



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۷۲۹

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

20729

1st.Edition
2016

الزامات برای کابل‌های مورد استفاده در
سامانه‌های فتوولتائیک

Requirements for cables for use in
photovoltaic-systems

ICS: 27.160

استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۷۲۹ : ۱۳۹۴

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: ۸۱۱۴-۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.org>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 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.org.ir

Website: <http://www.isiri.org>

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.

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 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، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها 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 Electrotechnical Commission

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

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« الزامات برای کابل‌های مورد استفاده در سامانه‌های فتوولتائیک (PV) »

رئیس:

سامان جمشیدی
(کارشناسی مهندسی برق)

سمت و/ یا محل اشتغال:

سرپرست آزمایشگاه- شرکت آزمایشگاه صنایع انرژی
(ایپل)

دبیر:

شاهنواز، محمدرضا
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

رئیس گروه تدوین استاندارد- سازمان انرژی‌های نو
ایران (سانا)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

احمدی‌زاده، عبدالامیر
(کارشناسی مهندسی برق)

کارشناس مسئول مدیریت مصرف - شرکت توانیر

ایازی، جمیله
(کارشناسی مهندسی الکترونیک)

رئیس گروه نظارت بر اجرای استاندارد برق و
مهندسی برق و مهندسی پزشکی - سازمان ملی
استاندارد

حمزه، محسن
(دکترای مهندسی برق)

عضو هیأت علمی دانشگاه شهید بهشتی

ذبیحی، محمدصادق
(دکترای مدیریت)

قائم‌مقام- مرکز علوم و فنون لیزر ایران

زرگر، محمدرضا
(کارشناسی مهندسی برق)

کارشناس- سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا)

شیخ کانلوی میلان، قادر
(کارشناسی ارشد مهندسی برق)

کارشناس ارشد برق- شرکت مهندسی مشاور
توسعه صنعت برق

عبدالهی، ربابه
(کارشناسی مهندسی برق)

کارشناس- سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

همدانی، بنفشه

(کارشناسی ارشد مهندسی برق)

منشی پور، سمیرا

(کارشناسی مهندسی برق)

ویراستار:

ایازی، جمیله

(کارشناسی مهندسی الکترونیک)

سمت و / یا محل اشتغال:

کارشناس پژوهش - پژوهشگاه نیرو

کارشناس - سازمان انرژی های نو ایران (سانا)

رئیس گروه نظارت بر اجرای استاندارد برق و
مهندسی برق و مهندسی پزشکی - سازمان ملی
استاندارد

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۴	۳ اصطلاحات و تعاریف
۵	۴ کابل‌های فتوولتائیک فاقد مواد هالوژن
۵	۱-۴ کد شناسایی
۵	۲-۴ مشخصه‌ها
۶	۳-۴ ساختار
۸	۴-۴ آزمون
۸	۵-۴ راهنما برای استفاده (آگاهی دهنده)
۸	۶-۴ ظرفیت عبور جریان
۱۷	پیوست الف (الزامی) آزمون تاثیر متقابل
۱۸	پیوست ب (الزامی) آزمون عدم وجود مواد هالوژن
۲۰	پیوست پ (الزامی) تعیین هالوژن - آزمون عناصر
۲۲	پیوست ت (الزامی) آزمون مقاومت عایق طولانی مدت در برابر ولتاژ d.c.
۲۳	پیوست ث (الزامی) آزمون ضربه در سرما
۲۴	پیوست ج (الزامی) آزمون نفوذ دینامیکی
۲۶	پیوست چ (الزامی) گسترش شکاف
۷	شکل ۱- ترتیب نشانه‌گذاری
۲۵	شکل ج-۱- چیدمان آزمون نفوذ
۹	جدول ۱- ظرفیت عبور جریان کابل‌های فتوولتائیک
۹	جدول ۲- ضریب تبدیل برای تغییرات دما
۱۰	جدول ۳- آزمون‌ها برای کابل‌های فتوولتائیک فاقد مواد هالوژن
۱۵	جدول ۴- الزامات برای عایق فاقد مواد هالوژن و ترکیبات روکش

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۱۷	جدول الف-۱- الزامات
۱۸	جدول ب-۱- روش آزمون، اندازه‌گیری، الزامات
۱۹	جدول ب-۲- توالی آزمون
۲۳	جدول ث-۱- پارامترهای آزمون ضربه در سرما

پیش گفتار

استاندارد « الزامات برای کابل‌های مورد استفاده در سامانه‌های فتوولتائیک » که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) تهیه و تدوین شده است در چهل و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد انرژی مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۱۶ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

منبع و مأخذی (منابع و مأخذی) که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

TUV Rheinland 2pfg 1169, 2007: Requirements for cables for use in photovoltaic-systems

الزامات برای کابل‌های مورد استفاده در سامانه‌های فتوولتائیک

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین ویژگی‌های کابل‌های تک رشته قابل انعطاف^۱ برای استفاده در سمت d.c. سامانه فتوولتائیک (PV) با بیشینه ولتاژ مجاز kV d.c. ۱/۸ (ولتاژ هادی به هادی در سامانه بدون اتصال زمین) می‌باشد.

این کابل‌ها برای استفاده در رده ایمنی II مناسب بوده و اتصال آنها به صورت ساختار چندتایی^۲ بلامانع است. کابل‌های فوق‌الذکر برای کار در دمای محیط تا ۹۰°C در نظر گرفته می‌شوند.

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 60364-5-52, Erection of low voltage installations –Part 5: Selection and erection of electrical equipment –Chapter 52: Wiring systems
- 2-2** EN 50267-2-1, Common test methods for cables under fire conditions – Tests on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 2-1: Procedures – Determination of the amount of halogen acidgas;
- 2-3** EN 50267-2-2, Common test methods for cables under fire conditions – Tests on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 2-2: Procedures – Determination of degree of acidity of gases for materials by measuring pH and conductivity;
- 2-4** EN 50305, Railway applications – Railway rolling stock cables having special fire performance – Test methods
- 2-5** EN 50395, Electrical test methods for low voltage energy cables;
- 2-6** EN 50396, Electrical test methods for low voltage energy cables;
- 2-7** EN 60068-2-78, Environmental testing - Part 2-78: Tests -Test Cab: Damp heat, steady state (IEC 60068-2-78)

1- Flexible single-core cables
2- Multiple-construction

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۷۸-۲-۱۳۰۷: سال ۱۳۹۳، آزمون محیطی- قسمت ۲-۷۸: آزمون ها- آزمون Cab: گرمای رطوبت، حالت پایدار با استفاده از EN 60068-2-78 تدوین شده است.

