ISIRI

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
مؤسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

استانداردملی ایران

مجموعه استانداردهای شبکه‌های هوایی توزیع برق روکش‌دار و عایق شده

بخش ۱-۲ : کابل‌های خودنگهدار فشار ضعیف

Covered and Insulated Electrical Overhead Distribution Network Series

Part 1-2 : Low Voltage Aerial Bundled Cables

File: STD-LV ABC 91-1-28

به نام خدا

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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 حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب‌نظران مراکز و موسسات 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 منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولید کنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته 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 در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که براساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که موسسه استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای 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.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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 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. مؤسسه می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمونگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را براساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این مؤسسه است.

---

* مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

1 - International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3 - International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrologie Legal)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنّی تدوین استاندارد

"مجموعه استانداردهای شبکه‌های هوائی توزیع برق روکش‌دار و عایق شده

بخش ۱-۲ کابل خودنگهدار فشار ضعیف"

رئیس:	**سمت و / یا نمایندگی**
بهزاد، محمد (کارشناس مهندسی برق، قدرت)	وزارت نیرو
دبیر:	
صادق‌زاده، سید محمد (دکترای مهندسی برق، قدرت)	مدیر کل دفتر استانداردهای فنی، مهندسی، اجتماعی و زیست محیطی برق و انرژی
اعضا: (به ترتیب حروف الفبا):	
برهمندپور، همایون (فوق لیسانس برق)	مدیر گروه مطالعات سیستم پژوهشگاه نیرو
بهشتی، محمدحسن (کارشناسی برق- قدرت)	سرپرست دفتر تدوین استاندارد مدیریت شبکه برق ایران
ثابت مرزوقی، اسحق (فوق لیسانس)	دانشگاه تهران
رثایی، حامد	سازمان استاندارد
روشن میلانی، کریم (کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت)	معاون مهندسی و برنامه‌ریزی شرکت توزیع برق آذربایجان‌شرقی و سرگروه کمیته تخصّصی هادی و کابل دفتر پشتیبانی فنی توانیر
رضایی سامان کندی، مسعود (کارشناسی‌ارشد مواد)	رئیس آزمایشگاه‌های مرجع پژوهشگاه نیرو
شمس‌ملک‌آرا، بهرام (لیسانس مهندسی- برق)	کارشناس فنّی شرکت سانیرو و کارشناس استاندارد سیم و کابل
صالحیان، عباس محمد (کارشناس مکانیک- حرارت وسیالات)	مدیرگروه فنی مهندسی وزارت نیرو
طرفدار حق، مهرداد (دکترای مهندسی برق- قدرت)	استاد دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر و رئیس کمیته تخصصی تدوین استاندارد دانشگاه تبریز

عربی، امیرحسین (کارشناس ارشد مکانیک)	وزارت نیرو
علم دوست، بهنام (لیسانس مهندسی – مواد)	مدیر فنی آزمایشگاه سیم و کابل پژوهشگاه نیرو
فاخری دریانی، زیبا (لیسانس مهندسی برق- قدرت)	مدیر گروه خط شرکت مشانیر
فلاح نژاد، علامرضا (کارشناس مهندسی، متالوژی)	عضو هئیت مدیره سندیکای صنایع آلومینیوم ایران
فرنام، فرهاد (لیسانس مهندسی- برق)	مدیر تحقیق و مسئول آزمایشگاه آکرودیته شرکت سیمکات
قرشی ،سارا (کارشناس ارشد برق- قدرت)	کارشناس ارشد کنترل کیفی تجهیزات شرکت توانیر
کمانکش، سیما (کارشناس ارش برق- قدرت)	کارشناس پژوهش پژوهشگاه نیرو
محسنی، محمد (لیسانس مهندسی برق- قدرت)	مدیر طرّاحی و تحقیقات صنایع کابل کرمان و کاویان
مختاری، هدایت‌اله (کارشناس مهندسی برق- قدرت)	مدیر پروژه‌های توزیع شرکت مشانیر
مستوفی سرکاری، مجید (لیسانس شیمی)	مدیر عامل شرکت شاخص صدر و عضو جامعه کارشناسان استاندارد
مظفری ،علی (کارشناسی‌ارشد برق- قدرت)	کارشناس دفتر استانداردها وزارت نیرو
میر قربانی گنجی، سید موسی (لیسانس طراحی جامدات)	دبیر کمیته تخصصی سازندگان تابلوهای برق سندیکای صنعت برق
نظافتی، حیدر (کارشناسی‌ارشد برق- قدرت)	کارشناس ارشد استاندارد، دفتر تحقیقات توانیر
یاور طلب، اکبر (کارشناسی ارشد- مهندسی برق)	مدیر کل دفتر پشتیبانی فنی توزیع شرکت توانیر
یوسف زاده، فریبرز (کارشناسی‌ارشد برق- قدرت)	کارشناس ارشد کنترل کیفیت تجهیزات شرکت توانیر

