



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standards Organization



استاندارد ملی ایران

۲۳۲۲۷

چاپ اول

۱۴۰۱

INSO

23227

1st Edition

2023

Identical with
IEC 63294:2021

کابل های الکتریکی با ولتاژ اسمی تا و
خود V ۴۵۰/۷۵۰ - روش های آزمون

Electric cables with rated voltages up to
and including 450/750 V - Test methods

ICS:29.060.20

استاندارد ملی ایران شماره ۲۳۲۲۷ (چاپ اول): سال ۱۴۰۱

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: 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@inso.gov.ir

وبگاه: <http://www.inso.gov.ir>

Iran National Standards 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@inso.gov.ir

Website: <http://www.inso.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفه تعیین، تدوین، به روزرسانی و نشر استانداردهای ملی را بر عهده دارد.

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 وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، 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 پیشنهادات 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 ذیصلاح 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 شود 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 پیشرفتهای 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 استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (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 Electro technical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« کابل‌های الکتریکی با ولتاژ اسمی تا و خود ۷۵۰/۴۵۰- روش‌های آزمون »

رئیس:

سمت و/یا محل اشتغال:

نماینده شرکت سیم و کابل یزد

شمس ملک‌آرا، بهرام

(کارشناسی مهندسی برق - قدرت)

دبیر:

کارشناس امور استاندارد اداره کل استاندارد استان
قزوین

نهادندی، مریم

(کارشناسی مهندسی برق - کنترل)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مدیر کنترل کیفیت شرکت سیم و کابل رسا عماد

احدی، فریبا

(کارشناسی ارشد مهندسی برق - الکترونیک)

کارشناس طراحی مهندسی شرکت توزیع نیروی
برق استان قزوین

باقری وناشی، میثم

(کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت)

مدیر فنی آزمایشگاه شرکت صنعتی الکتریک
خراسان (افشار نژاد)

جعفری‌زاده، نجمه

(کارشناسی فیزیک)

مدیر کنترل کیفیت شرکت کابل البرز

حبیبی، مونا

(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

مدیر فنی آزمایشگاه شرکت تک غرب

سلیمانی، فاطمه

(کارشناسی مهندسی کامپیوتر - نرم‌افزار)

مدیر فنی آزمایشگاه شرکت افق البرز

شفیعی، نوید

(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

کارشناس امور استاندارد اداره کل استاندارد استان
قزوین

صالحی، کامران

(کارشناسی مهندسی مکانیک - جامدات)

مدیر تحقیق و توسعه شرکت صنعتی الکتریک
خراسان (افشار نژاد)

عباسی، هادی

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی - پلیمر)

مدیر کنترل کیفیت شرکت افق البرز

علیپور، مصطفی

(کارشناسی مهندسی فناوری اطلاعات)

مدیر کنترل کیفیت شرکت پرگاس صنعت سیکا

فرهادی، سمانه

(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

فیضی، حمزه

(کارشناسی ارشد فیزیک)

مسافر قشلاق، مهدی

(کارشناسی ارشد فیزیک)

میراکبری، سید سجاد

(کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت)

نصیرلو، زلیخا

(کارشناسی ارشد فیزیک)

ویراستار:

سلماسی، تورج

(کارشناسی فیزیک کاربردی)

سمت و/یا محل اشتغال:

مدیر کنترل کیفیت شرکت صنعتی الکتریک

خراسان (افشار نژاد)

رئیس اداره اوزان و مقیاس‌ها اداره کل استاندارد

قزوین

مدیر کنترل کیفیت شرکت سیم و کابل ستاره یزد

مدیر کنترل کیفیت شرکت شهاب جم

مدیر کیفیت - شرکت صنایع راما پارسیان و دبیر

کمیته فنی متناظر TC 55

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ الزامات عمومی
۳	۱-۴ نمونه‌برداری
۳	۲-۴ پیش‌آماده‌سازی
۳	۳-۴ دمای آزمون
۳	۴-۴ ولتاژ آزمون
۳	۵-۴ مقادیر آزمون
۴	۵ روش‌های آزمون الکتریکی
۴	۱-۵ مقاومت الکتریکی هادی‌ها
۴	۲-۵ انجام آزمون ولتاژ روی کابل‌های تکمیل‌شده
۴	۳-۵ آزمون ولتاژ روی رشته‌ها در آب
۵	۴-۵ مقاومت عایقی
۶	۵-۵ مقاومت عایقی در دمای بالاتراز 90°C
۷	۶-۵ مقاومت بلندمدت عایق در برابر جریان مستقیم
۸	۷-۵ عدم وجود عیوب در عایق
۹	۸-۵ مقاومت سطحی روکش
۹	۶ روش‌های آزمون غیر الکتریکی
۹	۱-۶ بررسی دوام رنگ‌ها و نشانه‌گذاری‌ها
۹	۲-۶ اندازه‌گیری ضخامت عایق
۱۰	۳-۶ اندازه‌گیری ضخامت روکش
۱۰	۴-۶ اندازه‌گیری ابعاد کلی و دوپه‌نی
۱۱	۵-۶ آزمون قابلیت لحیم‌کاری هادی‌های قلع‌اندودنشده
۱۲	۶-۶ آزمون انعطاف‌پذیری
۱۴	۷-۶ آزمون انعطاف‌پذیری ساکن
۱۵	۸-۶ آزمون خمش

صفحه	عنوان
۱۶	۹-۶ آزمون مقاومت در برابر سایش
۱۸	۱۰-۶ آزمون سقوط
۱۸	۱۱-۶ در حال حاضر خالی می‌باشد.
۱۸	۱۲-۶ آزمون انعطاف‌پذیری سه قرقره‌ای
۱۹	۱۳-۶ آزمون تاب‌خوردگی
۲۲	۱۴-۶ آزمون‌های ویژگی‌های مکانیکی بعد از کهنگی عایق شامل آمیزه‌های لاستیکی در کوره هوا
۲۳	۱۵-۶ آزمون مقاومت بافت‌های نساجی در برابر حرارت
۲۴	۱۶-۶ آزمون مقاومت روکش در برابر آب
۲۵	۱۷-۶ آزمون شیمیایی: تعیین هالوژن - آزمون عنصری
۲۸	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) جدول ارجاعات متقابل
۳۰	کتاب‌نامه

به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

با انتشار این استاندارد، استانداردهای ملی ایران به شرح زیر باطل، و این استاندارد جایگزین آنها می‌شود:

- 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 زیر است:

2

کابل‌های الکتریکی با ولتاژ اسمی تا و خود ۴۵۰/۷۵۰V - روش‌های آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های آزمون کابل‌های الکتریکی با ولتاژ اسمی تا و خود ۴۵۰/۷۵۰V است. مجموعه استانداردهای IEC 60811 شامل این آزمون‌ها نمی‌باشند. یادآوری - مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۵۵۲۵ با استفاده از IEC 60811 تدوین شده‌اند.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، 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 داده شده 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 60811- 201, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 201: General tests - Measurement of insulation thickness

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵-۲۰۱: سال ۱۳۹۹، کابل‌های الکتریکی و کابل‌های فیبر نوری - روش‌های آزمون مواد غیرفلزی - قسمت ۲۰۱: آزمون‌های عمومی - اندازه‌گیری ضخامت، با استفاده از IEC 60811-201: 2012+Amd1: 2017 تدوین شده است.

2-2 IEC 60811- 202, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 202: General tests - Measurement of thickness of non-metallic sheath

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵-۲۰۲: سال ۱۳۹۹، کابل‌های الکتریکی و کابل‌های فیبر نوری - روش‌های آزمون مواد غیرفلزی - قسمت ۲۰۲: آزمون‌های عمومی - اندازه‌گیری ضخامت روکش غیرفلزی، با استفاده از IEC 60811-202: 2012+Amd1: 2017 تدوین شده است.

2-3 IEC 60811- 203, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 203: General tests - Measurement of overall dimensions

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵-۲۰۳: سال ۱۳۹۹، کابل‌های الکتریکی و کابل‌های فیبر نوری - روش‌های آزمون مواد غیرفلزی - قسمت ۲۰۳: آزمون‌های عمومی - اندازه‌گیری ابعاد کلی، با استفاده از IEC 60811-203: 2012 تدوین شده است.

2-4 IEC 60811- 401: 2012, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 401: Miscellaneous tests - Thermal ageing methods - Ageing in an air oven

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۴۰۱-۵۵۲۵: سال ۱۳۹۹، کابل‌های الکتریکی و کابل‌های فیبر نوری- روش‌های آزمون مواد غیرفلزی- قسمت ۴۰۱: آزمون‌های متفرقه- روش‌های کهنگی حرارتی- کهنگی در کوره هوایی، با استفاده از IEC 60811-401: 2012+Amd1:2017 تدوین شده است.

2-5 IEC 60811- 501 , Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 501: Mechanical tests - Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۵۰۱-۵۵۲۵: سال ۱۳۹۲، کابل‌های الکتریکی و کابل‌های فیبر نوری- روش‌های آزمون مواد غیرفلزی- قسمت ۵۰۱: آزمون‌های مکانیکی- آزمون‌های تعیین ویژگی‌های مکانیکی آمیزه‌های عایق و روکش، با استفاده از IEC 60811-501: 2012 تدوین شده است.

2-6 IEC 62230, Electric cables - Spark-test method

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۶۴۷: سال ۱۳۹۲، کابل‌های الکتریکی- روش آزمون جرقه، با استفاده از IEC 62230:2006 تدوین شده است.

2-7 IEC 60502-1, Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2 \text{ kV}$) up to 30 kV ($U_m = 36 \text{ kV}$) - Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2 \text{ kV}$) and 3 kV ($U_m = 3,6 \text{ kV}$)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۳۵۶۹: سال ۱۴۰۰، کابل‌های قدرت با عایق اکستروژده و تجهیزات جانبی آن برای ولتاژهای اسمی از 1 kV ($U_m = 1,2 \text{ kV}$) تا و خود 30 kV ($U_m = 36 \text{ kV}$) - قسمت ۱: کابل‌های با ولتاژ اسمی $1,2 \text{ kV}$ ($U_m = 1,2 \text{ kV}$) تا و خود 3 kV ($U_m = 3,6 \text{ kV}$) - با استفاده از IEC 60502-1: 2021 تدوین شده است.

2-8 ISO 1302, Geometrical Product Specifications (GPS) - Indication of surface texture in technical product documentation

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۹۲۲: سال ۱۳۸۹، ویژگی‌های هندسی فرآورده (GPS) نشاندهی بافت سطح در مستندسازی فنی فرآورده، با استفاده از ISO 1302: 2002 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف

هیچ اصطلاح و تعریفی در این استاندارد ذکر نشده است.^۱

۱ - اصطلاحات و تعاریف به کار رفته در استانداردهای ISO و IEC در وبگاه‌های www.iso.org/obp و www.electropedia.org قابل دسترسی است.