2-8 EN 60216-1, Electrical insulating materials - Properties of thermal endurance - Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results (IEC 60216-1);

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۰۳۹: سال ۱۳۸۸، مواد عایق الکتریکی- خواص دوام حرارتی- قسمت ۱: روش های اجرای پیری و ارزیابی نتایج آزمون با استفاده از EN 60216-1 تدوین شده است.

2-9 EN 60216-2, Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria (IEC 60216-2);

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۲۰۳۹: سال ۱۳۸۸، مواد عایق الکتریکی- خواص دوام حرارتی- قسمت ۲: تعیین خواص دوام حرارتی مواد عایق الکتریکی- انتخاب معیارهای آزمون با استفاده از EN 60216-2 تدوین شده است.

2-10 EN 60228, Conductor of insulated cables (IEC 60228)

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۸۴: سال ۱۳۸۷، هادی های کابل های عایق شده با استفاده از EN 60228 تدوین شده است.

2-11 EN 60332-1-2, Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Procedure for 1 kW pre-mixed flame; (IEC 60332-1-2)

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱-۳۰۸۱: سال ۱۳۸۶، آزمون بر روی کابل های الکتریکی و فیبر نوری تحت شرایط آتش- قسمت ۱-۲: آزمون انتشار شعله عمودی بر روی سیم یا کابل- روش اجرایی برای شعله پیش مخلوط یک کیلوواتی با استفاده از EN 60332-1-2 تدوین شده است.

2-12 EN 60684-2, Flexible insulating sleeving – Part 2: Methods of test (IEC 60684-2)

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۲-۸۳۰۰: سال ۱۳۹۳، روکش های عایقی انعطاف پذیر- قسمت ۲- روش های آزمون با استفاده از EN 60684-2 تدوین شده است.

2-13 EN 60811-1-1, Insulating and sheathing materials of electric cables – Common test methods Part 1-1: General application – Measurement of thickness and overall dimensions – Test for determining the mechanical properties (IEC 60811-1-1)

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱-۵۵۲۵: سال ۱۳۸۶، روشهای آزمون عمومی برای مواد عایق و روکش کابل های الکتریکی ونوری- قسمت ۱-۱- روش های کاربرد عمومی - اندازه گیری ضخامت و ابعاد کلی - آزمون های تعیین ویژگی های مکانیکی با استفاده از EN 60811-1-1 تدوین شده است.

2-14 EN 60811-1-2, Insulating and sheathing materials of electric and optical cables – Common test methods. Part 1-2: General application. Thermal ageing methods (IEC 60811-1-2)

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱-۵۵۲۵: سال ۱۳۸۶، روشهای آزمون عمومی برای مواد عایق و روکش کابل های الکتریکی ونوری- قسمت ۱-۲- روش های کاربرد عمومی - روشهای کهنگی حرارتی با استفاده از EN 60811-1-2 تدوین شده است.

2-15 EN 60811-1-3, Insulating and sheathing material of electric and optical cables – Common test methods – Part 1-3: General application – Methods for determining the density – Water absorption tests – Shrinkage test (IEC 60811-1-3)

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۱-۳-۵۵۲۵: سال ۱۳۸۶، روشهای آزمون عمومی برای مواد عایق و روکش کابل های الکتریکی ونوری- قسمت ۱-۳ - روش های کاربرد عمومی - روشهای تعیین چگالی - آزمون های جذب آب- آزمون جمع شوندگی با استفاده از EN 60811-1-3 تدوین شده است.

2-16 EN 60811-1-4, Insulating and sheathing materials of electric and optical cables-Common test methods.Part 1-4: General application. Tests at low temperature. (IEC 60811-1-4)

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۱-۴-۵۵۲۵: سال ۱۳۸۶، روشهای آزمون عمومی برای مواد عایق و روکش کابل های الکتریکی ونوری- قسمت ۱-۴ - روش های کاربرد عمومی - آزمون در دمای پایین با استفاده از EN 60811-1-4 تدوین شده است.

2-17 EN 60811-2-1, Insulating and sheathing materials of electric and optical cables – Common test methods – Part 2-1: Methods specific to elastomeric compounds – Ozone resistance, hot set and mineral oil immersion tests (IEC 60811-2-1)

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲-۵۵۲۵: سال ۱۳۸۶، روشهای آزمون عمومی برای مواد عایق و روکش کابل های الکتریکی ونوری- قسمت ۱-۲ - روش های ویژه برای آمیزه های الاستومری - آزمون های مقاومت در برابر ازن، گرماسختی و غوطه وری در روغن معدنی با استفاده از EN 60811-2-1 تدوین شده است.

2-18 EN 60811-3-1, Insulating and sheathing materials of electric cables – Common test methods Part 3-1: Methods specific to PVC compounds – Pressure test at high temperature, test for resistance to cracking (IEC 60811-3-1)

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۱-۳-۵۵۲۵: سال ۱۳۸۶، روشهای آزمون عمومی برای مواد عایق و روکش کابل های الکتریکی ونوری- قسمت ۱-۳ - روش های ویژه برای آمیزه های پلی وینیل کلراید- آزمون های فشار در دمای بالا و مقاومت در برابر ترک خوردگی با استفاده از EN 60811-3-1 تدوین شده است.

2-19 HD 22.13, Rubber insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V Part 13: Single and multicore flexible cables, insulated and sheathed with crosslinked polymer and having low emission of smoke and corrosive gases;

2-20 HD 605, Power cables – Part 605: Additional test methods

2-21 HD 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems (IEC 60364-7-712, modified)

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات با تعاریف زیر به کار می‌رود.

۱-۳ اصطلاحات روش انجام آزمون

terms for test procedure

۱-۱-۳

آزمون نوعی (نماد T)

type test (symbol T)

آزمون‌هایی که قبل از عرضه یک نوع از کابل تحت پوشش این استاندارد، در مقیاس تجاری به منظور نشان دادن مشخصه‌های عملکردی رضایت‌بخش برای مطابقت با کاربرد موردنظر، لازم است انجام شوند. ماهیت این آزمون‌ها طوری است که پس از انجام آزمون نیاز به تکرار ندارند، مگر اینکه در مواد سازنده یا طراحی یا فرایند تولید کابل تغییراتی ایجاد شود که ممکن است مشخصه‌های عملکردی آن را تغییر دهد.

