistance test to high-voltage, low-current arc discharges

ICS: 17.220.99; 29.035.01

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲۳۰۴۴ (چاپ اول): سال ۱۴۰۰

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب‌غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: http://www.isiri.gov.ir

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: http://www.isiri.gov.ir

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ‌شده در دی‌ماه ۱۳۹۶ وظیفهٔ تعیین، تدوین، به روزرسانی و نشر استانداردهای ملی را بر عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که براساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را براساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار 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 Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«مواد عایق جامد خشک- آزمون مقاومت در برابر تخلیه‌های قوسی با ولتاژ زیاد و جریان کم»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
موسوی، سید محمدامیر (کارشناسی مهندسی برق- قدرت)	ناظر طرح- شرکت توزیع برق شیراز
دبیر:	
شفیعی، زهرا (کارشناسی‌ارشد مهندسی مواد)	کارشناس- شرکت فنی مهندسی نگار آزمون دانش
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
باجقلی، اعظم (کارشناسی‌ارشد مهندسی مواد)	مدیر بازرسی و نظارت بر اجرای استانداردهای صنعت برق و انرژی- مرکز آبانیرو
خاکی، محبوبه (کارشناسی‌ارشد علوم و صنایع غذایی)	رابط تدوین- اداره کل استاندارد استان فارس
صادقی، بابک (کارشناسی‌ارشد مهندسی برق- قدرت)	مدیر دفتر مهندسی و نظارت- شرکت توزیع برق شیراز
صمیمی، محمدحامد (دکتری مهندسی برق- قدرت)	عضو هیئت علمی- دانشگاه تهران
ظل‌انوار، محمدعلی (کارشناسی مهندسی برق- الکترونیک)	کارشناس- اداره کل استاندارد استان فارس
علم‌دوست، بهنام (کارشناسی مهندسی مواد)	مدیر آزمایشگاه- پژوهشگاه نیرو
فلاح‌آرانی، حسام (دکتری مهندسی مواد)	عضو هیئت علمی- پژوهشگاه نیرو
فیروزثانی، محمد (کارشناسی مهندسی برق- قدرت)	رئیس هیئت مدیره- شرکت سامانه‌های نوین افرا
قرشی، سارا (کارشناسی‌ارشد مهندسی برق- قدرت)	رئیس گروه کنترل کیفیت تجهیزات توزیع- شرکت توانیر

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	**سمت و/یا محل اشتغال**:
محمدی، داوود (کارشناسی مهندسی مکانیک)	مدیر آزمایشگاه- پژوهشگاه نیرو
ملکمی، نازنین (کارشناسی‌ارشد مهندسی شیمی)	کارشناس آزمایشگاه- شرکت سامانه‌های نوین افرا
نمکی، راضیه (کارشناسی‌ارشد مهندسی شیمی)	مدیر آزمایشگاه- شرکت سامانه‌های نوین افرا
نوران، رسول (کارشناسی‌ارشد مهندسی برق- قدرت)	کارشناس نظارت بر تدوین مشخصات فنی تجهیزات- شرکت توانیر
هادیان‌فرد، فرهاد (کارشناسی‌ارشد مهندسی مکانیک)	کارشناس- سازمان ملی استاندارد ایران
هادیان‌فرد، محمدجعفر (دکتری مهندسی مواد)	عضو هیئت علمی- دانشگاه شیراز

ویراستار:

رثائی، حامد (کارشناسی‌ارشد مهندسی برق- قدرت)	کارشناس- سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار ز
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۲
۳ اصطلاحات و تعاریف ۳
۴ دستگاه ۳
۴-۱ مدار آزمون ۳
۴-۲ الکترودها و مجموعه نگهدارنده الکترود ۵
۴-۳ محفظه آزمون ۷
۴-۴ واسنجی ۷
۵ آزمونه‌ها ۷
۶ آماده‌سازی ۸
۷ روش اجرای آزمون ۸
۸ نتایج ۸
۹ گزارش ۹

جدول ۱- توالی گام‌های با کمینه زمان ۱ min ۱۰

شکل ۱- مثال مدار الکتریکی ۱۰
شکل ۲- الکترود نصب‌شده بر روی یک پایه (مثال) ۱۱
شکل ۳- مجموعه نگهدارنده الکترود (مثال) ۱۲

پیش‌گفتار

استاندارد «مواد عایق جامد خشک- آزمون مقاومت در برابر تخلیه‌های قوسی با ولتاژ زیاد و جریان کم» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده درمورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تهیه و تدوین شده، در هزار و سیصد و پنجاه و یکمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۱۴۰۰/۱۱/۱۸ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ‌شده در دی ماه ۱۳۹۶، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم وخدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

IEC 61621:1997, Dry, solid insulating materials - Resistance test to high-voltage, low-current arc discharges

مواد عایق جامد خشک-
آزمون مقاومت در برابر تخلیه‌های قوسی با ولتاژ زیاد و جریان کم

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تشریح یک روش آزمون برای بیان تفاوت‌های اولیه بین مواد عایقی مشابه، بر اساس مقاومت آن‌ها در برابر آسیب، زمانی که در معرض تخلیه‌های قوسی با ولتاژ زیاد و جریان کم که در نزدیک سطح آن‌ها رخ می‌دهد قرار می‌گیرند، می‌باشد.