۴ الزامات عمومی

۴-۱ نمونه‌برداری

اگر نشانه‌گذاری روی عایق یا روکش به صورت برجسته باشد، نمونه‌های مورد استفاده برای آزمون‌ها باید به‌نحوی تهیه شوند که این نشانه‌گذاری‌های برجسته را در برداشته باشند.

برای کابل‌های چندرشته، به جز آزمون مشخص‌شده در زیربندهای ۵-۶ و ۶-۲، نباید بیش از سه رشته (در صورت وجود با رنگ‌های مختلف) آزمون شود، مگر اینکه طور دیگری مشخص شده باشد.

۴-۲ پیش‌آماده‌سازی^۱

تمام آزمون‌ها باید حداقل ۱۶ h پس از اکستروژن یا پخت با کمک واکنش شیمیایی^۲ ترکیبات عایق یا روکش انجام شود.

۴-۳ دمای آزمون

آزمون‌ها باید در دمای محیط $(15 \pm 20)^\circ\text{C}$ انجام شوند، مگر این که در استاندارد کابل مرتبط محدوده دمای دیگری مشخص شده باشد.

۴-۴ ولتاژ آزمون

ولتاژهای آزمون باید جریان متناوب با شکل موج تقریباً سینوسی و فرکانس بین ۴۹ Hz و ۶۱ Hz باشند، مگر این که در استاندارد کابل مرتبط، به‌نحو دیگری مشخص شده باشد. نسبت مقدار پیک به مقدار RMS^3 باید برابر $\sqrt{2}$ با رواداری $\pm 7\%$ باشد.

مقادیر ذکرشده مقادیر RMS هستند.

۴-۵ مقادیر آزمون

شرایط آزمون کامل (مانند دما، مدت زمان) و الزامات آزمون کامل در این استاندارد مشخص نشده است و این‌طور در نظر گرفته‌شده که توسط استاندارد کابل مرتبط مشخص شود.

هرگونه الزامات آزمون که در این استاندارد آمده است می‌تواند توسط استاندارد کابل مرتبط برای مناسب‌بودن با نیازهای نوع خاصی از کابل، تغییر داده شود.

1- Pre-conditioning
2- Vulcanization
3- Root mean square

۵ روش‌های آزمون الکتریکی

۱-۵ مقاومت الکتریکی هادی‌ها

برای بررسی مقاومت الکتریکی هادی‌ها، مقاومت هر هادی باید بر روی نمونه‌ای از کابل به طول حداقل ۱ m اندازه‌گیری شود. طول هر نمونه باید اندازه‌گیری شود.

در صورت لزوم، ضریب تصحیح به دمای 20°C و به طول ۱ km از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$R_{20}=R_t \times \frac{254,5}{234,5+t} \times \frac{1000}{L}$$

که در آن:

R_{20} مقاومت در دمای 20°C بر حسب اهم بر کیلومتر؛

R_t مقاومت L متر از کابل در دمای $t^{\circ}\text{C}$ بر حسب اهم؛

t دمای نمونه در لحظه اندازه‌گیری مقاومت بر حسب درجه سلسیوس؛

L طول نمونه کابل بر حسب متر (منظور طول کابل تکمیل شده است و نه هر یک از رشته‌ها یا سیم‌های جداگانه آن) است.

۲-۵ انجام آزمون ولتاژ روی کابل‌های تکمیل شده

یک نمونه از کابل تحویل داده شده، باید در آب غوطه‌ور شود. طول نمونه، دمای آب و مدت غوطه‌وری و ولتاژ آزمون باید در استاندارد کابل مرتبط داده شده باشد.

ولتاژ باید به ترتیب بین هر هادی و تمام هادی‌های دیگر که به هم و به آب و به لایه فلزی کابل (در صورت وجود) متصل شده‌اند اعمال شود و سپس بین تمام هادی‌های متصل به هم و لایه فلزی کابل (در صورت وجود) یا آب اعمال شود.

هنگام آزمون نباید هیچ‌گونه شکست عایقی رخ دهد.

۳-۵ آزمون ولتاژ روی رشته‌ها در آب

۱-۳-۵ کلیات

این آزمون برای کابل‌های روکش دار، کابل‌های با پوشش بافته شده و کابل‌های تخت بدون روکش اعمال می‌شود.

۲-۳-۵ نمونه آزمون

نمونه‌ای از کابل به طول ۵ m آماده شود. روکش یا پوشش بافته شده نهایی و هر پوشش دیگر یا پرکننده‌ای را باید طوری از روی رشته‌های کابل برداشته شود که آسیبی به آن‌ها وارد نشود.

در مورد کابل تخت بدون روکش، یک نمونه ۵ m برداشته شود و عایق بین رشته‌ها برش داده شود و با دست به طول ۲ m، بدون آسیب به رشته‌ها، جدا شود.

۳-۳-۵ روش آزمون

نمونه در دما و مدت زمانی که در استاندارد کابل مرتبط مشخص شده است در آب غوطه‌ور شود. اطمینان حاصل شود که انتهای رشته‌ها برای جلوگیری از نشت سطحی بیش از حد در هنگام اعمال ولتاژ آزمون، به اندازه کافی از سطح آب، بالاتر باشد. ولتاژ بین هادی‌ها و آب طبق مقدار و مدت زمان تعیین شده در استاندارد کابل مرتبط اعمال شود.

۴-۳-۵ الزامات

نباید هیچ گونه شکست عایقی هنگام آزمون رخ دهد.

۴-۵ مقاومت عایقی

این آزمون باید بر روی نمونه‌های پنج متری از رشته که قبلاً تحت آزمون تشریح شده در زیربند ۳-۵ و اگر این بند قابل اجرا نیست، تحت آزمون شرح داده شده در زیربند ۲-۵ قرار گرفته‌اند، انجام شود.

نمونه باید در آبی که قبلاً تا دمای اشاره شده در استاندارد کابل مرتبط گرم شده است غوطه‌ور شود. به اندازه حدود ۰/۲۵ m از هر انتهای نمونه باید بالاتر از سطح آب نگه‌داشته شود.

طول نمونه‌ها، دمای آب و مدت غوطه‌وری باید توسط استاندارد کابل مرتبط ارائه شود.

سپس باید یک ولتاژ DC بین ۸۰ V و ۵۰۰ V بین هادی و آب اعمال شود.

مقاومت عایقی باید یک دقیقه پس از اعمال ولتاژ اندازه‌گیری شود. مقدار اندازه‌گیری شده باید بر حسب MΩ.km بیان شود.

هیچ یک از مقادیر به دست آمده نباید کمتر از حداقل مقدار مقاومت عایقی مشخص شده در استاندارد کابل مرتبط باشد.

یادآوری- حداقل مقادیر مقاومت عایقی را می‌توان (بر اساس مقاومت حجمی $10^8 \times 1 \Omega.m$) از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$R = 0,0367 \log_{10} \frac{D}{d}$$

که در آن:

R مقاومت عایقی بر حسب MΩ.km

D قطر نامی بیرونی عایق بر حسب mm

d قطر دایره در برگیرنده هادی است یا برای کابل‌های تینسل^۱، قطر نامی داخلی عایق بر حسب mm است.

۵-۵ مقاومت عایقی در دمای بالاتر از ۹۰ °C

این روش آزمون برای کابل‌ها یا رشته‌هایی با حداکثر دمای اسمی هادی بالای ۹۰ °C اعمال می‌شود. این آزمون باید بر روی نمونه رشته‌هایی که قبلاً تحت آزمون اشاره‌شده در زیربند ۵-۳ و اگر این بند قابل اجرا نیست، تحت آزمون شرح‌داده‌شده در زیربند ۵-۲ قرار گرفته‌اند، انجام شود.

نمونه‌ای به طول ۱/۴۰ m از کابل یا رشته مورد آزمون باید بریده شود. قسمت مرکزی این قطعه آزمون با یک لایه نیمه‌هادی پوشانده شده و روی این لایه یک بافت فلزی^۲ به گونه‌ای که طول مفید اندازه‌گیری ۱/۰ m بدست آید، به کار رود.

در هر دو انتهای طول مفید اندازه‌گیری، یک فضای خالی به پهنای ۱ mm ایجاد شود و باید یک سیم اتصال محافظ، به پهنای تقریبی ۵ mm به کار برده شود. هر ماده نیمه‌هادی دیگر که فضای خالی را می‌پوشاند باید برداشته شود. (به شکل ۱ مراجعه شود)

سپس نمونه باید به صورت حلقه‌ای با قطر تقریبی D ۱۵ و حداقل قطر ۰/۲ m پیچیده شود. (D قطر نامی بیرونی عایق است)

نمونه‌ها باید حداقل به مدت ۲ h در دمای آزمون مشخص‌شده در استاندارد کابل مرتبط در کوره هوا نگهداری شوند. فاصله بین نمونه و دیواره‌های کوره هوا^۳ باید حداقل ۵۰ mm باشد.

پس از دوره آماده‌سازی، ولتاژ DC بین ۸۰ V و ۵۰۰ V باید بین هادی و حفاظ الکتریکی اعمال شود (شامل لایه نیمه‌هادی و تسمه فلزی یا نوار فلزی، سیم اتصال محافظ به زمین متصل شده‌اند) و نمونه همچنان در کوره هوا نگهداری می‌شود.

مقاومت عایقی باید یک دقیقه بعد از اعمال ولتاژ اندازه‌گیری شود و این مقدار باید برای محاسبه مقاومت عایقی کابل به طول ۱ km استفاده شود. مقدار اندازه‌گیری‌شده باید بر حسب MΩ.km بیان شود. به یادآوری زیربند ۵-۴ مراجعه شود.

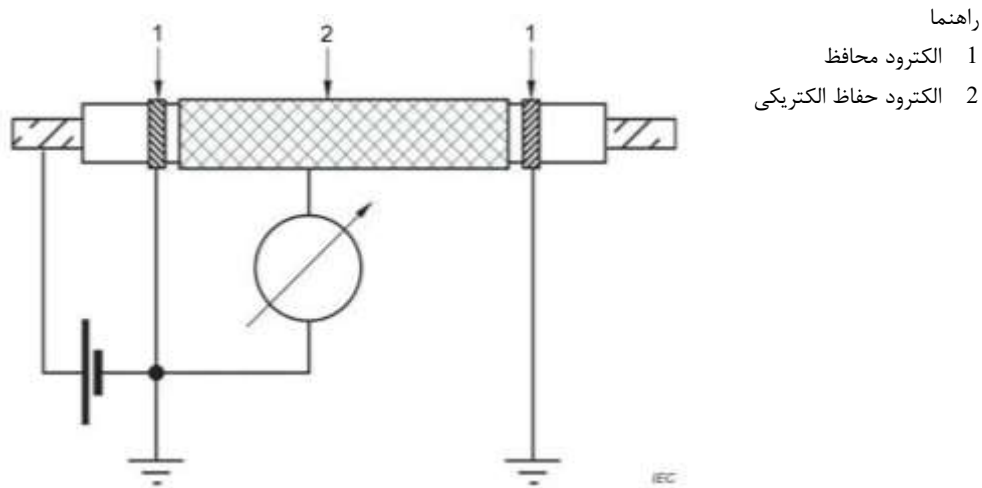
هیچ یک از مقادیر به‌دست‌آمده نباید کمتر از حداقل مقدار مقاومت عایقی مشخص‌شده در استاندارد کابل مرتبط باشد.