۲-۱-۳

آزمون‌های نمونه‌ای (نماد S)

sample tests (symbol S)

آزمون‌هایی که روی نمونه کابل‌های تکمیل شده یا قسمت‌هایی از کابل تکمیل شده^۱، در دوره های زمانی مشخص انجام می‌شوند تا تأیید شود که محصول نهایی مطابق با الزامات مشخص شده می‌باشد.

۳-۱-۳

آزمون‌های معمول (نماد R)

routine tests (symbol R)

آزمون‌هایی که توسط سازنده روی هر طولی از کابل تولیدشده انجام می‌شود تا بررسی شود که با الزامات مشخص شده مطابقت دارند.

۲-۳

ولتاژ اسمی

rated voltage

ولتاژ اسمی کابل، ساختار و آزمون‌های کابل را با توجه به ویژگی‌های الکتریکی آن تعیین می‌کند. ولتاژ اسمی کابل با دو مقدار ولتاژ فرکانسی بصورت V / V_0 بر حسب ولت مشخص می‌شود:
 V_0 : ولتاژ اسمی با فرکانس قدرت بین هادی و زمین (پوشش^۲ فلزی کابل یا محیط پیرامون)؛

1- Completed cable
2- Screen

V: ولتاژ اسمی با فرکانس قدرت بین هر دو هادی یک کابل چند رشته‌ای یا سامانه‌ای از کابل‌های تک رشته. ولتاژ اسمی کابل برای یک کاربرد معین، باید برای شرایط بهره‌برداری در سامانه‌ای که کابل در آن استفاده می‌شود، مناسب باشد.

این الزامات برای V_0 و V کاربرد دارد.

ولتاژ اسمی بین دو هادی سامانه d.c. نباید از $1/5$ برابر مقدار ولتاژ اسمی V کابل بیشتر شود و ولتاژ اسمی بین هادی و زمین نباید از $1/5$ برابر مقدار ولتاژ اسمی V_0 کابل بیشتر شود.

یادآوری ولتاژ بهره‌برداری سامانه ممکن است به اندازه‌ی 20% از ولتاژ اسمی دائمی بیشتر شود. یک کابل ممکن است با ولتاژی به اندازه‌ی 20% بالاتر از ولتاژ اسمی، تحت شرایطی که ولتاژ اسمی از ولتاژ اسمی سامانه کمتر نیست، بهره‌برداری شود.

۳-۳

سمت d.c.

d.c. side

بخشی از تاسیسات فتوولتائیک، از سلول فتوولتائیک تا پایانه‌های d.c. اینورتر فتوولتائیک

۴-۳

ولتاژ مدار باز تحت شرایط آزمون استاندارد $V_{OC\ STC}$

open-circuit voltage under standard test conditions $V_{OC\ STC}$

ولتاژ حالت بی‌باری (مدار باز) مدول، رشته، آرایه، مولد فتوولتائیک یا در سمت d.c. اینورتر فتوولتائیک در شرایط آزمون استاندارد

۵-۳

جریان اتصال کوتاه تحت شرایط آزمون استاندارد $I_{SC\ STC}$

short-circuit current under standard test conditions $I_{SC\ STC}$

جریان اتصال کوتاه یک مدول، رشته، آرایه یا مولد فتوولتائیک در شرایط آزمون استاندارد

۴ کابل‌های فتوولتائیک فاقد مواد هالوژن^۱

۱-۴ کد شناسایی

PV1-F

۲-۴ مشخصه‌ها

۱-۲-۴ ولتاژ اسمی

ولتاژ a.c.:

۰٫۶ kV : V₀ -

۱ kV : V -

ولتاژ d.c. : ۱٫۸ kV (ولتاژ هادی به هادی در سامانه بدون اتصال زمین، مدار بدون بار)
اگر کابل در سامانه‌های d.c. استفاده می‌شود ولتاژ اسمی بین دو هادی نباید از ۱٫۵ برابر مقدار ولتاژ اسمی V کابل بیشتر شود. در سامانه‌های d.c. تکفاز زمین‌شده، این مقدار باید در ضریب ۰٫۵ ضرب شود.

۲-۲-۴ بازه دمایی

دمای محیط: ۹۰ °C تا ۴۰ °C

بیشینه دمای هادی: ۱۲۰ °C

کابل‌ها برای بهره‌برداری در دمای محیط تا ۹۰ °C در نظر گرفته می‌شوند. به همین منظور، شاخص دمای ۱۲۰ °C بر اساس EN 60216-1 (۲۰۰۰ ساعت، ۵۰٪ ازدیاد طول باقیمانده) برای عایق و روکش^۱ بکار گرفته می‌شود. یادآوری - دوره زمانی مورد انتظار برای استفاده از کابل، برابر با ۲۵ سال است. دمای اتصال کوتاه مجاز برای یک دوره‌ی ۵ ثانیه‌ای، برابر با ۲۰۰ °C است.

۳-۴ ساختار

۱-۳-۴ هادی

تعداد هادی‌ها: ۱ هادی

هادی باید مطابق با EN 60228، هادی کلاس ۵ باشد.

سیم‌های تکی باید قلع اندود شوند.

قطرهای ترجیحی: ۲٫۵ mm²، ۴ mm²، ۶ mm²، ۱۰ mm²، ۱۶ mm²

۲-۳-۴ لایه‌ی جداکننده

ممکن است یک لایه‌ی جداکننده مناسب از مواد فاقد هالوژن، برای دور هادی بکار گرفته شود.

۳-۳-۴ عایق

عایق دور هادی باید از مواد مناسب فاقد هالوژن باشد.

عایق باید اکستروژن شده و شامل یک یا چند لایه‌ی به هم چسبیده‌ی مجاور هم باشد. عایق باید جامد و یکنواخت بوده و برداشتن عایق باید بدون آسیب دیدن عایق، هادی و پوشش قلعی امکان پذیر باشد.

عایق باید صاف باشد، بدون تغییر استفاده شود و تا حد زیادی دایره‌ای شکل باشد. مطابقت این موضوع باید توسط بازرسی ظاهری بررسی شود.

ضخامت دیواره‌ی عایق توسط سازنده تعیین می‌شود اما نباید از کمینه مقدار ۰٫۵ mm کمتر باشد.