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
کمیسیون فنّی تدوین استاندارد	ج
پیش‌گفتار	ز
مقدّمه	ط
۱ هدف و دامنهٔ کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۲
۳ اصطلاحات و تعاریف	۳
۴ الزامات طرّاحی و ساخت	۶
۴-۱ مشخّصات عمومی	۶
۴-۲ هادی	۷
۴-۳ عایق	۸
۵ حداکثر دمای کار هادی	۱۲
۶- شناسائی رشته‌ها و نشانه‌گذاری کابل	۱۲
۶-۱ شناسایی رشته‌ها	۱۲
۶-۲ نشانه‌گذاری و درج مشخّصات کامل	۱۳
۷ شدت جریان مجاز	۱۳
۸ بسته‌بندی و قرقره کابل	۱۵
۹ آزمون‌ها	۱۶
۹-۱ لیست آزمون‌ها	۱۶
۹-۲ روش آزمون چسبندگی عایق به هادی رشته نول نگهدارنده (T_g)	۱۹
۹-۳ روش آزمون چسبندگی عایق به هادی رشته نول نگهدارنده (T_f)	۲۰
۹-۴ روش آزمون سوراخ‌شدگی عایق	۲۳
۹-۵ روش آزمون رشته نول نگهدارنده تحت چرخهٔ مکانیکی گرمایی	۲۴
۹-۶ روش آزمون مقاومت عایق به شرایط محیطی	۲۷

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱ علائم اختصاری نمایش جهت پیچش لایه ۳
شکل ۲ طول تاب ۴
شکل ۳ برش مقطع کابل خودنگهدار پنج‌رشته و خارهای مشخّصه بر روی عایق رشته‌ها ۱۲
شکل ۴ آزمون چسبندگی عایق به هادی رشتهٔ نول نگهدارنده (T_g) ۲۰
شکل ۵ آزمون چسبندگی عایق به هادی رشتهٔ نول نگهدارنده (T_f) ۲۱
شکل ۶ گیرهٔ نگهدارندهٔ مرجع ۲۲
شکل ۷ آزمون سوراخ شدگی عایق ۲۳
شکل ۸ آزمون رشتهٔ نول نگهدارنده تحت چرخهٔ مکانیکی گرمایی ۲۵
شکل ۹ نمودار چرخه‌های مکانیکی و گرمایی ۲۵
شکل ۱۰ تعیین عمق فرورفتگی ۲۶

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۱ مشخّصات رشته‌های فاز و روشنایی ۹
جدول ۲ مشخّصات رشتهٔ نول نگهدارنده با هادی آلومینیوم آلیاژی ۱۰
جدول ۳ مشخّصات عایق پلی‌اتیلن شبکه‌ای شدهٔ (XLPE) رشته‌ها ۱۱
جدول ۴ وزن واحد طول و قطر بیرونی مجموعهٔ کابل خود نگهدار ۱۱
جدول ۵ ابعاد خار بر روی عایق کابل خودنگهدار ۱۲
جدول ۶ جریان مجاز کابل خودنگهدار سه فاز ۱۳
جدول ۷ جریان مجاز کابل خودنگهدار تک فاز و سرویس‌رسانی به مشترکین ۱۴
جدول ۸ آزمون‌ها ۱۶
جدول ۹ چرخه‌های هفتگی آزمون شرایط محیطی ۲۸