این تخلیه‌ها منجر به تجزیه شیمیایی و گرمایی موضعی و همچنین سایش و در نهایت باعث ایجاد مسیری رسانا در عرض مواد عایقی می‌شوند. شرایط آزمون به‌تدریج سختگیرانه‌تر می‌شود: در مراحل اولیه، یک تخلیه قوسی با جریان کم به‌صورت تکرارشونده قطع می‌شود، درحالی‌که در مراحل بعد، جریان قوس در گام‌های متوالی افزایش داده می‌شود.

این روش آزمون به دلیل سهولت و همچنین مدت زمان کوتاه مورد نیاز برای انجام آن، جهت بررسی اولیه مواد به‌منظور تشخیص اثر تغییرات در فرمول‌بندی و آزمون کنترل کیفیت، کاربرد دارد.

تجارب قبلی استفاده از این آزمون، تجدیدپذیری[1] قابل قبولی را برای مواد گرماسخت[2] نشان داده است. برخی از آزمایشگاه‌های آزمون، برای مواد گرمانرم[3] تفاوت غیرقابل‌قبولی را در نتایج آزمون گزارش کرده‌اند و در نتیجه استفاده از این آزمون برای مواد گرمانرم توصیه نمی‌شود.

یادآوری- به‌منظور کاهش تغییرات نتایج آزمون‌های مواد گرمانرم، تلاش‌هایی برای کنترل فشار الکترود و عمق نفوذ در ماده در حین انجام آزمون انجام شده است. بدون چنین کنترل الکترودی، ممکن است انجام این آزمون بر روی بسیاری از مواد گرمانرم نتیجه معنی‌داری نداشته باشد.

این روش آزمون به‌طور کلی اجازه نتیجه‌گیری در خصوص درجه مقاومت نسبی در برابر قوس موادی که در معرض انواع دیگری از قوس‌ها قرار می‌گیرند، نمی‌دهد.

درجه‌بندی مواد ممکن است با نتیجه متناظر آن‌ها در آزمون‌های ایجاد مسیر جریان خزشی مرطوب[4] (مانند IEC 60112، IEC 60587 و استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۲۱) و همچنین عملکرد آن‌ها در شرایط کاری که شدت، تناوب رخداد مجدد و مدت زمان قرارگرفتن آن‌ها در معرض تخلیه‌های قوسی بسیار متفاوت است، اختلاف داشته باشد.

1- Reproducibility
2- Thermoset
3- Thermoplastic
4- Wet tracking tests

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین‌ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده‌شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 IEC 60112:1979, Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۴۳۳: سال ۱۳۹۱، روش تعیین شاخص مقایسه‌ای و شاخص مقاومت در برابر ایجاد مسیر جریان خزشی مواد عایقی جامد، با استفاده از استاندارد IEC 60112:2009 تدوین شده است.

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۱۹: سال ۱۳۸۸، شرایط استاندارد برای استفاده از مواد عایقی الکتریکی جامد قبل و در حین انجام ازمون

2-3 IEC 60587: 1984, Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient conditions

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۹۷۰۵: سال ۱۳۹۱، مواد عایقی الکتریکی بکار رفته تحت شرایط محیطی سخت- روش‌های آزمون برای سنجش مقاومت در برابر مسیر جریان خزشی و فرسایش، با استفاده از استاندارد IEC 60587:2007 تدوین شده است.

۲-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۲۱: سال ۱۳۸۸، مواد عایق الکتریکی-روش ارزیابی مقاومت ردیابی و خوردگی-آزمون غوطه‌وری کامل چرخشی

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به‌کار می‌رود[۱]:

۳-۱

خرابی

failure

خرابی زمانی اتفاق می‌افتد که یک مسیر رسانا در ماده ایجاد می‌شود؛ همچنین زمانی که قوس منجر به سوختن ماده شده و با قطع‌شدن قوس، سوختن همچنان ادامه یابد، خرابی محسوب می‌شود.

۱- اصطلاحات و تعاریف به‌کار رفته در استانداردهای ISO و IEC در وبگاه‌های www.iso.org/obp و www.electropedia.org/ قابل‌دسترس است.