۴-۳-۴ لایه‌ی جدا کننده

ممکن است لایه‌ی جداکننده از مواد مناسب فاقد هالوژن، برای دور عایق بکار گرفته شود.

۴-۳-۵ روکش

مغزی باید با یک روکش پوشانده شود.

روکش دور مغزی باید از مواد مناسب فاقد هالوژن باشد.

روکش باید اکستروود شده و شامل یک یا چند لایه‌ی به هم چسپیده‌ی مجاور هم باشد. روکش باید صاف بوده و بدون تغییر استفاده شود.

ضخامت دیواره روکش توسط سازنده تعیین می‌شود ولی نباید از کمینه مقدار 0.5 mm کمتر باشد.

۴-۳-۶ قطر خارجی

مقدار متوسط قطر خارجی باید در بین حدود مشخص شده توسط سازنده باشد.

۴-۳-۷ ساختار چندتایی

هر کابل تک رشته^۱ در ساختار چندتایی باید الزامات این استاندارد را برآورده کند. هر جزء اضافی در ساختار چندتایی باید الزامات این استاندارد را برآورده کند.

۴-۳-۸ نشانه گذاری

۴-۳-۸-۱ کلیات

کابل باید به صورت زیر نشانه گذاری شود:

الف) علامت تجاری؛

ب) کد مشخصه؛

پ) قطر اسمی.

نشانه گذاری ممکن است بصورت چاپ و یا علائم برجسته روی روکش یا داخل روکش باشد.

۴-۳-۸-۲ علامت تجاری

کابل‌ها باید دارای نشانه‌ی تجاری سازنده شامل نشانه گذاری متوالی با نام یا علامت شرکت یا یک شماره شناسایی (اگر با علامت تجاری نشانه گذاری شده) باشند.

۴-۳-۸-۳ کد مشخصه

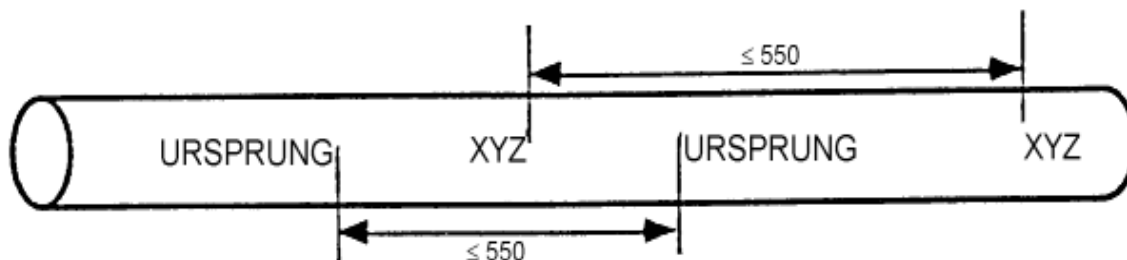
کابل‌ها باید با تخصیص کدی که مطابق زیربند ۴-۱ به طور متوالی روی روکش بکار رفته، ساخته شده باشند.

۴-۳-۸-۴ ترتیب نشانه گذاری

اگر فاصله‌ی بین انتهای یک سری علائم نشانه‌گذاری تا شروع سری بعدی نباید از مقدار زیر بیشتر شود، نشانه‌گذاری به صورت متوالی در نظر گرفته می‌شود:

- ۵۵۰ mm برای نشانه‌گذاری روی روکش یا پوشش بیرونی

شکل زیر یک نمونه نشانه‌گذاری روی روکش را نشان می‌دهد.



شکل ۱- ترتیب نشانه‌گذاری

۴-۳-۸-۵ دوام نشانه‌ها

نشانه‌گذاری‌های چاپ شده باید با دوام باشند. مطابقت با این الزامات باید با آزمون داده شده در زیربند ۵-۱ از EN 50396 بررسی شود.

۴-۳-۸-۶ خوانا بودن

همه‌ی نشانه‌گذاری‌ها باید خوانا باشند.

۴-۴ آزمون

مطابقت با الزامات زیربند ۴-۳ باید با بازرسی ظاهری و آزمون‌های جدول ۳ بررسی شود.

۴-۵ راهنمای استفاده (آگاهی‌دهنده)

کابل‌های مشمول این استاندارد، برای استفاده در سامانه‌های فتوولتائیک براساس EN 60354-7-712 در نظر گرفته می‌شوند.

۴-۶ ظرفیت عبور جریان

دمای محیط: 60°C

بیشینه دمای هادی: 120°C

جدول ۱- ظرفیت جریان کابل‌های فتوولتائیک

نوع نصب			قطر اسمی
کابل‌های مجاور هم بر روی سطوح	کابل تک رشته بر روی سطوح	کابل تک رشته در هوا	
A	A	A	mm ²
۲۴	۲۹	۳۰	۱٫۵
۳۳	۳۹	۴۱	۲٫۵
۴۴	۵۲	۵۵	۴
۵۷	۶۷	۷۰	۶
۷۹	۹۳	۹۸	۱۰
۱۰۷	۱۲۵	۱۳۲	۱۶
۱۴۲	۱۶۷	۱۷۶	۲۵
۱۷۶	۲۰۷	۲۱۸	۳۵

جدول ۲- ضریب تبدیل تغییرات دما

ضریب تبدیل	دمای محیط
	°C
۱٫۰۰	تا ۶۰
۰٫۹۱	۷۰
۰٫۸۲	۸۰
۰٫۷۱	۹۰
۰٫۵۸	۱۰۰
۰٫۴۱	۱۱۰

ضریب کاهش برای همجواری مطابق با جدول B.52-17 از IEC 60364-5-52،

جدول ۳- آزمون‌های کابل‌های فتوولتائیک فاقد مواد هالوزن

۱	۲	۳	۴	۵
شماره مرجع	آزمون	دسته آزمون	الزامات	روش آزمون شرح داده شده در بند
۱	آزمون‌های الکتریکی			
۱-۱	مقاومت هادی ها	S و T		۵
۲-۱	آزمون ولتاژ روی کابل تکمیل شده با a.c. یا ولتاژ d.c.	S و T		۶
	- ولتاژ آزمون a.c.		۶/۵ kV	
	- ولتاژ آزمون d.c.		۱۵ kV	
	طول نمونه		۲۰ m	
	مدت زمان آزمون		۵ min	
	دمای آب		۲۰±۵ °C	
۳-۱	عدم عیب در کابل تکمیل شده	R		۱۰
	- ولتاژ آزمون a.c.		۱۰ kV	
۴-۱	مقاومت سطح روکش	T		۱۱
	- کمینه مقدار		۱۰ ^۹ Ω	
۵-۱	عایق بندی کابل تکمیل شده	T		۸
	طول نمونه		۵ m	
	مدت زمان آزمون		۲ h	
	دمای آب		۲۰±۵ °C	
	- کمینه مقدار در ۲۰ °C		۱۰ ^{۱۴} Ω.cm	
	- کمینه مقدار در ۹۰ °C		۱۰ ^{۱۱} Ω.cm	
۶-۱	مقاومت عایقی طولانی مدت برای ولتاژ d.c.	T		پیوست ت