1- Tinsel cable

نوعی هادی الکتریکی متشکل از شماری از رشته‌های بسیار ریز که هر رشته دارای نواری تخت و ظریف از مس یا فلزی دیگر است که به دور آن به صورت مارپیچ و نزدیک به هم پیچیده شده است. از این سیم برای کابل‌های کوچک اندازه که به لختی یا شل‌بودن و دوام انعطاف بلندمدت نیاز دارند استفاده می‌شود. کاربرد: گوشی و میکروفون.

2- Metal braid

3- Air oven



شکل ۱- وضعیت قرارگیری الکتروودها

۵-۶ مقاومت بلندمدت عایق در برابر جریان مستقیم

۵-۶-۱ نمونه آزمون

آزمون روی نمونه‌ای از کابل به طول ۵ m که تمام پوشش‌ها از آن جدا شده است، انجام می‌شود. رشته‌های کابل‌های تخت بدون روکش نباید از هم جدا شوند. اطمینان حاصل شود که در هنگام برداشتن پوشش‌ها از آسیب به رشته(ها) جلوگیری شود.

برای کابل‌هایی که حداکثر پنج رشته دارند، هر رشته باید آزمون شود. برای کابل‌های چندرشته‌ای که بیش از پنج رشته دارند، یک رشته از هر رنگ در کابل باید آزمون شود و اگر تعداد رنگ‌ها کمتر از پنج باشد، رشته‌های رنگی تکراری باید در صورت لزوم آزمون شوند تا تعداد رشته‌های آزمون شده به حداقل ۵ برسد.

۵-۶-۲ روش آزمون

نمونه برای مدت زمان و در دمایی که در استاندارد کابل مرتبط داده شده است، در محلول آبی کلرید سدیم با غلظت ۱۰ گرم در لیتر، غوطه‌ور شود، به گونه‌ای که طول تقریبی ۲۵۰ mm از دو انتهای نمونه، از محلول بیرون باشد. قطب منفی یک منبع تغذیه DC ۲۲۰ V به هادی(های) نمونه و قطب مثبت را به یک الکتروود مسی غوطه‌ور در محلول به مدت زمان داده‌شده در استاندارد کابل مرتبط وصل شود.

۵-۶-۳ الزامات

هنگام آزمون نباید هیچ گونه شکست عایقی رخ دهد و پس از انجام آزمون، در سطح خارجی عایق نباید هیچ گونه نشانه‌ای از آسیب دیدگی مشاهده شود. بهتر است تغییر رنگ عایق نادیده گرفته شود.

۷-۵ عدم وجود عیوب در عایق

۱-۷-۵ کلیات

تمام کابل‌هایی که در مرحله پایانی تولید قرار دارند، اعم از اینکه در طول‌های تحویلی باشند یا در طول‌های تولیدی قبل از برش و تبدیل به طول‌های تحویلی، مورد آزمون قرار گیرند. کابل‌های تکرشته‌ای اعم از روکش‌دار یا بدون روکش با آزمون جرقه مطابق با زیربند ۲-۷-۵ آزمون شود. کابل‌های دیگر، از جمله کابل‌های تخت روکش‌دار با آزمون ولتاژ مطابق با زیربند ۳-۷-۵ آزمون شود. الزامات زیربند ۲-۴ زمانی که بررسی عدم وجود عیوب به عنوان یک آزمون معمول (R) انجام می‌شود، کاربرد ندارد.

۲-۷-۵ آزمون جرقه

۱-۲-۷-۵ روش آزمون

این آزمون مطابق با IEC 62230 انجام شود، با این تفاوت که استفاده از منبعی با شکل موج پالسی با ولتاژ بالا، مجاز نیست.

۲-۲-۷-۵ الزامات

در حین آزمون نباید هیچ‌گونه شکست عایقی رخ دهد.

۳-۷-۵ آزمون ولتاژ

۱-۳-۷-۵ روش آزمون

در شرایطی که کابل در حالت خشک و در دمای محیط قرار دارد، ولتاژی به مقدار داده‌شده در استاندارد کابل مرتبط که از منبع AC یا از منبع DC تامین می‌شود و بین هر هادی و دیگر هادی‌ها و لایه فلزی (در صورت وجود) که به زمین متصل شده اند، اعمال شود.

ولتاژ به تدریج افزایش داده شود و در مقدار کامل^۱ به مدت زمان داده‌شده در استاندارد کابل مرتبط نگه داشته شود.

۲-۳-۷-۵ الزامات

هیچ‌گونه شکست عایقی نباید حین آزمون رخ دهد.

1- Full value

۸-۵ مقاومت سطحی روکش

۱-۸-۵ نمونه‌های آزمون

این آزمون روی سه نمونه از کابل تکمیل‌شده، هر یک به طول تقریبی ۲۵۰ mm انجام می‌شود.

۲-۸-۵ روش آزمون

روکش هر یک از نمونه‌ها با الکل متیلیک صنعتی تمیز شود و برای هر یک از نمونه‌ها دو الکتروود، شامل سیم مارپیچ مسی با قطر ۰/۲ mm تا ۰/۶ mm و به فاصله (100 ± 2) mm از یکدیگر اعمال شود. پس از بکارگیری سیم، دوباره سطح روکش بین الکتروودها به طور کامل تمیز شود.

به مدت ۲۴ h نمونه‌ها با الکتروودهای متصل به آن در یک محفظه آماده‌سازی در دمای $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ و رطوبت نسبی $(65 \pm 5)\%$ آماده‌سازی شود.

بلافاصله پس از خارج کردن از محفظه آماده‌سازی، ولتاژ DC بین ۱۰۰ V تا ۵۰۰ V بین الکتروودها اعمال شده و پس از ۱ min مقاومت اندازه‌گیری شود.

مقاومت اندازه‌گیری‌شده هر نمونه را بر حسب اهم در $a/100$ ضرب شود که در آن a برابر با محیط روکش نمونه بر حسب میلی‌متر است. میانه سه مقدار بدست‌آمده به عنوان مقاومت سطحی روکش ثبت شود.

۳-۸-۵ الزامات

میانه سه مقدار بدست‌آمده نباید کمتر از مقدار بیان‌شده در استاندارد کابل باشد.

۶ روش‌های آزمون غیرالکتریکی

۱-۶ بررسی دوام رنگ‌ها و نشانه‌گذاری‌ها

مطابقت با این الزام باید با ده مرتبه مالش ملایم یک تکه پنبه یا پارچه نخی خیس‌شده در آب، با سعی در زدودن نشانه‌گذاری نام سازنده یا علامت تجاری و رنگ‌های رشته یا شماره‌ها بررسی شود.

۲-۶ اندازه‌گیری ضخامت عایق

۱-۲-۶ روش آزمون

ضخامت عایق باید مطابق با IEC 60811-201 اندازه‌گیری شود.

سه قطعه آزمون با فاصله حداقل ۱ m از هم باید برای یک نمونه کابل برداشته شود.

آماده‌سازی قطعه‌های آزمون باید مطابق با استاندارد IEC 60811-501 انجام شود.

در مورد کابل‌های تا پنج رشته مطابقت روی هر کدام از رشته‌ها و در مورد کابل‌های بیش‌تر از پنج رشته‌ای مطابقت روی پنج رشته بررسی می‌شود.

۲-۲-۶ ارزیابی نتایج

میانگین ۱۸ مقدار اندازه‌گیری شده (بر حسب میلی‌متر) از سه قطعه آزمون عایق نمونه‌برداری شده از هر رشته باید با تقریب تا دو رقم اعشار محاسبه شده و مطابق آن‌چه در IEC 60502-1 مشخص شده است، گرد شود و باید به عنوان مقدار میانگین ضخامت عایق در نظر گرفته شود. کمترین مقدار به دست‌آمده باید به عنوان حداقل ضخامت عایق در هر نقطه در نظر گرفته شود.

۳-۶ اندازه‌گیری ضخامت روکش

۱-۳-۶ روش آزمون

ضخامت روکش باید مطابق با IEC 60811-202 اندازه‌گیری شود. سه قطعه آزمون با فاصله حداقل ۱ m از هم باید برای یک نمونه کابل برداشته شود.

۲-۳-۶ ارزیابی نتایج

میانگین تمام مقادیر اندازه‌گیری شده (بر حسب میلی‌متر) از سه قطعه آزمون روکش باید با تقریب دو رقم اعشار محاسبه شده و مطابق آن‌چه در IEC 60502-1 مشخص شده است، گرد شود و به عنوان مقدار متوسط ضخامت روکش در نظر گرفته می‌شود. کمترین مقدار به دست‌آمده باید به عنوان حداقل ضخامت نقطه‌ای روکش در نظر گرفته شود.

۴-۶ اندازه‌گیری ابعاد کلی و دوپه‌نی

سه نمونه برداشته شده مطابق با زیربندهای ۲-۶ و ۳-۶ باید استفاده شود. اندازه‌گیری قطر کلی هر کابل گرد و ابعاد کلی کابل‌های تخت که بُعد بزرگ‌تر آن‌ها از ۱۵ mm بیش‌تر نباشد باید مطابق با IEC 60811-203 انجام شود. برای اندازه‌گیری کابل‌های تخت با بُعد بزرگ‌تر بیش‌تر از ۱۵ mm، باید از یک ریزسنج، سایه‌نگار^۱ یا دستگاه مشابه استفاده شود. میانگین مقادیر به دست آمده باید به عنوان میانگین ابعاد کلی در نظر گرفته شود. برای بررسی دوپه‌نی کابل‌های با روکش گرد، تفاوت بین هر دو مقدار از قطر کلی کابل‌های روکش شده گرد با سطح مقطع یکسان (دوپه‌نی) نباید از ۱۵٪ میانگین قطر کلی بیش‌تر شود.

1- Profile projector

۵-۶ آزمون قابلیت لحیم کاری هادی های قلع اندود نشده

۱-۵-۶ کلیات

این آزمون برای بررسی اثربخشی جداکننده هادی قلع اندود نشده و عایق در نظر گرفته شده است.

۲-۵-۶ انتخاب نمونه ها و آماده سازی قطعات آزمون

یک نمونه با طول مناسب برای آزمون خمش که در زیربند ۶-۸ تعریف شده در سه نقطه از کابل گرفته می شود و رشته های هر نمونه با دقت از سایر اجزا جدا می شوند.