یادآوری ۱- زمانی که قوس در داخل ماده محو می‌شود، معمولاً جریان مدار تغییر کرده و تغییر قابل‌توجهی در صدا ایجاد می‌شود.

یادآوری ۲- برای برخی از مواد، روند خرابی طی یک بازه زمانی نسبتاً طولانی، قبل از اینکه کل قسمت‌های قوس بین الکترودها محو شود، افزایش می‌یابد. خرابی تنها زمانی رخ می‌دهد که کل قوس محو شود.

یادآوری ۳- برای برخی از مواد، ممکن است یک درخشش مداوم نزدیک به الکترودها پس از محوشدن قوس، مشاهده شود. این درخشش نباید جزئی از قوس در نظر گرفته شود.

یادآوری ۴- سوختن ماده همراه با قوس، تنها در صورتی به‌عنوان خرابی در نظر گرفته می‌شود که این سوختن بین قطع‌شدن‌های قوس ادامه پیدا کند. در غیر این صورت، آزمون تا ایجاد یک مسیر رسانا ادامه می‌یابد.

یادآوری ۵- اولین محوشدن کل قوس به‌عنوان خرابی در نظر گرفته می‌شود، حتی اگر ماده بازیابی شده و قوس از سر گرفته شود.

۲-۳

مقاومت در برابر قوس

arc resistance

کل زمان بر حسب ثانیه، از لحظه شروع آزمون تا لحظه خرابی آزمونه می‌باشد.

۴ دستگاه

۴-۱ مدار آزمون

اجزای اصلی مدار الکتریکی دستگاه، در شکل ۱ نشان داده شده است.

یادآوری- توصیه می‌شود در سیم‌کشی مدار ثانویه، خازن پراکندگی[1] کمتر از ۴۰ pF باشد. خازن پراکندگی بزرگ ممکن است باعث اختلال در شکل قوس شده و بر نتایج آزمون اثر بگذارد.

۴-۱-۱ ترانسفورماتور (T_V)

یک ترانسفورماتور با ولتاژ ثانویه اسمی (در حالت مدار باز) ۱۵ kV و جریان ثانویه اسمی (در حالت اتصال‌کوتاه) ۶۰ mA و فرکانس خط (۴۸ Hz تا ۶۲ Hz) است.

۴-۱-۲ اتوترانسفورماتور متغیر (T_c)

یک اتوترانسفورماتور متغیر با توان اسمی ۱ kVA که برای ولتاژ خط مناسب باشد.

یادآوری- یک منبع ولتاژ اولیه ثابت با رواداری ٪ ۲± توصیه می‌شود.

1- stray capacitance

۴-۱-۳ ولت‌متر (V_L)

ولت‌متر جریان متناوب با دقت ٪ ۰٫۵± که قادر به خوانش ولتاژ خط در $^{+۱۰}_{-۲۰}$٪ باشد.

۴-۱-۴ میلی‌آمپرمتر (A)

یک میلی‌آمپرمتر جریان متناوب مقدار مؤثر حقیقی[1] که قادر به خوانش ۱۰ mA تا ۴۰ mA با دقت ٪ ۵± باشد. از آنجایی که این میلی‌آمپرمتر فقط در زمان نصب یا ایجاد تغییرات در مدار استفاده می‌شود، ممکن است هنگام عدم استفاده توسط یک سوئیچ کنارگذر[2] اتصال‌کوتاه شود.

یادآوری- اگر چه ملاحظاتی برای حذف مؤلفه‌های فرکانس رادیویی جریان در قوس در نظر گرفته شده است، بهتر است زمانی که دستگاه برای اولین بار ساخته می‌شود، وجودشان بررسی شود. بهترین حالت انجام آن با استفاده از یک میلی‌آمپرمتر مناسب با ترموکوپل نوع r.f.[3] که به‌طور موقت به‌صورت سری با میلی‌آمپرمتر قرار داده می‌شود، انجام می‌شود.

۴-۱-۵ مقاومت‌های کنترل جریان (R_{10}، R_{20}، R_{30} و R_{40})

چهار مقاومت سری با ترانسفورماتور اصلی T_V مورد نیاز است. این مقاومت‌ها باید تاحدی قابل تنظیم باشند، به‌گونه‌ای که امکان تنظیم واقعی جریان‌ها در حین واسنجی را فراهم نمایند. مقاومت R_{10} همواره در مدار می‌باشد تا یک جریان ۱۰ mA ایجاد نماید.