ادامه جدول ۳- آزمون‌های کابل‌های فتوولتائیک فاقد مواد هالوژنی

۱	۲	۳	۴	۵
شماره مرجع	آزمون	دسته آزمون	الزامات	روش آزمون توصیف شده در بند
۲	آزمون‌های ساختاری و ابعادی			
۱-۲	بررسی مطابقت با شرایط ساختاری	S و T		بازرسی و آزمون های دستی
۲-۲	اندازه‌گیری ضخامت عایق	S و T		۱-۴
۳-۲	اندازه‌گیری ضخامت روکش	S و T		۲-۴
۴-۲	اندازه‌گیری ابعاد کلی			
۱-۴-۲	- مقدار متوسط	S و T		۴-۴
۲-۴-۲	- بیضوی شدن	S و T	≤۱۵	۴-۴
۳	آزمون فشار در دمای بالا برای کابل تکمیل شده	T		
۱-۳	شرایط آزمون:		۱۴۰±۳ °C	
	- دما		۲۴۰ min	
	- مدت زمان گرمایش زیر بار		۰٫۶	
	- ضریب k			
۲-۳	نتایج قابل قبول:			
	- بیشینه عمق نفوذ		۵۰	
	- آزمون ولتاژ ۱۰ دقیقه بعد از خنک سازی			جدول ۴، زیربند ۲-۱
۴	آزمون گرمای مرطوب	T		
۱-۴	شرایط آزمون:		۹۰ °C	
	- دما		۱۰۰۰ h	
	- مدت زمان		۸۵	
	- رطوبت نسبی			
۲-۴	نتایج قابل قبول:			
	- بیشینه تغییرات استحکام کششی		-۳۰	
	- بیشینه تغییرات ازدیاد طول در زمان شکست		-۳۰	

ادامه جدول ۳- آزمون‌های کابل‌های فتوولتائیک فاقد مواد هالوژنی

۱	۲	۳	۴	۵
شماره مرجع	آزمون	الزامات	دسته آزمون	روش آزمون توصیف شده در بند
۵ ۱-۵	مقاومت در برابر محلول اسیدی و قلیایی تنش شیمیایی ^۱ اسید: N-Oxal-acid محلول قلیایی: محلول هیدروکسید سدیم نرمال	۱۶۸ ۲۳	T	EN 60811-2-1
۲-۵	- دما - مدت زمان استقامت کششی:	±۳۰ ٪		
۳-۵	کمینه ازدیاد طول در زمان شکست	۱۰۰ ٪		
۶	آزمون تاثیر پذیری		T	پیوست الف
۷	آزمون ضربه در دمای پایین در دمای °C -۴۰		T	پیوست ج
۸ ۱-۸	آزمون خمش در دمای پایین قطر کابل > ۱۲,۵ mm شرایط آزمون:	-۴۰±۲ ۱۶	T	EN 60811-1-4
۲-۸	- دما - دوره زمانی آماده‌سازی نتایجی که باید بدست آید	عدم وجود ترک خوردگی		EN 60811-1-4
۹	آزمون ازدیاد طول در دمای پایین قطر کابل ≤ ۱۲,۵ mm			جدول ۳
۱۰ ۱-۱۰	مقاومت در برابر اُزن در کابل تکمیل شده روش B		T	EN 50396
				۳-۱-۸

ادامه جدول ۳- آزمون‌های کابل‌های فتوولتائیک فاقد مواد هالوژنی

۱	۲	۳	۴	۵
شماره مرجع	آزمون	الزامات	دسته آزمون	روش آزمون توصیف شده در بند
۲-۱۰	- دما - رطوبت نسبی - دوره زمانی - غلظت حجمی اوزن نتایجی که باید بدست آید	۴۰±۲ ۵۵±۵ ۷۲ ۱۰ ^{-۶} (۲۰۰±۵) عدم وجود ترک خوردگی		
۱۱ ۱-۱۱	مقاومت در برابر فرسایش در اثر شرایط آب و هوا و نور فرابنفش شرایط: - مدت زمانی - دما (دمای سیاه استاندارد) - رطوبت نسبی - کمینه توان در طول موج ۳۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر - مدت زمان پاشش/خشک کردن min نتایجی که باید بدست آید	۷۲۰ ۶۳ ۶۵ ۶۰±۲ ۱۰۲/۱۸ عدم وجود هرگونه ترک	T	۲۰-۴-۲ HD 605/A1
۱۲	آزمون نفوذ دینامیکی		T	پیوست ج
۱۳	گسترش شکاف		T	پیوست چ
۱۴ ۱-۱۴	آزمون جمع‌شدگی (چروک شدن) در کابل تکمیل شده شرایط: - دما - دوره زمانی - طول L نمونه	۱۲۰ ۱ ۳۰۰	T	۱۱ ((روکش)) EN 60811-1-3

ادامه جدول ۳- آزمون‌های کابل‌های فتوولتائیک فاقد مواد هالوژن

۱	۲	۳	۴	۵
شماره مرجع	آزمون	الزامات	دسته آزمون	روش آزمون توصیف شده در بند
	- طول L نمونه mm	۳۰۰		
۲-۱۴	نتایجی که باید بدست آید - بیشینه جمع شوندگی %	۲		
۱۵	آزمون تحت شرایط آتش			
۱-۱۵	آزمون برای انتشار عمودی شعله در کابل تکمیل شده	S و T	EN 60332-1-2	
۲-۱۵	ارزیابی هالوژن	S و T		
۱-۲-۱۵	عدم وجود هالوژن			پیوست ب
۲-۲-۱۵	تعیین هالوژن‌ها			پیوست پ