هر نمونه از رشته ای که بدین ترتیب به دست می آید سه دور بر روی میله ای که قطر آن حداکثر سه برابر قطر آن رشته است پیچیده می شود.

سپس نمونه باز و صاف شده و مجدداً به گونه ای پیچیده می شود که سطحی از رشته که در حالت اول تحت فشار (روی میله) بوده این بار تحت کشش قرار گیرد.

این عمل دو بار دیگر تکرار می شود، به این معنی که ۳ مرتبه خمش در یک جهت و سه مرتبه خمش در جهت دیگر خواهد بود.

از هر نمونه رشته ای که پس از دور سوم خمش صاف شده است، یک قطعه آزمون به طول حدود ۱۵ cm از آن قسمت از رشته که کاملاً خم شده است، برداشته می شود.

سپس هر قطعه آزمون به مدت ۲۴۰ h در دمای $1 \pm 70^{\circ}\text{C}$ در یک کوره هوا در معرض کهنگی سریع^۱ قرار می گیرد.

پس از این کهنگی سریع، قطعات آزمون حداقل به مدت ۱۶ h در دمای محیط قرار می گیرند.

سپس هر قطعه آزمون در یک انتها به طول بیش از ۶۰ mm عایق برداری می شود و با روش حمام لحیم کاری که در زیربند ۴-۵-۶ شرح داده شده است، تحت آزمون قابلیت لحیم کاری قرار می گیرد.

۳-۵-۶ شرح حمام لحیم کاری

حمام لحیم کاری باید دارای حجم کافی برای اطمینان از یکنواخت ماندن دمای لحیم هنگام وارد شدن هادی باشد. این حمام باید دارای افزاره ای^۲ باشد که دمای لحیم را در $(10 \pm 270)^{\circ}\text{C}$ حفظ کند.

عمق حمام لحیم کاری باید حداقل ۷۵ mm باشد.

سطح قابل رویت حمام باید تا حد امکان با استفاده از یک صفحه مشبک از مواد مقاوم در برابر حرارت به منظور محافظت از رشته در برابر تابش مستقیم حمام، کاهش یابد.

ترکیب لحیم باید قلع (بین ۵۹/۵٪ و ۶۱/۵٪) و سرب باشد.

1- Accelerated ageing in an air oven
2- Device

ناخالصی‌ها (به عنوان درصدی از جرم کل) نباید از مقادیر زیر بیش‌تر شود:

آنتیموان	۰/۵۰٪	روی	۰/۰۰۵٪
بیس‌موت	۰/۲۵٪	آلومینیوم	۰/۰۰۵٪
مس	۰/۰۸٪	سایر عناصر	۰/۰۸۰٪
آهن	۰/۰۲٪		

۴-۵-۶ روش آزمون

سطح حمام لحیم‌کاری باید تمیز و براق نگه‌داشته شود.

بعد از غوطه‌وری به مدت ۱۰ s در دمای محیط در یک حمام اسیدشویی حاوی محلول کلریدروی در آب (محلول ۱۰٪ $ZnCl_2$)، انتهای لخت هر قطعه آزمون باید در حمام لحیم به طول ۵۰ mm در جهت محور طولی آن غوطه‌ور شود.

سرعت غوطه‌وری (25 ± 5) mm/s است.

مدت زمان غوطه‌وری، پس از این که ۵۰ mm از نمونه کاملاً غوطه‌ور شد، (5 ± 0.5) s است.

سرعت خارج کردن (25 ± 5) mm/s است.

هر قطعه آزمون باید در سه چرخه غوطه‌وری با دوره زمانی ۱۰ s بین هر چرخه، در حمام لحیم‌کاری قرار بگیرد.

۵-۵-۶ الزامات

بخشی از هادی که غوطه‌ور شده است باید به اندازه کافی قلع‌اندود شود. به‌نحوی که قلع‌کاری باید کاملاً منطقه مرتبط سطح قلع‌کاری‌شده را پوشش دهد و هیچ بخشی از هادی، در زیر آن پیدا نباشد.

۶-۶ آزمون انعطاف‌پذیری

۱-۶-۶ کلیات

این آزمون برای کابل‌های انعطاف‌پذیر که سطح مقطع نامی رشته‌ها تا 4 mm^2 است، کاربرد دارد.

این آزمون برای کابل‌هایی که بیش از ۱۸ رشته دارند، که در بیش از دو لایه هم مرکز قرار گرفته‌اند، کاربرد ندارد.

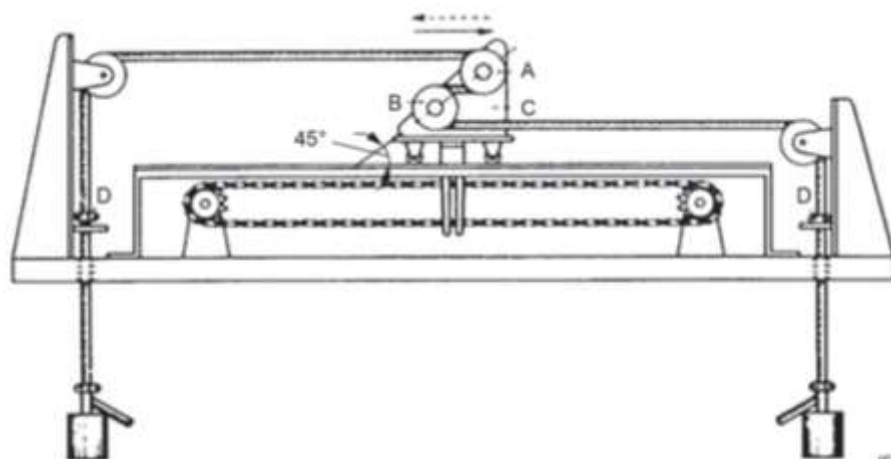
الزامات آزمون در استاندارد کابل مرتبط نشان داده شده است.

۲-۶-۶ دستگاه

این آزمون باید به وسیله دستگاه نشان داده شده در شکل ۲ انجام شود. این دستگاه شامل حامل C، سیستم راه انداز^۱ حامل و نیز چهار قرقره برای هر یک از نمونه های کابل مورد آزمون است. بر روی حامل C دو قرقره A و B که دارای قطر یکسان هستند، قرار دارد. دو قرقره دیگر که می تواند قطرشان با قرقره های A و B متفاوت باشد، در طرفین دستگاه نصب شده است. این چهار قرقره باید به گونه ای تنظیم شوند که نمونه به طور افقی بین آن ها قرار گیرد. حامل باید بتواند چرخه های رفت و برگشت را در فاصله ۱ m با سرعت ثابت تقریبی 0.33 m/s بین هر جهت حرکت معکوس بپیماید.

قرقره ها باید از جنس فلز ساخته شده و دارای یک شیار نیم دایره برای کابل های گرد و یک شیار صاف برای کابل های تخت باشند. گیره های محدود کننده D باید به گونه ای باشند که نیروی کشش همیشه توسط وزنه ای که حامل از آن دور می شود اعمال شود. فاصله هر گیره محدود کننده تا نگه دارنده اش هنگامی که گیره دیگر بر روی نگه دارنده اش قرار دارد نباید از ۵ cm بیش تر باشد.

سیستم راه انداز باید به گونه ای باشد که حامل C هنگام معکوس کردن از یک جهت به جهت دیگر به آرامی و بدون تکان، بدون آن که کشش ناگهانی به آن وارد آید در مسیر خود بچرخد.



راهنما:
A قرقره
B قرقره
C حامل
D گیره های مهار کننده

شکل ۲- دستگاه انعطاف پذیری

۳-۶-۶ آماده سازی نمونه

یک نمونه از کابل انعطاف پذیر به طول حدود ۵ m باید همان طور که در شکل ۲ نشان داده شده، روی قرقره ها قرار گیرد و به انتهای طرفین آن وزنه مناسب وصل شود. جرم این وزنه و قطر قرقره های A و B در استاندارد کابل مرتبط آورده شده است.

۴-۶-۶ جریان اعمال شده بر روی رشته‌ها

برای اعمال جریان، استفاده از ولتاژ پایین یا ولتاژی حدود $V 230/400$ مجاز است. هنگام آزمون انعطاف‌پذیری، جریان مشخص شده در استاندارد کابل مرتبط باید از رشته‌های کابل عبور داده شود.

۵-۶-۶ ولتاژ بین رشته‌ها

برای کابل‌های دو رشته‌ای، ولتاژ بین هادی‌ها باید حدود $V AC 230$ باشد. برای سایر کابل‌ها که دارای سه رشته یا بیشتر می‌باشند، ولتاژ متناوب سه فاز حدود $V 400$ باید به سه هادی آن اعمال شود و دیگر هادی‌ها به سیم خنثی متصل شوند. سه رشته مجاور باید آزمون شوند. در صورتی که ساختار پوشش کابل دولایه باشد، ولتاژ باید به لایه بیرونی اعمال شود. این موضوع همچنین وقتی که از جریان بار تحت ولتاژ ضعیف استفاده می‌شود نیز کاربرد دارد.

۶-۶-۶ عیب‌یابی (ساختار دستگاه آزمون انعطاف‌پذیری)

دستگاه آزمون انعطاف‌پذیری باید به گونه‌ای ساخته شود که در خلال آزمون وقتی که عیوب زیر بروز نمودند، آن‌ها را تشخیص داده و سپس متوقف شود:

- قطع جریان؛

- اتصال کوتاه بین هادی‌ها؛

- اتصال کوتاه بین نمونه آزمون و قرقره‌های دستگاه آزمون انعطاف‌پذیری.

۷-۶ آزمون انعطاف‌پذیری ساکن

الزامات آزمون در استاندارد کابل مرتبط بیان شده است.

قبل از آزمون، کابل باید در دمای $^{\circ}C (20 \pm 5)$ به مدت $24 h$ در حالت قائم نگهداری شود.

نمونه‌ای به طول $0.5 m \pm 3 m$ باید در دستگاهی مشابه آنچه در شکل ۳ نشان داده شده است آزمون شود. دو گیره A و B باید حداقل $1/5 m$ بالاتر از سطح زمین قرار گیرند.

گیره A باید ثابت باشد و گیره B باید به صورت افقی هم‌سطح با گیره A حرکت کند.