۴-۱-۶ مقاومت فرونشاننده (R_3)

مقاومت فرونشاننده‌ای که دارای مقدار اسمی ۱۵ kΩ ± ۱٫۵ kΩ و کمینه توان ۲۴ W باشد. این مقاومت به همراه خودالقاها (به زیربند ۴-۱-۷ مراجعه شود) به‌منظور فرونشانی فرکانس‌های بالای مزاحم در مدار قوس، استفاده می‌شوند.

۴-۱-۷ خودالقاهای با هسته هوایی (Xs، 1,2 H تا 1,5 H)

یادآوری- یک سیم‌پیچ تک از این خودالقا، کارآمد نیست. یک خودالقای مناسب می‌تواند با اتصال سری هشت سیم‌پیچ ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ دوری از سیم‌های پیچیده‌شده بر روی هسته‌های غیرفلزی عایقی با قطر حدودی ۱۲٫۷ mm و طول داخلی ۱۵٫۹ mm ایجاد شود.

۴-۱-۸ قطع‌کننده (B)

قطع‌کننده با کنترل عملکرد موتوری[4] یا با کنترل عملکرد الکترونیکی که برای ایجاد چرخه‌های لازم برای سه گام اول آزمون با باز و بسته کردن مدار اصلی مطابق برنامه جدول ۱، با دقت ۰٫۰۰۸ s± استفاده می‌شود.

1- true r.m.s. a.c. milliammeter
2- bypass
3- radio frequency
4- motor driven

۴-۱-۹ زمان‌سنج (TT)

یک کورنومتر[1] یا زمان‌سنج بازه‌ای الکتریکی[2] با دقت ۱± s می‌باشد.

۴-۱-۱۰ کنتاکتور (C_S)

زمانی که قاب محافظی که مجموعه الکترود را در بر گرفته در وضعیت پایین قرار دارد، میکروسوئیچی که در حالت عادی باز است (NO)[3] را تحریک می‌کند، این میکروسوئیچ به نوبه خود کنتاکتور C_S را فعال و ترانسفورماتور T_V را به مدار وصل نموده و امکان اعمال ولتاژ فشارقوی به الکترودها را فراهم می‌سازد. زمانی که قاب محافظ برداشته می‌شود، ترانسفورماتور قطع شده و اپراتور محافظت می‌شود.

۴-۲ الکترودها و مجموعه نگهدارنده الکترود

۴-۲-۱ الکترودها

الکترودها از میله تنگستن با قطر ۰٫۰۵ mm ± ۲٫۴ mm که فاقد ترک، حفره یا نقاط زبر باشد، ساخته می‌شوند. طول آزاد الکترود باید حداقل ۲۰ mm باشد. توصیه می‌شود که الکترودها بر روی پایه‌ای نصب شوند تا امکان جهت‌گیری صحیح نوک الکترود پس از تیزکاری آن، ایجاد شود. نوک الکترود باید طوری سنباده زده و صیقل داده شود که زاویه ۱° ± ۳۰° نسبت به محور ایجاد شده و یک سطح بیضوی تخت به دست آید. به عنوان مثال، شکل ۲ الکترودهای نصب‌شده بر روی یک پایه مناسب را نشان می‌دهد.

یادآوری ۱- میله‌های جوشکاری تنگستنی برای ساخت الکترود مناسب به‌نظر می‌رسند.

یادآوری ۲- به‌کارگیری یک گیره فولادی برای محکم نگه‌داشتن الکترودها در زمان تیزکردن، به‌منظور اطمینان از دست‌یابی به یک نوک تیز با هندسه‌ای مناسب در زمان پرداخت نهایی، کمک‌کننده خواهد بود.

۴-۲-۲ مجموعه نگهدارنده الکترود

این مجموعه تمهیدی برای نگه‌داشتن الکترودها و آزمونه در زاویه مناسب، برای اعمال قوس به سطح بالایی آزمونه، فراهم می‌نماید. مجموعه ذکر شده، باید طوری ساخته شود که قسمت بالای هر آزمونه برای هر آزمون، در یک ارتفاع یکسان باشد. هر الکترود باید به‌نحوی تنظیم شود که به‌صورت مستقل و با نیروی ۰٫۵ N ± ۰٫۰۵ N روی آزمونه قرار گیرد. آزمونه باید در برابر جریان‌های هوا[4]، محافظت شده و در شرایطی که آزمونه‌ها در حین آزمون دود یا گازهایی متصاعد می‌کنند، امکان تهویه فرآورده‌های احتراق را فراهم کند.