پیش‌گفتار

پیش‌نویس اوّل استاندارد شبکه‌های هوایی توزیع برق روکش‌دار و عایق‌شده بخش ۱-۲ کابل خودنگهدار فشار ضعیف توسط کمیتهٔ تخصّصی مستقر در دانشگاه تبریز تهیّه و در مهر ماه سال ۱۳۸۹ به معاونت هماهنگی توزیع شرکت توانیر ارائه گردید تا با ارسال آن به کلّیه شرکت‌های توزیع برق کشور و دفاتر معاونت (نامهٔ شماره ۸۹/۳۱۳۲/۴۳۸۸ مورّخه ۸۹/۷/۲۷) نسبت به اخذ نقطه نظرات اصلاحی کارشناسان امر اقدام کند تا پس از بازنگری و تصویب آن در دستگاه نظارت(شرکت مشانیر)، اقدام به تهیّه و تدوین نسخهٔ نهایی آن گردد. شایان ذکر است که نسخهٔ نهایی (ویرایش سوّم) آن، تحت عنوان استاندارد کابل خودنگهدار فشار ضعیف (بخش ۱-۲) طی نامهٔ شماره ۹۰/۳۱۳۲/۱۰۸۰ مورّخه ۹۰/۲/۳۱ برای بررسی نهایی به کلّیهٔ شرکت‌های توزیع برق، سازندگان، پژوهشگاهِ نیرو و مهندسین مشاور ارسال و سرانجام به عنوان یکی از استانداردهای لازم‌الاجرای صنعت برقِ کشور در کمیته کارشناسی صنعت برق (وزارت نیرو) مورخه ۹۰/۱۲/۲۶ بررسی و در جلسه مورخه ۹۰/۱۲/۱۰ به تصویب رسیده، اینک به عنوان استانداردهای ملی ایران منتشر می‌شود.

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

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

۱- استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۸۴: سال ۱۳۸۷، هادی‌های کابل‌های عایق شده

۲- استاندارد وزارت نیرو، شماره ۵۱، سال ۱۳۷۵، استاندارد کابل‌های مورد استفاده در شبکهٔ توزیع، جلد دوّم؛ کابل‌های فشار ضعیف، پیوست «پ» کابل‌های خودنگهدار فشار ضعیف.

۳- طرفدار حق، م.، روشن میلانی، ک.، «شبکه‌های هوایی توزیع برق روکش‌دار و عایق شده»، چاپ اوّل؛ انتشارات دانشگاه تبریز، ۱۳۹۰، فصل سوّم؛ شبکه‌های توزیع برق با کابل‌های خودنگهدار.

۴- دستورالعمل تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنّی و آزمون‌های کابل‌های خودنگهدار فشار ضعیف سه فاز و تک فاز، شرکت توانیر، مرداد ماه ۱۳۹۰، ویرایش ۰۱، معاونت هماهنگی توزیع، دفتر پشتیبانی فنّی توزیع.

۵- فلاح نژاد، غ، روشن میلانی، ک. ، طرفدار حق، م.، «ارائه نتایج عملی اوّلین تولید هادی آلومینیوم آلیاژی ۵۰۰۵ در ایران و کاربرد آن در کابل‌های خودنگهدار»، مجلّهٔ آلومینیوم، ۱۳۸۷، شماره ۲۱، صفحه ۳ الی ۷.

6- HD 626 S1: 1996/A2: 2002, (Parts 1, 2 and 6-E), Bundle Assembled Cores for Overhead Distribution and Service.

7- NF C 33–209: 1996, Insulated or Protected Cables for Power Systems, Bundle Assembled Cores for Overhead System of Rated Voltage 0.6/1 kV.