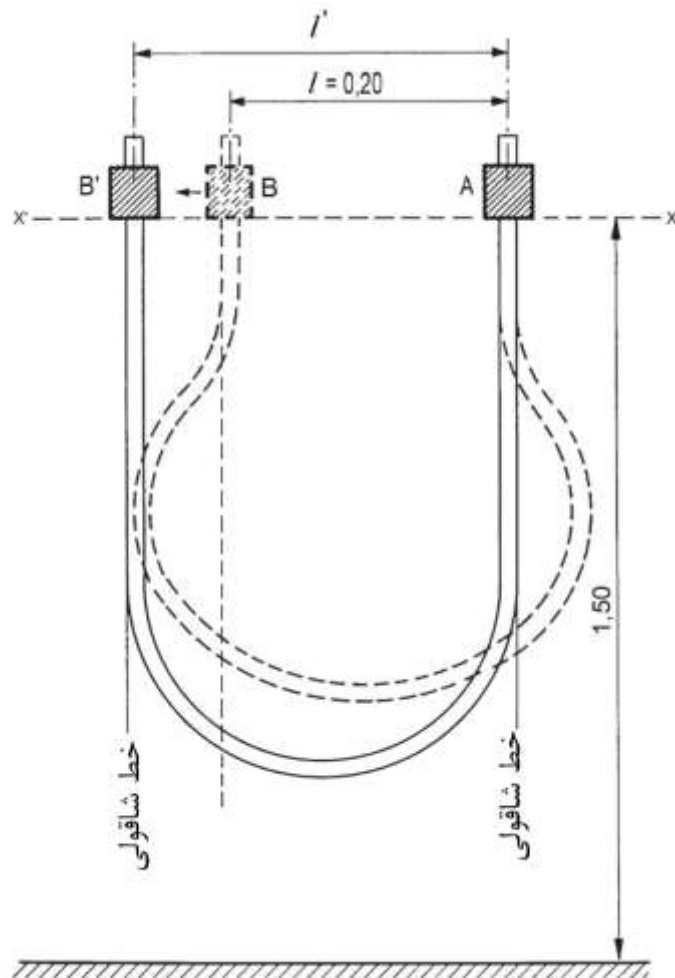
دو انتهای نمونه باید به صورت قائم (و در هنگام آزمون قائم باقی بماند)، یک سر در گیره A و دیگری در گیره متحرک B که باید در فاصله $0.2 m$ از گیره A باشد، قرار گیرند. کابل تقریباً شکلی را که در شکل ۳ با خطوط نقطه‌چین نشان داده شده است می‌گیرد.

سپس گیره متحرک B باید از گیره ثابت A دور شود تا که حلقه تشکیل شده توسط کابل به شکل U که در شکل ۳ نشان داده شده است، کاملاً بین خطوط شاقولی میان دو گیره باشد و به طوری که خطوط شاقولی

مماس بر سطوح موازی خارجی کابل خم شده قرار گیرد. کابل باید تا 180° در گیره چرخانده شود و آزمون تکرار شود.

میانگین دو مقدار l' باید بین دو خط شاقولی اندازه گیری شود.

اگر نتایج آزمون نامطلوب باشد، در پیش آماده سازی نمونه باید چهار مرتبه روی قرقره ای با قطر تقریباً ۲۰ برابر قطر خارجی کابل پیچیده و باز شود. در این حالت، نمونه باید هر بار تا 90° چرخانده شود. پس از این پیش آماده سازی، نمونه باید تحت آزمونی که در بالا توضیح داده شد قرار گیرد و با الزامات تعیین شده مطابقت نماید.



ابعاد بر حسب متر

شکل ۳- آزمون انعطاف پذیری ساکن

۸-۶ آزمون خمش

الزامات آزمون در استاندارد کابل مرتبط نشان داده شده است.

یک نمونه از بند^۱ با طول مناسب باید در دستگاه نشان داده شده در شکل ۴ نصب شود و وزنه ای به جرم ۰٫۵ kg به آن متصل شود. جریانی با مقدار نامی A ۰٫۱ باید از هادی ها عبور داده شود.

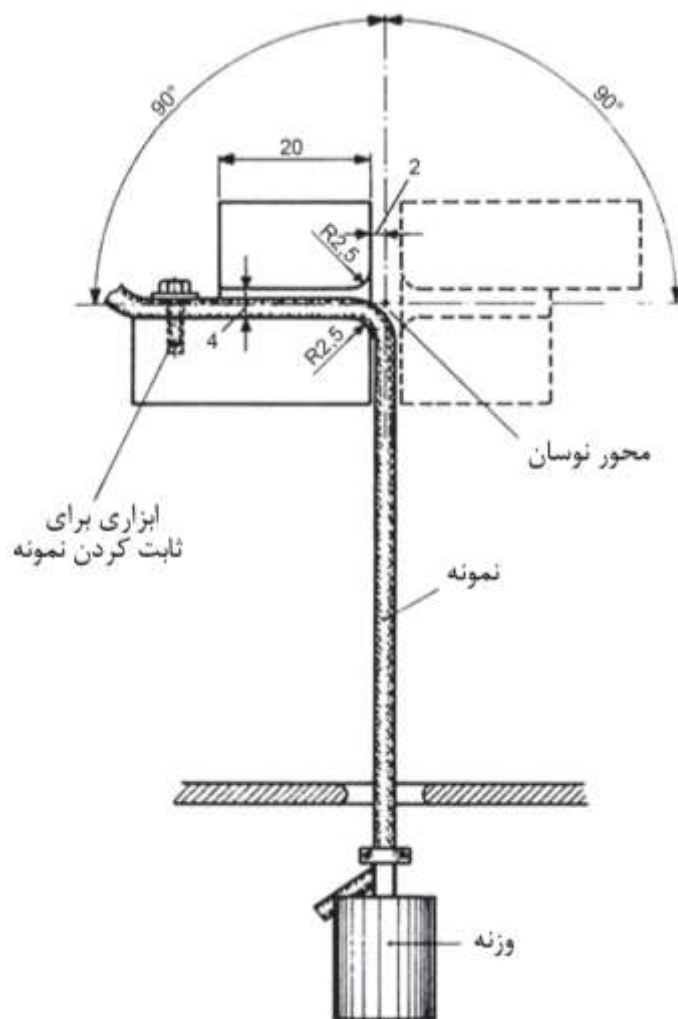
1- Cord

نمونه باید به طرف عقب و جلو در جهت قائم بر صفحه‌ای که از محور هادی‌ها می‌گذرد، به گونه‌ای که در هر یک از دو موقعیت انتهایی با خط قائم زاویه 90° درجه ایجاد کند، خم شود.

یک خمش، حرکتی چرخشی در طول زاویه 180° است. نرخ خمش 60° چرخه در دقیقه است.

چنانچه نمونه با الزامات تعیین شده در استاندارد کابل مرتبط مطابقت نداشته باشد، آزمون باید روی دو نمونه دیگر تکرار شود که هر دو باید با الزامات مطابقت داشته باشند.

ابعاد بر حسب میلی‌متر



شکل ۴- دستگاه آزمون خمش

۹-۶ آزمون مقاومت در برابر سایش

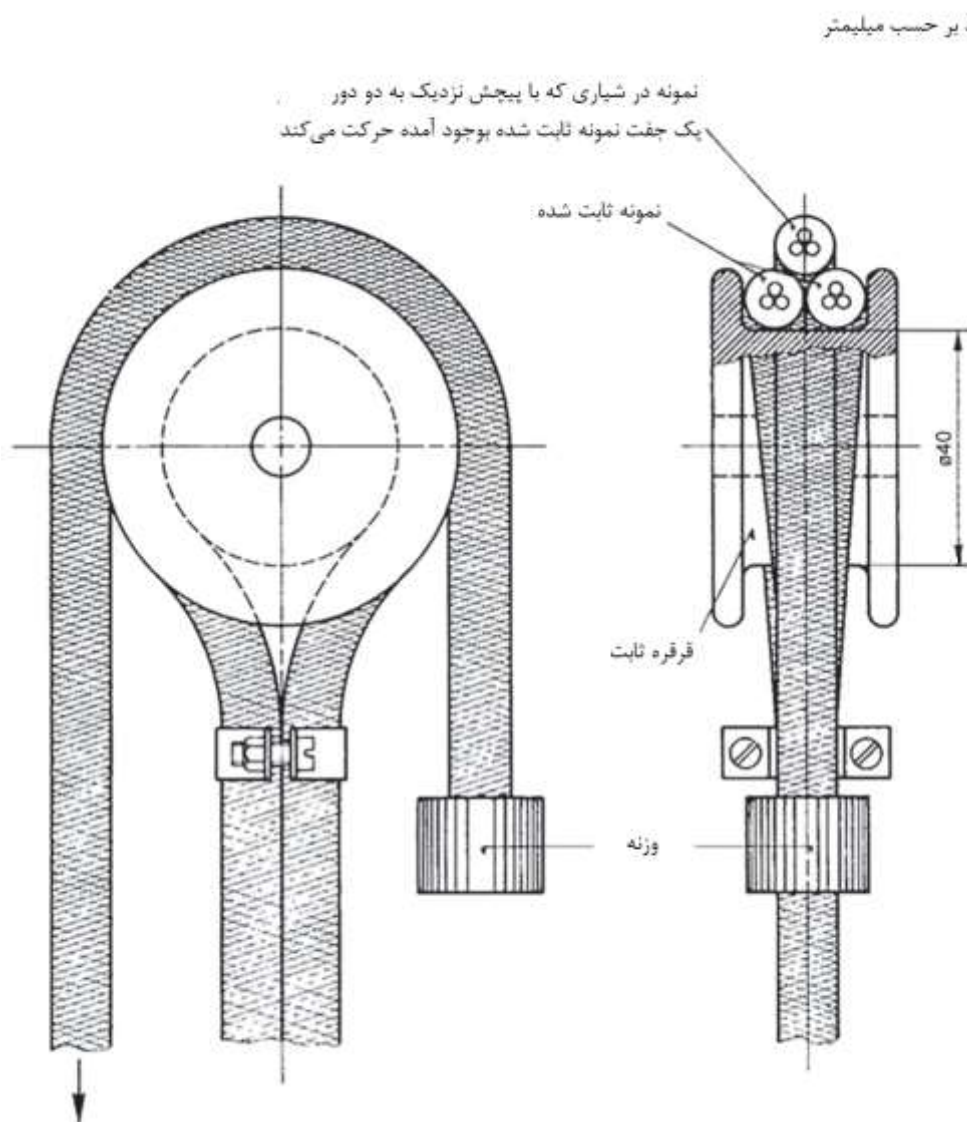
الزامات آزمون در استاندارد کابل مرتبط بیان شده است.

این آزمون باید بر روی سه جفت نمونه از کابل قابل انعطاف که طول هر نمونه حدود ۱ m است، انجام شود.

در هر جفت، یک نمونه باید به گونه‌ای پیچیده شود که نزدیک به دو دور در کف شیار یک قرقره ثابت به قطر ۴۰ mm ایجاد شود، همان گونه که در شکل ۵ نشان داده شده است، فاصله بین دو صفحه^۱ قرقره باید به اندازه‌ای باشد که دورها در تماس نزدیک با یکدیگر قرار گیرند. سپس نمونه باید ثابت شود تا از هرگونه حرکت نسبت به قرقره جلوگیری شود.