1- stop watch
2- electric interval timer
3- Normally Open
4- air drafts

مطابق شکل ۳، الکترودها باید در موقعیتی قرار گیرند که هنگام قرارگرفتن بر روی آزمونه، در صفحه عمودی یکسانی واقع شده و هر دو در زاویه $35^{o} \pm 1^{o}$ نسبت به افق، قرار گیرند (که در این شرایط زاویه بین محور الکترودها $110^{o} \pm 2^{o}$ می‌باشد). قطرهای کوچک سطوح نوک بیضی شکل باید افقی بوده در حالی‌که فاصله بین نوک‌ها برابر با ۶٫۳۵ mm ± ۰٫۱ mm تنظیم شده باشد.

قوس باید از موقعیت بسیار کمی بالاتر از صفحه آزمونه، به‌طور واضح دیده شود.

یادآوری- الزامات گردش هوا، تحت بررسی است.

۴-۲-۳ تمیزکاری و تیزکاری الکترودها

۴-۲-۳-۱ تمیزکاری

الف) پس از هر آزمون، الکترودها باید با حلالی نظیر استون یا اتانول که توسط کاغذ تیشو آزمایشگاهی بدون پرز اعمال می‌شود، تمیز شوند. تمیزکردن الکترودها را با شستن آن‌ها با آب مقطر و خشک‌کردن با پارچه بدون پرزی که تمیز و خشک باشد، به پایان برسانید.

ب) اگر پس از تمیزکاری ذکرشده، مقدار زیادی از محصولات احتراق بر روی الکترودها باقی مانده باشد، اعمال یک قوس متناوب ۴۰ mA به مدت زمان تقریبی ۱ min (بدون استفاده از آزمونه) در مورد فوق مؤثر است.

۴-۲-۳-۲ تیزکاری

الکترودها باید در شرایطی نگهداری شوند که در مشاهده با بزرگنمایی ۱۵ برابر، دارای سطحی کاملاً بیضوی بوده و برآمدگی[1] یا گوشه‌های تیز نداشته باشند.

اگر شرایط توصیف‌شده در بالا برآورده نشود، الکترودها نیاز به تیزکردن دارند.

۴-۳ محفظه آزمون

به‌منظور جلوگیری از جریان هوا، محفظه آزمون باید بسته بوده و فاقد تهویه باشد و ابعاد آن کوچکتر از ۳۰۰ mm × ۱۵۰ mm × ۱۰۰ mm نباشد.

۴-۴ واسنجی

۴-۴-۱ ولتاژ کارکرد مدار باز

در مدار باز، ولتاژ باید به‌مقدار ۱۲٫۵ kV تنظیم شود. این عدد با ولت‌متر V_L و با استفاده از نسبت ولتاژ اولیه به ولتاژ ثانویه مدار باز، اندازه‌گیری می‌شود.

1- burr

۲-۴-۴ تنظیم جریان ثانویه

تجهیز باید در حالی که الکترودها دارای فاصله مناسب بوده و بر روی بلوک‌های سرامیکی قرار دارد و با قاب محافظ پوشانده شده است، برق‌دار شده و جریان توسط مقاومت‌های متغیر R_{10}، R_{20}، R_{30} و R_{40} تنظیم شود.

۵ آزمونه‌ها

۵-۱ برای مقایسه استاندارد مواد، باید حداقل پنج آزمون بر روی آزمونه‌هایی از هر ماده انجام شود.

۵-۲ ضخامت آزمونه باید $3\ mm\ ^{+0.4}_{\ \ 0}\ mm$ باشد. استفاده از سایر ضخامت‌ها باید گزارش شود.

۵-۳ هر آزمونه باید ابعاد مورد نیاز را داشته باشد؛ به‌گونه‌ای که آزمون باید روی یک سطح تخت انجام شود و مجموعه نگه‌دارنده الکترود نباید نزدیک‌تر از ۶ mm به لبه آزمونه و نباید نزدیک‌تر از ۱۲ mm به ناحیه آزموده‌شده قبلی باشد. مواد نازک را به‌منظور تهیه آزمونه‌ای که تا حد امکان ضخامتی نزدیک به ضخامت پیشنهادی داشته باشد، در ابتدا با بستن آن‌ها به‌هم محکم کرده و سپس تحت آزمون قرار دهید.

۵-۴ زمانی که قسمت‌های قالب‌گیری‌شده آزموده می‌شوند، باید قوس در مکانی که مهم‌ترین مکان تلقی می‌شود، اعمال گردد. آزمون‌های مقایسه‌ای قسمت‌ها، باید در محل‌های مشابه انجام شود.

۵-۵ توصیه می‌شود قبل از آزمون، گرد و غبار، رطوبت، اثر انگشت و غیره با استفاده از روشی مناسب تمیز شوند.

هشدار- ممکن است روش تمیزکردن، بر روی ماده اثر بگذارد.