جدول ۴- الزامات عایق فاقد مواد هالوژن و ترکیبات روکش

۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
نوع ترکیب		روش آزمون توصیف شده در		واحد	آزمون	شماره مرجع
روکش	عایق	بند	استاندارد			
		۲-۹	EN 60811-1-1	N/mm ²	مشخصات مکانیکی ویژگی‌های قبل از پیرسازی مقادیری که باید برای استحکام کششی بدست آید - کمینه میانگین مقادیری که باید برای ازدیاد طول در زمان شکست بدست آید:	۱ ۱-۱ ۱-۱-۱
۸٫۰	۶٫۵					۲-۱-۱
		۱-۸	EN 60811-1-2	%	- کمینه میانگین ویژگی‌ها بعد از پیرسازی در کوره شرایط پیرسازی:	۲-۱ ۱-۲-۱
۱۵۰±۲ ۷×۲۴	۱۵۰±۲ ۷×۲۴			°C h	- دما - مدت زمان عملیات	
					مقادیری که باید برای استحکام کششی بدست آید ^۳ :	۲-۲-۱
-	-			N/mm ²	- کمینه میانگین	
الف ۳۰-	الف ۳۰-			%	- بیشینه تغییرات	
					مقادیری که باید برای ازدیاد طول در زمان شکست بدست آید ^۳ :	۳-۲-۱
-	-			N/mm ²	- کمینه میانگین	
الف ۳۰-	الف ۳۰-			%	- بیشینه تغییرات	
		۹	EN 60811-2-1		آزمون گرماسختی ^۱	۳-۱
					شرایط	۱-۳-۱
۲۰۰±۳	۲۰۰±۳			°C	- دما	
۱۵	۱۵			min	- زمان تحت بار	
۲۰	۲۰			N/cm ²	- تنش مکانیکی	

ادامه جدول ۴- الزامات عایق فاقد مواد هالوزن و ترکیبات روکش

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
شماره مرجع	آزمون	واحد	روش آزمون شرح داده شده در استاندارد	بند	نوع ترکیب عایق	روکش
۲-۳-۱	مقادیری که باید بدست آید					
	بیشینه ازدیاد طول تحت بار	%			۱۰۰	۱۰۰
	بیشینه ازدیاد طول دائمی بعد خنک شدن	%			۲۵	۲۵
۴-۱	ویژگی‌های دوام گرمایی		EN 60216-2			
۱-۴-۱	شرایط					
	هر یک از دو آزمون ازدیاد طول در زمان شکست یا آزمون خمش باید انجام شود.					
	- شاخص دما				۱۲۰	۱۲۰
	- ازدیاد طول در زمان شکست ^۳	%			۵۰	۵۰
	- آزمون خمش		EN 50305	۷-۲	۲D	۲D
۵-۱	آزمون ازدیاد طول در سرما		EN 60811-1-4	۸-۴		
۱-۵-۱	شرایط					
	- دما	°C			-۴۰±۲	-۴۰±
	- مدت زمان	h	EN 60811-1-4	۴-۴-۸ و ۵-۴-۸	ب	ب
	مقادیری که باید بدست آید					
	- کمینه ازدیاد طول تحت بار	%			۳۰	۳۰

الف- هیچ مقدار مثبتی برای تغییر ثابت نشده است.
 ب- به روش آزمون در ستون ۴ و ۵ مراجعه شود.
 پ- این آزمون باید بر روی نمونه‌های آزمون عایق و روکش انجام شود.
 ت- این آزمون باید فقط بر روی عایق کراس لینک شده^۱ و روکش انجام شود.

پیوست الف
(الزامی)
آزمون تاثیر متقابل

الف-۱ شرایط

نمونه‌های آزمون باید برای مدت ۷ روز در شرایط مطابق با جدول ۲ در دمای $^{\circ}\text{C}$ (135 ± 2) پیر شوند.

الف-۲ الزامات

بعد از پیرسازی، عایق و روکش، باید الزامات جدول الف-۱ را برآورده سازند.

جدول الف-۱ - الزامات

روکش	عایق	واحدها	آزمون‌ها	
-	-	N/mm^2	- کمینه متوسط	استحکام کششی
-30°	± 30	%	- بیشینه تغییرات الف،	
-	-	%	- کمینه متوسط،	ازدیاد طول در زمان شکست
± 30	± 30	%	- بیشینه تغییرات الف،	

الف تغییرات: تفاوت بین مقدار میانه که پس از پیرسازی بدست می‌آید و مقدار میانه بدست آمده بدون پیرسازی، بعنوان درصدی از مقدار اخیر بیان می‌شوند.

ب رواداری‌های مثبت، محدودیتی ندارند.

پیوست ب

(الزامی)

آزمون عدم وجود مواد هالوژن

ب-۱ الزامات مواد اکستروودشده

عایق و روکش باید الزامات به شرح ذیل را برآورده سازند:

الف- آزمون نوعی

مواد باید همانطور که در جدول ب-۱ شرح داده شده، آزمون شوند.

جدول ب-۱- روش آزمون، اندازه گیری، الزامات

الزامات	اندازه گیری	روش آزمون	
$\text{pH} \geq 4.3$ و رسانایی الف $\leq 10 \mu\text{S}/\text{mm}$	pH و رسانایی	EN 50267-2-2	۱
$\leq 0.5\%$	مقدار کلر- و برم، بیان شده برحسب HCl	EN 50267-2-1	۲
اگر منفی باشد آزمون باید تمام شود. آزمون بیشتری نیاز نیست. مواد باید پذیرفته شوند.	هالوژن: فلوراید	پیوست پ	۳ الف
اگر مثبت بود، آزمون ۳-ب باید انجام شود			
$\leq 0.1\%$	مقدار فلوراید	EN 60684-2	۳ ب
الف اگر مغایرت‌هایی در رسانایی دیده شود، برای مثال مقدار توصیه شده بیشتر شود، حتی اگر مطابقتی با مقدار pH توصیه شده وجود داشته باشد، روش آزمون دیگری ممکن است پس از توافق با همه‌ی مشارکت‌کنندگان، بکار رود.			

ب) آزمون انتخابی

مواد باید مطابق توالی آزمون شرح داده شده در جدول ب-۲ آزمون شوند.