نمونه دیگر باید در شیاری که توسط نمونه اول ایجاد شده، قرار گیرد و وزنه‌ای با جرم ۵۰۰ g باید به یک انتهای نمونه متصل شود.

انتهای دیگر باید در فاصله ۰/۱۰ m با نرخ ۴۰ تک‌ضربه در دقیقه به بالا و پایین حرکت کند.



شکل ۵- ترتیب قرارگیری برای آزمون مقاومت در برابر سایش

1- Flanges

۱۰-۶ آزمون سقوط^۱

الزامات آزمون در استاندارد کابل مرتبط بیان شده است.

یک نمونه از کابل با طول مناسب باید از یک طرف به یک تکیه‌گاه صلب متصل شود و وزنه‌ای با جرم ۵۰۰ g، به فاصله ۰/۵ m زیر نقطه اتصال باید به نمونه محکم شود. جریانی در حدود ۰/۱ A باید از هادی‌ها عبور داده شود. وزنه باید ۵ مرتبه تا نقطه اتصال بالا برده شود و سپس رها شود تا سقوط نماید.

۱۱-۶ در حال حاضر خالی است.

۱۲-۶ آزمون انعطاف‌پذیری سه‌قرقه‌ای

۱-۱۲-۶ روش آزمون

آزمون باید مطابق با زیربند ۶-۶ انجام شود، به جز تغییرات زیر در مورد دستگاه که در ادامه توضیح داده شده:

الف- حامل

دستگاه شرح داده شده در زیربند ۶-۶-۲ باید دارای یک حامل C تغییر یافته، همانطور که در شکل ۶ نشان داده شده است، باشد.

ب- چرخ قرقره‌ها

سه چرخ قرقره حامل C تغییر یافته باید مطابق با آنچه در استاندارد محصول مرتبط آمده است، دارای قطر برابر باشند.

پ- سرعت حامل

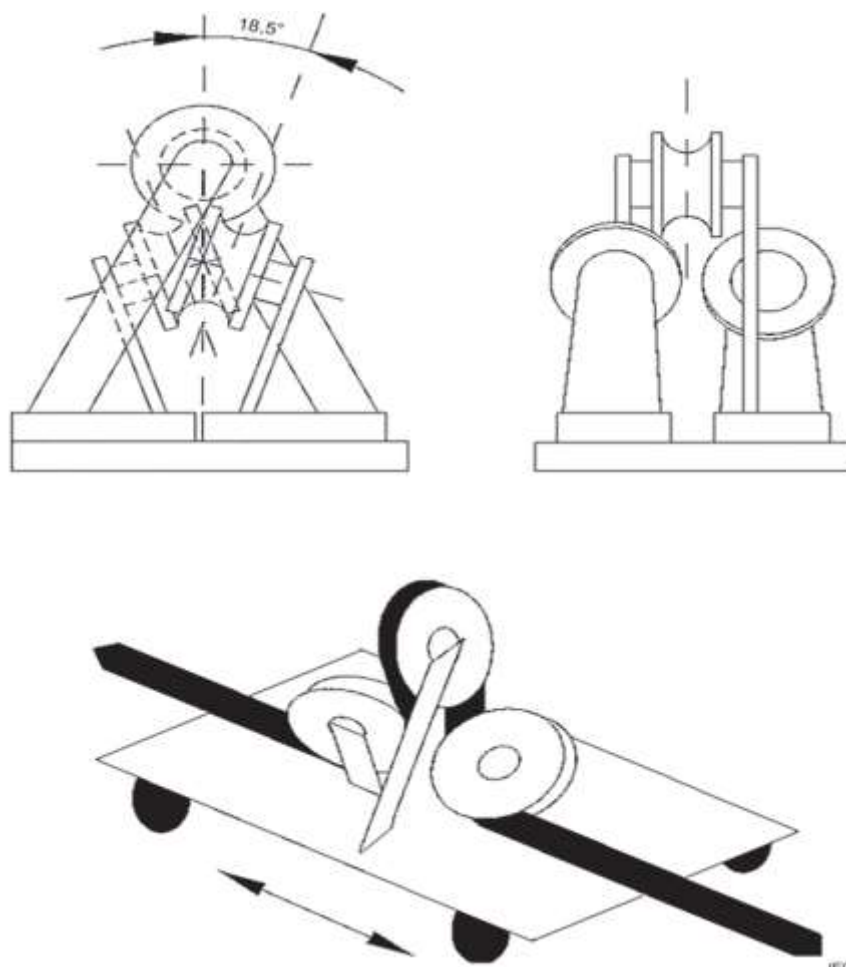
سرعت ثابت حامل C تغییر یافته باید تقریباً ۰/۱ m/s باشد.

ت- وزنه

وزن اعمال شده برای تنش هادی همانطور که در زیربند ۶-۶ توضیح داده شده است باید بر اساس 28 N/mm^2 در مقطع هادی محاسبه شود.

1- Drop test

نام دیگر این آزمون، آزمون بریدگی است.



شکل ۶- حامل تغییر یافته C

۲-۱۲-۶ الزامات

طی آزمون شامل ۱۰۰۰ چرخه، یعنی ۲۰۰۰ حرکت تکی، نباید هیچگونه قطع جریان، اتصال کوتاه بین هادی‌ها، اتصال کوتاه بین کابل و قرقره‌ها (دستگاه انعطاف‌پذیری) رخ دهد.

پس از گذراندن تعداد چرخه‌های مورد نیاز، روکش کابل باید برداشته شود. سپس رشته‌ها باید آزمون ولتاژ مطابق با زیربند ۳-۵ در ولتاژ مشخص شده در استاندارد کابل مرتبط را تحمل کنند.

۱۳-۶ آزمون تاب‌خوردگی^۱

۱-۱۳-۶ کاربرد

این آزمون برای کابل‌های روکش‌دار دو و سه رشته‌ای با سطح مقطع هادی تا و خود 1.5 mm^2 کاربرد دارد.

1- Kink test

۲-۱۳-۶ دستگاه

آزمون باید با استفاده از دستگاه آزمون استقامت کششی یا دستگاه مشابه انجام شود.

باید دو گیره برای ثابت کردن کابل وجود داشته باشد. گیره بالایی باید قابلیت حرکت به سمت بالا و پایین را داشته باشد. گیره پایینی باید اجازه حرکت آزادانه در جهت قائم را بدهد، اما باید از تابیده شدن حول محور قائم آن جلوگیری شود تا هنگام آزمون تغییری در پیچش^۱ کابل ایجاد نشود. ترتیب قرارگیری، در شکل ۷ نشان داده شده است.

۳-۱۳-۶ نمونه

نمونه کابل آزمون باید تقریباً ۱ m طول داشته باشد. کابل باید سه بار تابیده شود، همانطور که در موقعیت ۱ (فقط موقعیت شروع) شکل ۷ نشان داده شده است و سپس در گیره‌های بالایی و پایینی ثابت شود به نحوی که فاصله بین گیره‌ها در ابتدا ۲۰۰ mm باشد. کل طول کشیده شده کابل بین دو گیره تقریباً ۸۰۰ mm است، همانطور که در موقعیت ۲ (موقعیت کشیده شده) شکل ۷ نشان داده شده است.

چهار نمونه باید برای آزمون آماده شود، به صورت: دو نمونه تابیده شده در جهت ساعت گرد و دو نمونه تابیده شده در جهت پادساعت گرد.

۴-۱۳-۶ روش آزمون

گیره پایینی باید با وزن کافی برای اعمال نیروی کششی داده شده در استاندارد محصول مرتبط بارگذاری شود.

از هر هادی کابل باید جریانی که در استاندارد محصول مرتبط مشخص شده است، عبور داده شود. جریان می‌تواند در یک ولتاژ پایین باشد.

گیره بالایی متحرک باید حرکات رو به بالا و پایین را با نرخ ۹ چرخه کامل در دقیقه انجام دهد (یک چرخه کامل برابر است با یک حرکت رو به بالا و پایین). فاصله هر مسیر حرکت (بالا یا پایین) باید ۶۵۰ mm باشد.

هنگامی که گیره بالایی به طور کامل بالا می‌رود، وزنه متصل به گیره پایینی باید حدود ۵۰ mm بالا رفته باشد (به موقعیت ۲ در شکل ۷ مراجعه شود)

در مجموع ۳۰۰۰ چرخه باید روی هر نمونه انجام شود.

۵-۱۳-۶ الزامات

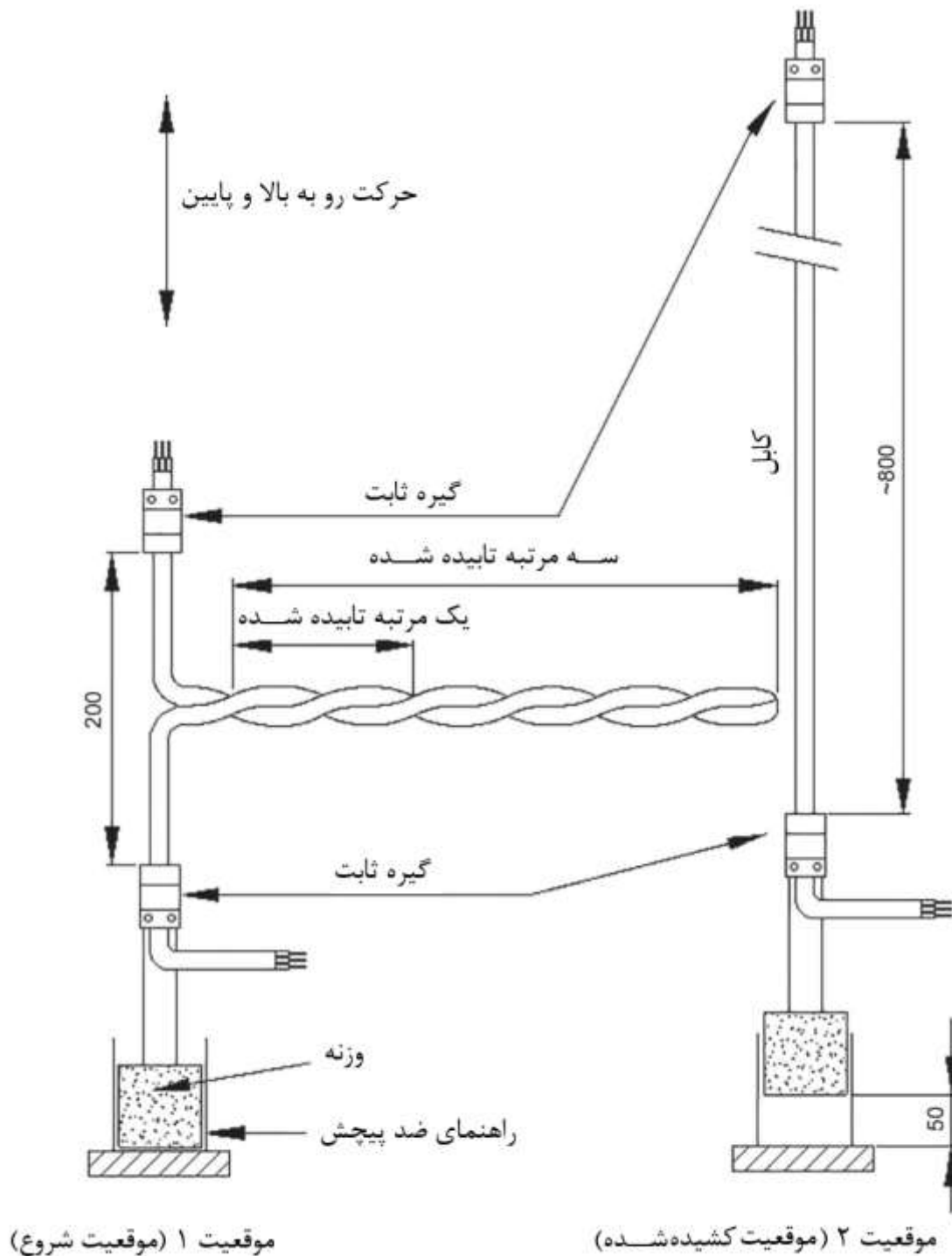
هنگام آزمون، هیچ قطعی جریان یا اتصال کوتاه بین هادی‌ها نباید رخ دهد.