۶ آماده‌سازی

آزمونه‌ها، بجز در مواردی که شرایط دیگری مشخص شده باشد، باید به مدت حداقل ۲۴ h در معرض شرایط جوی استاندارد ۲۳ °C ± ۲ °C و رطوبت نسبی ٪ ۵۰ ± ٪ ۵ (شرایط جوی استاندارد ب مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۳۸۱۹) قرار داده شوند.

۷ روش اجرای آزمون

۷-۱ برای تعیین مقاومت در برابر قوس، آزمونه در مجموعه نگهدارنده الکترودها قرار داده شده و فاصله الکترودها، برابر با ۶٫۳۵ mm ± ۰٫۱ mm تنظیم شود.

۷-۲ مدار آزمون را فعال کرده و آغاز قوس، پیشروی مسیر جریان خزشی و هر ویژگی خاص ماده تحت آزمون را زیر نظر بگیرید. اگر آزمون اول در هر گام از آزمون، در حالت عادی پیش رفت، نیاز به مشاهده آزمون‌های بعدی از نزدیک نیست.

هشدار- توصیه می‌شود آزمونگر حین مشاهده قوس، از عینک محافظ در برابر تابش فرابنفش[1] یا نقاب محافظ در برابر تابش فرابنفش استفاده نماید.

قوس‌های اولیه به‌منظور بررسی این موضوع که آیا آنها در نزدیکی سطح آزمونه تخت باقی می‌مانند، تحت نظر گرفته می‌شوند. اگر قسمت بالای قوس تقریباً به ۲ mm بالاتر از سطح آزمونه برسد یا قوس به جای باقی‌ماندن بر روی نوک الکترود، از الکترود بالا رود یا به‌صورت نامنظم شعله‌ور شود، نشانگر این است که ثابت‌های مدار صحیح نبوده یا ماده محصولات گازی با نرخ زیاد آزاد می‌کند.

۷-۳ پس از هر یک دقیقه شدت قوس مطابق توالی نشان‌داده شده در جدول ۱، افزایش داده شود تا خرابی به‌صورتی که در زیربند ۳-۲ تعریف شده است، رخ دهد. به محض خرابی، جریان قوس باید به‌سرعت قطع شده و زمان‌سنج بازه‌ای متوقف شود. زمان خرابی بر حسب ثانیه برای هر یک از ۵ آزمون، ثبت شود.

۸ نتایج

۸-۱ نتیجه این آزمون، زمان خرابی است که بر حسب ثانیه بیان می‌شود.

یادآوری- مواد اغلب طی چند ثانیه اول، پس از تغییر در شدت آزمون، تخریب می‌شوند. توصیه می‌شود در مقایسه مقاومت در برابر قوس مواد، به جای زمان سپری‌شده یکسان در یک تک مرحله، به چند ثانیه‌ای که دو مرحله هم‌پوشانی دارد اهمیت بیشتری داده شود. بنابراین تفاوت بزرگتری بین مقاومت در برابر قوس در بازه ۱۷۸ s و ۱۸۲ s نسبت به بازه ۱۷۴ s و ۱۷۸ s وجود دارد.

1- anti-UV

۸-۲ چهار حالت کلی برای خرابی مشاهده شده است:

۸-۲-۱ تعداد زیادی از دی‌الکتریک‌های معدنی درخشان شده و در نتیجه آن قادر به رسانش جریان می‌شوند. با این وجود به محض سردکردن، به شرایط عایقی اولیه خود برمی‌گردند.

۸-۲-۲ برخی از ترکیبات آلی، بدون ایجاد یک مسیر رسانای قابل مشاهده در ماده، مستقیماً شعله‌ور می‌شوند.

۸-۲-۳ سایر مواد با «ایجاد مسیر جریان خزشی» که به معنی تشکیل یک مسیر باریک سیمی‌شکل بین الکترودها است، در زمانی که قوس محو شود، دچار خرابی می‌شوند.

۸-۲-۴ نوع چهارم خرابی، با کربنی‌شدن سطح ماده تا زمانی که کربن کافی جهت حمل جریان وجود داشته باشد، اتفاق می‌افتد.

۹ گزارش

گزارش باید شامل اطلاعات زیر باشد:

۹-۱ مشخصات ماده تحت آزمون و ضخامتی که تحت آزمون قرار گرفته است؛

۹-۲ جزئیات هر تمیزکاری و آماده‌سازی قبل از آزمون؛

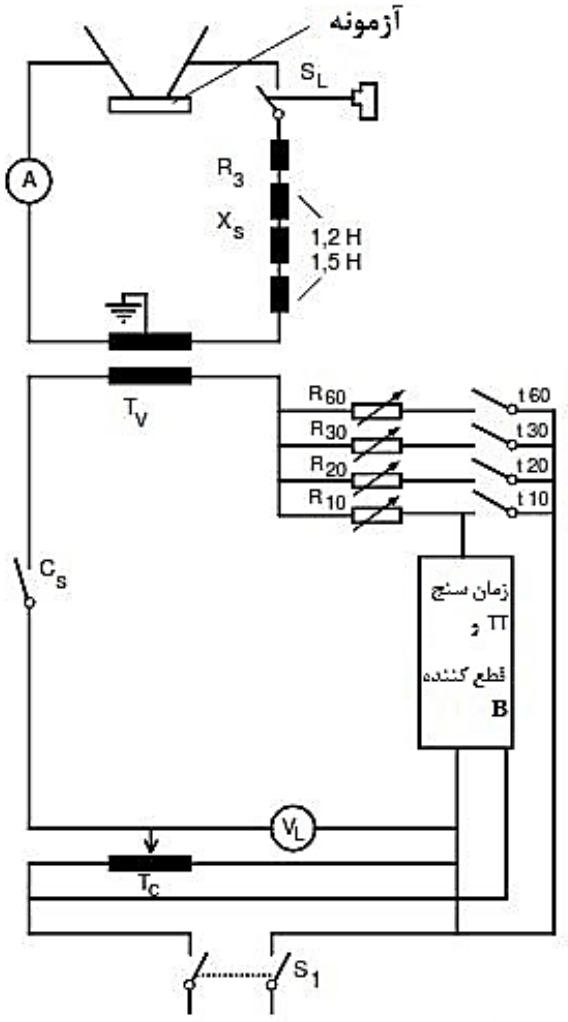
۹-۳ مقدار میانه، کمینه و بیشینه زمان‌های مقاومت در برابر قوس؛

۹-۴ مشاهدات خاص، به عنوان مثال سوختن و نرم‌شدن. آزمونه نگهدارنده

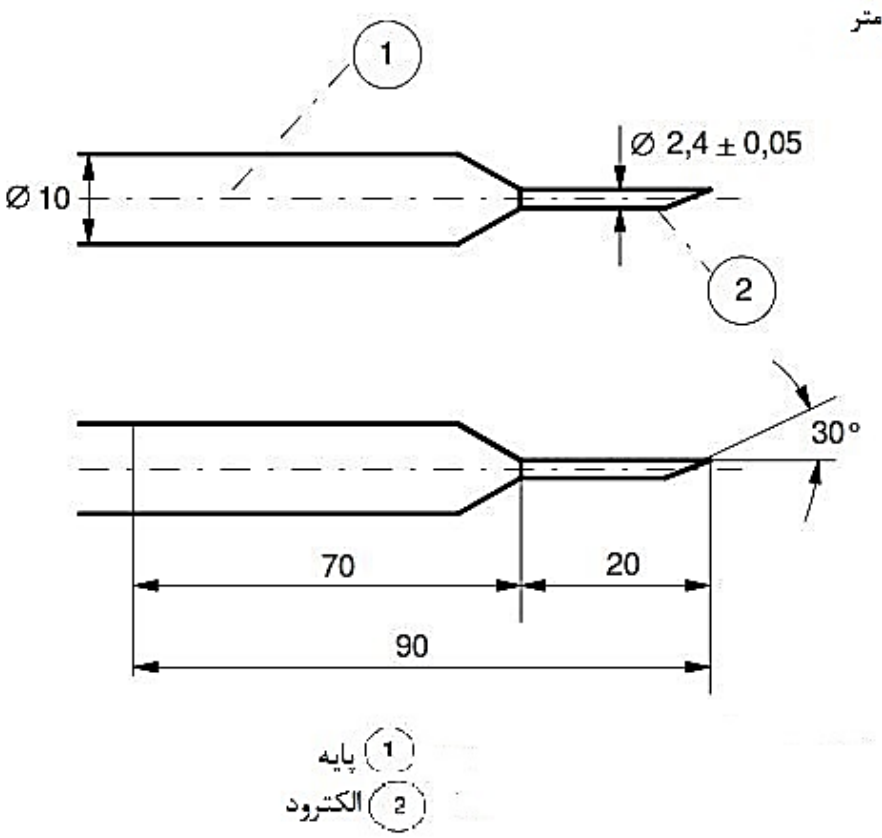
جدول ۱- توالی گام‌های با کمینه زمان ۱ min

گام	جریان mA	چرخه زمانی[1] s	زمان کلی s
۱/۸	۱۰	۱/۸ روشن، ۷/۸ خاموش	۶۰
۱/۴	۱۰	۱/۴ روشن، ۳/۴ خاموش	۱۲۰
۱/۲	۱۰	۱/۴ روشن، ۱/۴ خاموش	۱۸۰
۱۰	۱۰	پیوسته	۲۴۰
۲۰	۲۰	پیوسته	۳۰۰
۳۰	۳۰	پیوسته	۳۶۰
۴۰	۴۰	پیوسته	۴۲۰

[1] در سه گام اول، یک قوس منقطع که اثرات مخرب کمتری نسبت به قوس پیوسته دارد، تعیین شده است تا شدت آزمون کمتر باشد. جریان نیز ۱۰ mA مشخص شده است زیرا جریان کمتر تمایل به تولید قوس ناپایدار یا شعله‌ور دارد.