جدول ب-۲- توالی آزمون

نتیجه	مقدار	اندازه‌گیری	روش آزمون	
اگر منفی باشد آزمون باید تمام شود. آزمون بیشتری نیاز نیست. مواد باید پذیرفته شوند.		هالوژن: فلوراید کلراید- و بروماید	HD 22.13, پیوست پ	مرحله ۰
اگر مثبت باشد با مرحله ۱ ادامه دهید.				
مواد باید اصلاح شوند.	$< 4/3$	pH	EN 50267-2- 2	مرحله ۱
رسانایی باید آزمون شود.	$\geq 4/3$			
مواد باید پذیرفته شوند. آزمون بیشتری نیاز نیست.	$\leq 2,5 \mu S/mm$	رسانایی		
مواد باید بازنگری شوند	$> 10 \mu S/mm$	رسانایی		
آزمون باید مطابق EN 50267-2-1 انجام شود.	$> 2,5 \mu S/mm$ اما $\leq 10 \mu S/mm$	رسانایی (S)		
مواد باید بازنگری شوند.	$> 0,5\%$	مقدار کلورین- و برومین، برحسب HCl بیان شده		
آزمون باید مطابق EN 60684-2 انجام شود.	$\leq 0,5\%$			
مواد باید بازنگری شوند.	$> 0,1\%$	مقدار فلوراید	EN 60684-2	مرحله ۳
مواد باید پذیرفته شوند.	$\leq 0,1\%$			

پیوست پ

(الزامی)

تعیین هالوژن - آزمون عناصر

هشدار:

به علت ماهیت خطرناک این مواد، عملیات ترکیب باید در اتاقک هوددار، با استفاده از صفحه محافظ انجام شود.

پ-۱ تجهیزات

چراغ بونزن

۳ عدد لوله آزمایش کوچک / متوسط شیشه‌ای مقاوم در برابر قلیا^۱ (تقریباً 50mm×10mm)

نگهدارنده‌ی لوله آزمون

ظرف / هاون تبخیر کننده

سیم توری شکل؛

قیف

کاغذ صافی

پ-۲ مواد

نمونه‌ی ناشناس

فلز سدیم

اسید نیتریک رقیق (۵٪)

محلول نیترات نقره (۵٪)

آمونیاک رقیق (۱۰٪)

معرف تازه تهیه شده زیرکونیوم - آلیزارین قرمز ^۲S

اسید استیک خالص^۳

کاغذ pH متر

-
- 1- Soda glass test tubes
 - 2- Freshly made up zirconium-alizarin red S reagent
 - 3- Glacial acetic acid

پ-۳ رویه

پ-۳-۱ ترکیب سدیم

مقدار ۲۰۰ mg تا ۲۵۰ mg از نمونه را در کف لوله آزمایش شیشه‌ای مقاوم در برابر قلیا قرار دهید. ۱۰ ml از آب مقطر/ بدون یون را به هاون تبخیر اضافه کنید و آن را در اتاقک هوددار، پشت صفحه محافظ قرار دهید. در حالیکه لوله آزمایش را محکم با نگهدارنده لوله آزمایش در زاویه 45° تا 60° نسبت به عمود نگه داشته‌اید، یک تکه سدیم تمیز و تازه بریده شده (تقریباً هم‌اندازه نخود کوچک) (۲۰۰ mg تا ۲۵۰ mg) را در دهانه‌ی لوله آزمایش قرار دهید بدون اینکه با نمونه تماس پیدا کند.

با قرار دادن صفحه محافظ در جای خود، سدیم را به آرامی گرم کنید تا ذوب شده و روی نمونه ریخته شود (ممکن است در صورت وجود هالوژن‌ها واکنش‌های شدیدی در هنگام تماس سدیم ذوب شده با نمونه رخ دهد). در ابتدا لوله را برای مدت ۱ min به آرامی گرم کنید، سپس لوله را به شدت گرم کنید تا ۲۰ ml پایین آن سرخ شود. لوله‌ی داغ شده را در هاون تبخیر حاوی آب فرو برید، بلافاصله توری را در بالای آن قرار دهید (توری از هرگونه هدررفت ماده هنگام خرد شدن لوله در محل تماس با آب جلوگیری می‌کند) قبل از خرد کردن محلول و شیشه، اجازه دهید سدیم‌های واکنش‌نداده در واکنش شرکت کنند. از صافی عبور دهید و بخش صاف شده را به دو بخش مساوی تقسیم کنید.

پ-۳-۲ کلر و برم

به قسمت اول صافی عبور داده شده، به مقدار کافی اسید نیتریک اضافه کنید تا یک محلول اسیدی درست شود. این محلول را تا زمانی که حجم کل آن به نصف کاهش داده شود، بجوشانید (این کار، به منظور حذف هر HCN یا H_2S است که در صورت وجود، آزمون را مختل می‌کنند). مقدار ۱ ml محلول نیترات نقره اضافه کنید؛ رسوب سفیدرنگ یا سفید مایل به زرد بیانگر وجود هالوژن (Cl, Br) در نمونه‌ی اصلی است (اگر مایع سرازیر شود و رسوب سفیدرنگ باشد و به آسانی در آمونیاک رقیق قابل حل باشد، پس کلراید وجود دارد).

پ-۳-۳ فلوراید

قسمت دوم صافی عبور داده شده را توسط اسید اسیتیک خالص اسیدی کنید. این محلول را تا زمانی که حجم کل آن به نصف کاهش داده شود بجوشانید. ۲ یا ۳ قطره معرف زیرکونیوم تازه تهیه شده را اضافه کنید (حجم-های مساوی از: الف) محلول الیزارین: ۰/۰۵ gr آلیزارین قرمز S در ۵۰ ml آب مقطر؛ ب) محلول زیرکونیوم: ۰/۰۵ gr نیترات زیرکونیوم در ۱۰ ml HCl غلیظ رقیق شده با ۵۰ ml آب). به مدت یک ساعت در دمای $40^{\circ}C$ گرم کنید. وجود فلوراید، با رنگ قرمز/ بنفش نزدیک به رنگ زرد شناسایی می‌شود.

پیوست ت

(الزامی)

آزمون مقاومت عایقی طولانی مدت در برابر ولتاژ d.c.

یک نمونه‌ی آزمون با حداقل طول ۵m در آبی که شامل ۳٪ NaCL است، باید غوطه‌ور شود. علاوه بر این حداقل ۳۰۰mm از نمونه باید بیرون آب باشد. حمام آب باید به مدت (240 ± 2) hr در دمای $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$ نگه داشته - شود و ولتاژ kV برابر با ۰٫۹ d.c. بین هادی و آب اعمال شود، که در آن هادی باید به ولتاژ مثبت وصل باشد. جریان این مدار باید در مدت زمان کمتر از ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شود. در صورت امکان، اندازه‌گیری بصورت پیوسته انجام شود.