همچنین نباید هیچ آسیبی (ترک یا پارگی) به روکش یا هر پوشش بیرونی (بافت نساجی) وارد شود. بافت نساجی نباید شکاف بزرگتر از ۲ mm داشته باشند.

1- Torsion

در پایان آزمون، روکش و هر پوشش بیرونی باید برداشته شود و رشته‌ها باید تحت آزمون ولتاژ مطابق با زیربند ۳-۵ قرار گیرند.

ابعاد بر حسب میلی‌متر



شکل ۷- دستگاه آزمون تاب خوردگی

۶-۱۴ آزمون‌های ویژگی‌های مکانیکی بعد از کهنگی عایق شامل آمیزه‌های لاستیکی در کوره هوا

۶-۱۴-۱ کلیات

آزمون‌ها باید مطابق با IEC 60811-501 و IEC 60811-401 همراه با اصلاحات و موارد تکمیلی ارائه‌شده در زیربندهای ۶-۱۴-۳ و ۶-۱۴-۴ انجام شود. شرایط آزمون و الزامات آزمون در استاندارد مرتبط آمده است.

۶-۱۴-۲ نمونه‌برداری و آماده‌سازی

یک نمونه باید از هر رشته موردآزمون که طول کافی برای تهیه حداقل ۵ قطعه آزمون جهت آزمون کشش پس از عملیات کهنگی مورد نیاز باشد، گرفته شود.

۶-۱۴-۳ روش آزمون کهنگی

کهنگی قطعات رشته موردآزمون در حالتی که هادی در جای خود قرار دارد، باید همانطور که برای آزمون‌های لوله‌ای و دمبل‌شکل در بند B.1 از IEC 60811-401: 2012 توضیح داده شده است، انجام شود. در مواردی که پیش‌بینی می‌شود هادی و جداکننده (در صورت وجود)، پس از عملیات کهنگی مرتبط، بدون آسیب‌رساندن به عایق، قابل جداسازی نباشند، مجاز است که حدود ۳۰٪ از مفتول‌های تشکیل‌دهنده هادی قبل از عملیات کهنگی، برداشته شوند.

۶-۱۴-۴ آماده‌سازی قطعات آزمون و آزمون کشش

بلافاصله پس از پایان اینکه دوره کهنگی کامل شد، قطعات آزمون تهیه‌شده از رشته باید از کوره یا بمب^۱ خارج شده و حداقل به مدت ۱۶ h در دمای محیط قرار گیرند و از تابش مستقیم نور خورشید جلوگیری شود.

قطعات آزمون باید مطابق با IEC 60811-501 تهیه شوند.

برای آماده‌سازی قطعات آزمون دمبل‌شکل، طرفی از عایق که رو به هادی قرار دارد، باید به‌گونه‌ای بریده یا ساییده شود که با برداشتن مواد در آن طرف، حداقل مطابقت با یک سطح صاف مناسب را داشته باشد.

پس از آماده‌سازی، باید تعیین سطح مقطع قطعات آزمون، آماده‌سازی شرایط آزمون و رویه آزمون کشش، مطابق با IEC 60811-501 انجام پذیرد.

1- Bomb

۱۵-۶ آزمون مقاومت بافت‌های نساجی در برابر حرارت

۱-۱۵-۶ کلیات

این آزمون برای نشان دادن این که بافت پارچه‌ای مقاومت کافی در مقابل گرما دارد، طراحی شده است.

۲-۱۵-۶ دستگاه

محفظه با گرمایش به روش الکتریکی و با جریان طبیعی هوا می‌باشد.

بلوک آلومینیومی مطابق شکل ۸، با سطوح تخت و صاف. پرداخت کاری سطح، باید مطابق با ISO 1302؛ کلاس زبری Ra 50 باشد. جرم قطعه آزمون $g (1000 \pm 50)$ است.

صفحه پایه و قائم فولادی، با میله‌های راهنما، مطابق شکل ۸، طوری طراحی شده‌اند که بلوک آلومینیومی بتواند بدون مانع بین میله‌های راهنما بلغزد و از هرگونه کج شدن جانبی اجتناب شود.

زمان سنج، به عنوان مثال، کروномتر.

۳-۱۵-۶ نمونه آزمون

نمونه آزمون، باید یک کابل کامل به طول تقریبی ۳۰۰ mm باشد.

۴-۱۵-۶ آماده‌سازی

نمونه آزمون باید در وسط بلوک آلومینیومی صاف و مرتب شود و تا حد امکان نزدیک به میانه محور طولی صفحه پایه فولادی همانطور که در شکل ۸ نشان داده شده است، قرار گیرد به طوری که یک انتهای نمونه تقریباً ۱۰۰ mm از سوراخ ورودی عقب بیرون بزند.

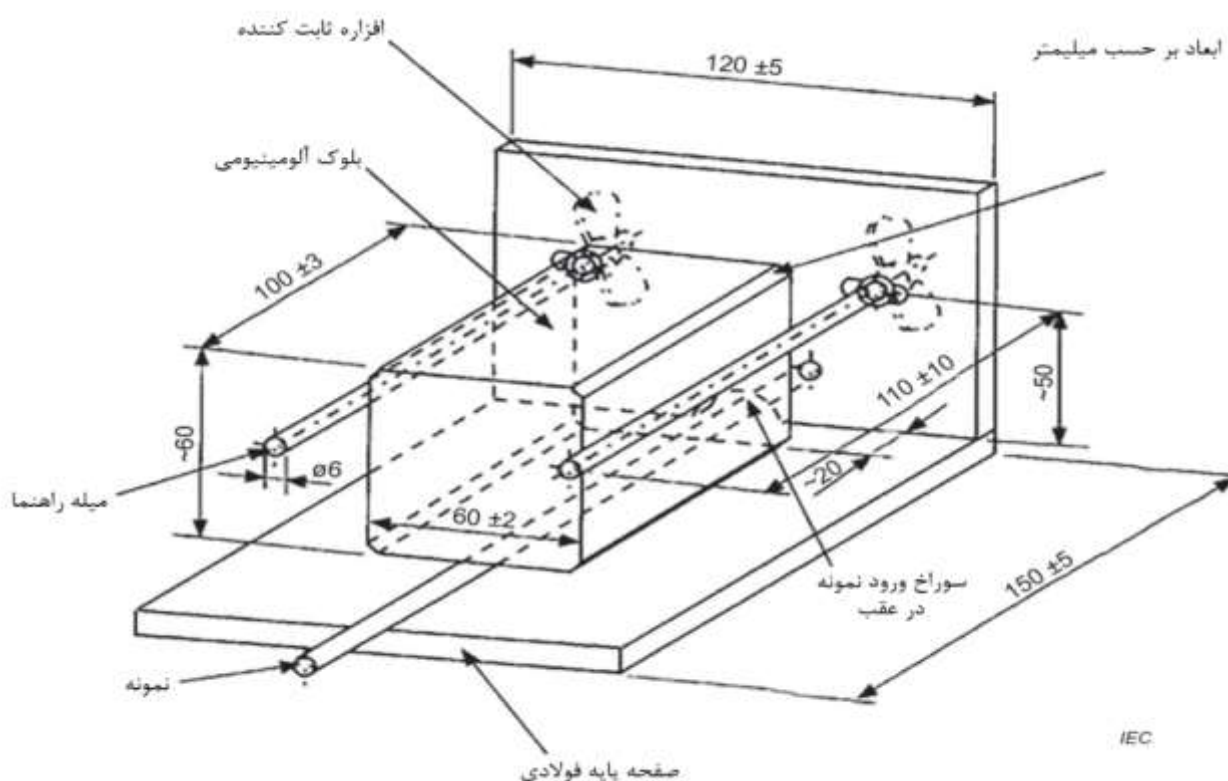
سپس بلوک آلومینیومی باید در محفظه گرمایشی در دمای $^{\circ}C (260 \pm 5)$ برای حداقل ۴ h نگهداری شود.

۵-۱۵-۶ رویه آزمون

بلوک آلومینیومی از محفظه گرمایشی خارج شده و بلافاصله روی نمونه آزمون به مدت $s (60 \pm 3)$ قرار گیرد. پس از آن، بلوک آلومینیومی باید از روی نمونه آزمون برداشته شود.

۶-۱۵-۶ الزامات

اگر بافت یا هر جزء از بافت هیچ‌گونه ذوب یا ذغال‌شدگی نشان ندهد، آزمون موفقیت‌آمیز تلقی می‌شود.



شکل ۸- سرهم‌بندی دستگاه آزمون

۱۶-۶ آزمون مقاومت روکش در برابر آب

۱-۱۶-۶ کلیات

این آزمون برای نشان دادن اثر آب بر روی خواص مکانیکی روکش، با تعیین استقامت کششی و ازدیاد طول در نقطه پارگی مواد روکش، در حالت بدون آماده‌سازی شرایط آزمون همانطور که تولیدشده و در حالت آماده‌سازی شرایط آزمون، پس از غوطه‌وری در آب است.

آزمون‌های کشش باید بلافاصله روی قطعات آزمون آماده‌سازی شده و آماده‌سازی نشده انجام شوند.

۲-۱۶-۶ نمونه‌برداری و آماده‌سازی قطعات آزمون

قطعات آزمون را مطابق با روشی که در IEC 60811-501 شرح داده شده است آماده شود.