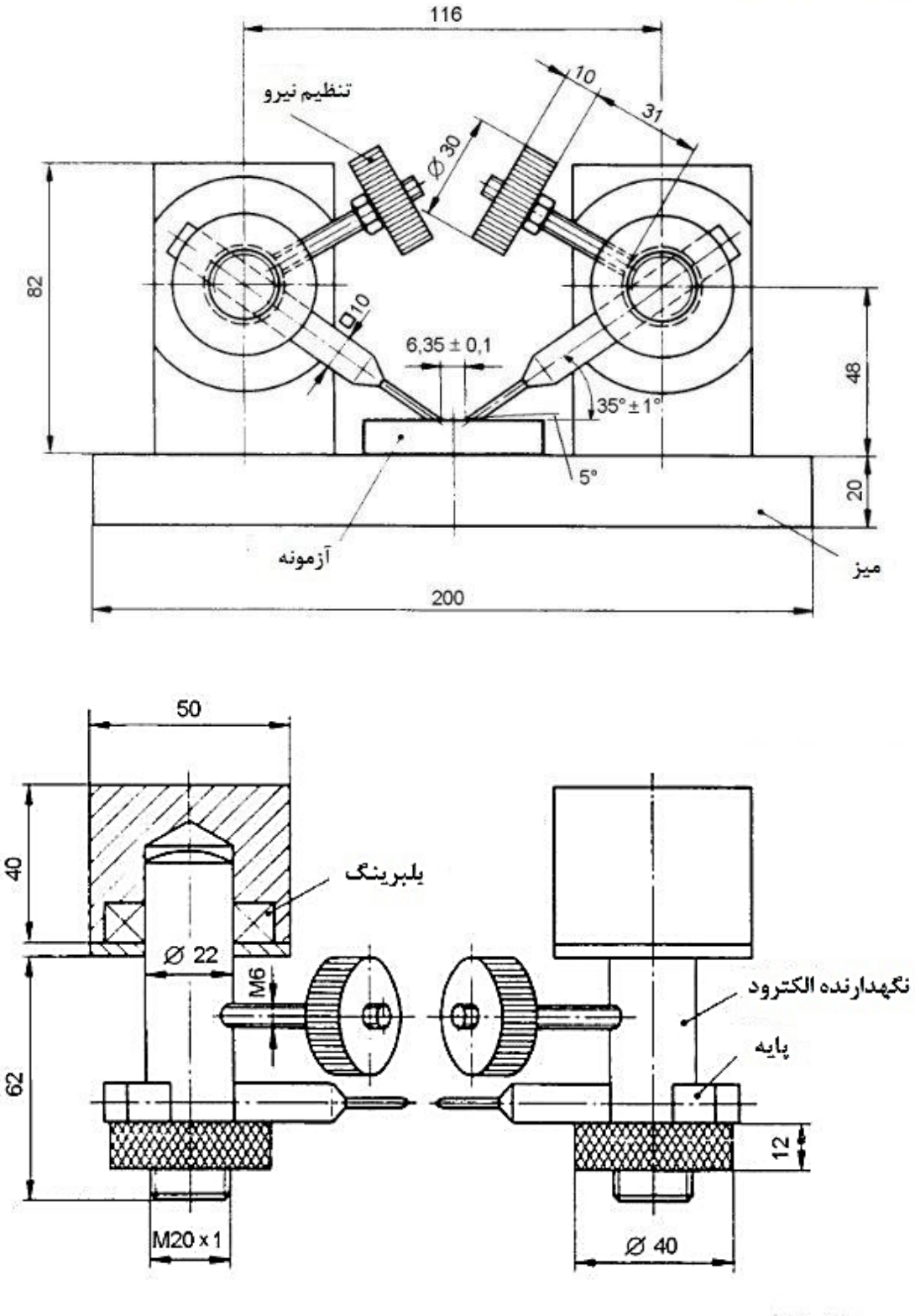


شکل ۱- مثال مدار الکتریکی



شکل ۲- الکترود نصب‌شده بر روی یک پایه (مثال)

ابعاد بر حسب میلی‌متر



شکل ۳- مجموعه نگهدارنده الکترود (مثال)