مقادیر اندازه‌گیری شده باید در یک نمودار زمان-جریان که یک روند پایدار را نشان می‌دهد، ثبت شود. یادآوری - یک روند پایدار، برای مثال افزایش کمتر از ۱۰٪ جریان ناشی به طور متوسط برای زمان ۲۴ ساعت است (این بخش از بازرسی بر پایه تجارب عملی است).

بعد از نگه داشتن، نمونه‌ها باید از محلول آب نمک بیرون کشیده شوند و آزمون ولتاژ مطابق با جدول ۱ مرجع ۱-۲ انجام شود. ولتاژ آزمون باید ولتاژ اسمی (V) کابل باشد.

پیوست ث
(الزامی)
آزمون ضربه در سرما

آزمون ضربه در سرما باید در 40°C - مطابق بند ۸-۵ از EN 60811-1-4 انجام شود، ولی جرم چکش، جرم انگشتک آزمون و ارتفاع باید با جدول ۲ مطابقت داشته باشد.

جدول ث-۱ - پارامترهای آزمون ضربه در سرما

ارتفاع mm	جرم انگشتک آزمون g	جرم چکش g	قطر کابل (D) mm
۱۰۰	۲۰۰	۱۰۰۰	$D < 15$
۱۵۰	۲۰۰	۱۵۰۰	$15 < D \leq 25$
۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰۰	$D > 15$

سطح داخلی و خارجی روکش باید با چشم غیر مسلح بررسی شود. فقط سطح خارجی عایق باید بررسی شود. هیچ ترک خوردگی نباید مشاهده شود.

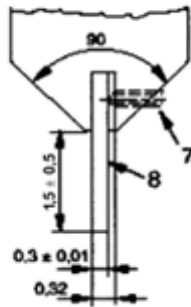
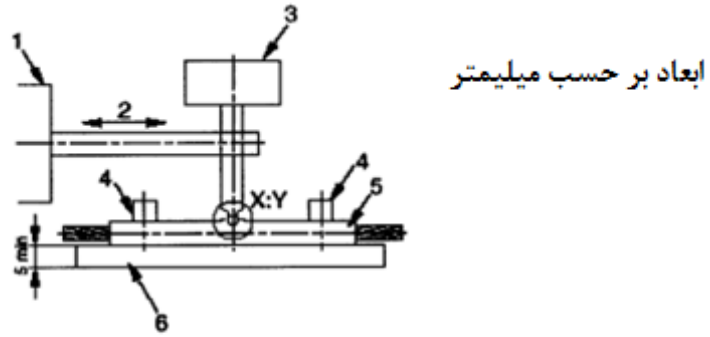
پیوست ج
(الزامی)
آزمون نفوذ دینامیکی

دستگاه آزمون برای آزمون کشش (یا یک دستگاه معادل) باید به روش فشار کار کند و مجهز به یک وسیله اندازه‌گیری باشد که بتواند نیروی نفوذ فنر- استیل- سوزن (به شکل ج-۱-ب مراجعه شود) را بین عایق یا روکش یک کابل تکمیل شده ثبت کند. یک مدار با ولتاژ پایین باید اضافه شود تا در لحظه‌ای که سوزن به عایق یا روکش نفوذ کرده و با هادی تماس برقرار می‌نماید، آزمون را متوقف سازد.

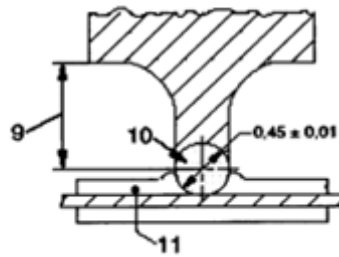
آزمون باید در دمای اتاق انجام شود. نیروی اعمال شده به سوزن باید به صورت پیوسته با نرخ $1N/s$ تا زمانی که با هادی تماس پیدا کند، افزایش یابد. تعداد ۴ آزمون باید روی هر نمونه انجام شود و نیرو در لحظه‌ی تماس باید ثبت شود. بعد از هر آزمون، نمونه باید به سمت جلو حرکت داده شود و ۹۰ درجه در جهت گردش عقربه‌های ساعت چرخانده شود.

مقدار میانگین نتایج برای ۴ آزمون نباید از کمینه مقدار نیروی F که از فرمول زیر تعیین می‌شود، کمتر باشد:
 $F=50.D$

D قطر کابل بر حسب میلی‌متر است.



الف) جزئیات X



ب) جزئیات Y

(لبه ها شکسته یا گرد شده نباشند و بدون برآمدگی باشند)

راهنما:

۱ کاربرد ندارد	۷ پیچ ثابت کننده
۲ کاربرد ندارد	۸ تیغه
۳ بار	۹ شانه با عمق کافی برای آزمون عایق
۴ گیره	۱۰ سوزن فولاد فنری
۵ نمونه	۱۱ نمونه
۶ سطح نصب	

شکل ج-۱- چیدمان آزمون نفوذ

پیوست چ

(الزامی)

گسترش شکاف

سه نمونه از کابل برداشته شده و تا عمق 0.5 mm از عایق یا روکش، در چهار نقطه از با فاصله‌ی برابر از هم و با فاصله 25 mm در امتداد طول و در صفحه‌ای متقابلاً عمود بر هادی، شکاف‌دار شوند.

یکی از نمونه‌ها باید در دمای 15°C ، دیگری در دمای محیط و نمونه سوم در دمای 85°C به مدت زمان ۳ ساعت آماده‌سازی شود. بعد از زمان آماده‌سازی، نمونه‌ها باید به دور میله (مرغک) با قطری برابر با (3 ± 0.3) برابر کمینه قطر تعیین شده کابل، پیچانده شوند. نمونه‌ی شکاف‌دار شده باید طوری به دور میله (مرغک) پیچیده شود که حداقل یک شکاف روی بیرون کابل باشد.

به نمونه باید اجازه داده شود که به دمای محیط بازگردد و سپس در تحت آزمون ولتاژ داده شده در جدول ۱ زیر بند ۱-۲ از با نصف ولتاژ اسمی V_0 قرار گیرد.