سطح مقطع نمونه باید قبل از غوطه‌ور شدن در آب تعیین شود.

۳-۱۶-۶ روش آزمون

قطعات آزمون دمبل‌شکل را برای مدت زمان و در دمایی که در استاندارد کابل مرتبط برای مواد روکش داده‌شده در آب یون‌زایی شده غوطه‌ور شود. پس از این غوطه‌وری، قبل از اینکه قطعات آزمون را از آب

خارج شود، اجازه داده شود تا در دمای $^{\circ}\text{C}$ (50 ± 20) خنک شوند. قطعات آزمون با کاغذ جاذب رطوبت، خشک شود و در عرض ۶۰ min پس از خشک شدن، هم استحکام کششی و هم ازدیاد طول در نقطه پارگی مطابق با روشی که در IEC 60811-501 شرح داده شده است، اندازه گیری شود.

۴-۱۶-۶ ارزیابی نتایج

استحکام کششی و ازدیاد طول در نقطه پارگی مطابق روشی که در IEC 60811-501 شرح داده شده است محاسبه شود.

۱۷-۶ آزمون شیمیایی: تعیین هالوژن - آزمون عنصری

هشدار- به دلیل ماهیت بالقوه خطرناک این آزمون ها، عملیات هم جوشی^۱ باید در یک محفظه مجهز به دودکش و با استفاده از یک حفاظ ایمنی انجام شود.

۱-۱۷-۶ تجهیزات

- چراغ بونزن؛
- سه لوله آزمون کوچک یا متوسط (تقریباً $50 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$) از جنس شیشه سودالایم^۲؛
- نگهدارنده لوله آزمون؛
- بوته یا ظرف تبخیرسازی؛
- توری ظریف سیمی؛
- قیف؛
- کاغذ صافی.

۲-۱۷-۶ مواد

- نمونه مورد تجزیه و تحلیل؛
- فلز سدیم؛
- اسید نیتریک رقیق (۵٪)؛
- محلول نیترات نقره (۵٪)؛
- آمونیاک رقیق (۱۰٪)؛
- معرف تازه آماده شده زیرکونیوم-آلیزارین^۳ قرمز S؛

1- Fusion
2- Soda glass
3- Zirconium-alizarin

– اسید استیک منجمد؛

– کاغذهای شناساگر اسید/PH.

۳-۱۷-۶ روش آزمون

۱-۳-۱۷-۶ همجوشی سدیم

۲۰۰ mg تا ۲۵۰ mg از نمونه را در ته یک لوله آزمون کوچک از جنس شیشه سودالایم قرار داده شود. ۱۰ ml از آب یونزدایی شده به ظرف تبخیرسازی اضافه شود و در محفظه دود و در پشت حفاظ ایمنی قرار گیرد. در حالی که لوله آزمون به خوبی با نگه دارنده لوله آزمون تحت زاویه ۴۵° تا ۶۰° نسبت به خط قائم نگه داشته شده است، قطعه‌ای تازه برش شده از سدیم تمیز (به اندازه یک نخود کوچک) (۲۰۰ mg تا ۲۵۰ mg) وارد دهانه لوله آزمون شود، بدون اینکه اجازه تماس با نمونه پیدا کند. با قراردادن حفاظ ایمنی در جای خود، به آرامی سدیم حرارت داده شود تا اینکه ذوب شود و روی نمونه بریزد (در صورت وجود هالوژن هنگامی که سدیم مذاب به نمونه می‌رسد واکنش شدیدی می‌تواند رخ دهد). لوله به آرامی برای حدود ۱ min گرم شود، سپس با شدت بیشتری گرم شود تا زمانی که ۲۰ mm ته لوله به صورت قرمز داغ برافروخته شود. به یک باره لوله قرمز داغ به درون آب ظرف تبخیرسازی فرو برده شود و بلافاصله توری سیمی بالای آن قرار گیرد. (توری سیمی از هر گونه آسیب ناشی از خرد شدن لوله در تماس با آب جلوگیری می‌کند). قبل از جدا کردن محلول از شیشه، اجازه داده شود هر سدیم که واکنش نداشته است، واکنش نشان دهد. صاف شود و مواد صاف شده به دو قسمت مساوی تقسیم شود.

۲-۳-۱۷-۶ شناسایی وجود کلر و/یا برم

به اولین قسمت از مواد صاف شده به مقدار کافی اسید نیتریک اضافه شود تا محلول، اسیدی شود. این محلول جوشانده شود تا زمانی که حجم کلی آن به نصف کاهش یابد. (این امر به خاطر زدودن هرگونه هیدروژن سیانید (HCN) یا سولفید هیدروژن H₂S، در صورت وجود است که در این آزمون اختلال ایجاد می‌کنند) ۱ ml محلول نترات نقره اضافه شود؛ رسوب سفید یا زرد مایل به سفید نشان دهنده وجود هالوژن کلر و برم (Cl, Br) در نمونه اصلی است. (اگر مایع جداسازی شود و رسوب به رنگ سفید باشد و به راحتی در آمونیاک رقیق قابل حل باشد در این صورت کلر وجود دارد)

۳-۳-۱۷-۶ شناسایی وجود فلوئور

دومین قسمت از مواد صاف شده با اسید استیک منجمد، اسیدی شود. این محلول جوشانده شود تا حجم کلی آن به نصف کاهش یابد. دو تا سه قطره از معرف زیرکونیوم لیک^۱ تازه تهیه شده که حاوی مقادیر مساوی از حجم‌های زیر است اضافه شود:

الف – محلول آلزارین: ۰٫۰۵ g آلزارین قرمز S در ۵۰ ml آب مقطر؛

1- Zirconium lake

ب- محلول زیرکونیوم: ۰٫۰۵ g زیرکونیوم نیترات در ۱۰ ml از HCl غلیظ به همراه ۵۰ ml آب مقطر رقیق شده.

محلول در دمای 40°C به مدت ۱ h حرارت داده شود. تغییر رنگ قرمز یا صورتی به سفید تا زرد، حاکی از وجود فلوراید است.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

جدول ارجاعات متقابل

این استاندارد بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۷-۲، استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۶-۲، استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۶۱۴-۲ و استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۰۰-۲ می‌باشد.

این استانداردها پس از انتشار این استاندارد منسوخ خواهند شد. جدول الف-۱ ارجاعات متقابل بین این استاندارد و استانداردهای مبتنی بر آن را فهرست می‌کند.

جدول الف-۱- ارجاعات متقابل برای آزمون‌ها

بند یا زیربند	نام آزمون	استاندارد ملی ایران شماره	استاندارد ملی ایران شماره	استاندارد ملی ایران شماره	استاندارد ملی ایران شماره
		۶۰۷-۲	۱۹۲۶-۲	۲۰۰۰۰-۲	۱۵۶۱۴-۲
۵	روش‌های آزمون الکتریکی				
۱-۵	مقاومت الکتریکی هادی‌ها	۱-۲	۱-۲		
۲-۵	انجام آزمون ولتاژ انجام روی کابل تکمیل‌شده	۲-۲	۲-۲		
۳-۵	آزمون ولتاژ روی رشته‌ها در آب	۳-۲	۳-۲	۴-۱-۵	۴-۱-۵
۴-۵	مقاومت عایقی	۴-۲			
۵-۵	مقاومت عایقی در دمای بالاتر از ۹۰°C	۴-۲			
۶-۵	مقاومت بلند مدت عایق در برابر جریان مستقیم			۱-۱-۵	۱-۱-۵
۷-۵	عدم وجود عیوب در عایق			۲-۱-۵	۲-۱-۵
۸-۵	مقاومت سطحی روکش			۳-۱-۵	۳-۱-۵
۶	روش‌های آزمون غیرالکتریکی				
۱-۶	بررسی دوام رنگ‌ها و نشانه‌گذاری‌ها	۸-۱	۸-۱		
۲-۶	اندازه‌گیری ضخامت عایق	۹-۱	۹-۱		
۳-۶	اندازه‌گیری ضخامت روکش	۱۰-۱	۱۰-۱		
۴-۶	اندازه‌گیری ابعاد کلی و دوپهنی	۱۱-۱	۱۱-۱		
۵-۶	آزمون قابلیت لحیم‌کاری هادی‌های قلع‌اندودنشده	۱۲-۱			
۶-۶	آزمون انعطاف‌پذیری	۱-۳	۱-۳		
۷-۶	آزمون انعطاف‌پذیری ساکن	۲-۳	۵-۳		
۸-۶	آزمون خمش	۲-۳			
۹-۶	آزمون مقاومت در برابر سایش	۳-۳			
۱۰-۶	آزمون سقوط	۳-۳			

بند یا زیربند	نام آزمون	استاندارد ملی ایران شماره	استاندارد ملی ایران شماره	استاندارد ملی ایران شماره	استاندارد ملی ایران شماره
		۶۰۷-۲	۱۹۲۶-۲	۲۰۰۰۰-۲	۱۵۶۱۴-۲
۱۱-۶	در حال حاضر خالی است.				
۱۲-۶	آزمون انعطاف پذیری سه قرره ای		۵-۳		
۱۳-۶	آزمون تاب خوردگی		۶-۳		
۱۴-۶	آزمون های ویژگی های مکانیکی بعد از کهننگی عایق شامل آمیزه های لاستیکی در کوره هوا		۴		
۱۵-۶	آزمون مقاومت بافت های نساجی در برابر حرارت		۶		
۱۶-۶	آزمون مقاومت روکش در برابر آب			۱-۲-۵	۱-۲-۵
۱۷-۶	آزمون شیمیایی: تعیین هالوژن - آزمون عنصری			۳-۵	۳-۵

کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران شماره ۲-۶۰۷: سال ۱۳۸۶، سیم و کابل با عایق و روکش پلی وینیل کلراید با ولتاژ اسمی تا و خود ۴۵۰/۷۵۰ ولت- قسمت دوم: روش‌های آزمون
- [۲] استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۹۲۶: سال ۱۳۸۶، کابل‌های با عایق لاستیکی با ولتاژ اسمی تا و خود ۴۵۰/۷۵۰ ولت- قسمت دوم: روش‌های آزمون
- [3] IEC 60811 (all parts), Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials
یادآوری- مجموعه استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵، با استفاده از قسمت‌های IEC 60811، تدوین شده است.
- [۴] استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۰۰۰: سال ۱۳۹۴، کابل‌های با عایق و روکش گرمانرم بدون هالوژن، کم دود، با ولتاژ اسمی کمتر یا مساوی ۴۵۰/۷۵۰V - قسمت ۲: روش‌های آزمون
- [۵] استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۵۶۱۴: سال ۱۳۹۷، کابل‌های قابل انعطاف با عایق و روکش گرمانرم بدون هالوژن با ولتاژ اسمی تا و خود ۳۰۰/۳۰۰V - قسمت ۲: روش‌های آزمون