8- AS/NZS 3560-1: 2000, Electric Cables - Cross Linked Polyethylene Insulated – Aeri Bundled – for Working Voltages up to and Including 0.6/1 (1.2) kV, part 1: Aluminum Conductors.

9- EN 50397-1: 2003, Covered Conductors for Overhead Lines and the Related Accessories for Rated Voltages above 1 kV a.c. and Not Exceeding 36 kV a.c. part 1: Covered Conductors.

10- IEC 60502-1: 2009*, Power Cables with Extruded Insulation and Their Accessories for Rated Voltages from 1 kV up to 30 kV - Part 1: Cables for Rated Voltages of 1 kV and 3 kV.
11- BS 7870-5: 1999, LV and MV Polymeric Insulated Cables for Use by Distribution and Generation Utilities, Part 5: Polymeric Insulated Aerial Bundled Conductors (ABC) of Rated Voltage 0.6/1 kV for Overhead Distribution.

* استاندارد ملی این مرجع ۳۵۶۹ ۵۵۲۵ ISIRI تدوین شده است که سال ویرایش آن ۱۹۹۵ می‌باشد.

مقدّمه

این استاندارد یکی از مجموعه استانداردهای شبکه‌های هوایی توزیع برق روکش‌دار و عایق‌شدهٔ ایـران بخـش ۱-۲ می‌باشد، مجموعه مذکور به شرح جدول زیر است:

	۱	۲	۳
۱	هادی روکش‌دار فشار متوسط[۱]	تجهیزات و یراق آلات هادی روکش‌دار فشار متوسط و الزامات آزمون[۵]	نصب، اجرا و بهره برداری از هادی روکش‌دار هوایی[۹]
۲	**کابل خودنگهدار فشار ضعیف[۲]**	تجهیزات و یراق آلات کابل خود نگهدار فشار ضعیف و الزامات آزمون[۶]	نصب، اجرا و بهره برداری از کابل خود نگهدار هوایی فشار ضعیف[۱۰]
۳	کابل خود نگهدار فشار متوسط[۳]	تجهیزات و یراق آلات کابل خود نگهدار فشار متوسط و الزامات آزمون[۷]	نصب، اجرا و بهره برداری از کابل خود نگهدار هوایی فشارمتوسط[۱۱]
۴	کابل فاصله‌دار فشار متوسط[۴]	تجهیزات و یراق آلات کابل فاصله‌دار فشار متوسط و الزامات آزمون[۸]	نصب، اجرا و بهره برداری از کابل فاصله‌دار فشار متوسط[۱۲]

فایلی الکترونیکی هر کدام از مجلّدهای مجموعه استاندارد فوق با اسامی مذکور در زیرنویس این صفحه قابل دسترسی است. در این نامگذاری، حروف اختصاری زیر استفاده شده‌اند[۱۳]:

برای مثال فایل الکترونیکی بخش ۲-۳ این مجموعه که استاندارد تجهیزات و یراق‌آلات کابل خود نگهدار فشار متوسّط است با نام STD-MV-ABC-A نشان داده شده است. تاریخ شمسی آخرین ویرایش استانداردها بلافاصله بعد از نام فایل آمده است.

مشخّصات فنّیِ این استاندارد مبنا و پیش‌نیاز اسـتخراج اسـتانداردهای بخـش ۲-۲ و ۲-۳ مربـوط بـه کابـل

۱- نام فایل الکترونیکی بخش ۱-۱ این مجموعه استاندارد (STD-CC) است.

۲ - نام فایل الکترونیکی بخش ۱-۲ این مجموعه استاندارد (STD-LV-ABC) است.

۳ - نام فایل الکترونیکی بخش ۱-۳ این مجموعه استاندارد (STD-MV-ABC) است.

۴ - نام فایل الکترونیکی بخش ۱-۴ این مجموعه استاندارد (STD-ASC) است.

۵- نام فایل الکترونیکی بخش ۲-۱ این مجموعه استاندارد (STD-CC-A) است.

۶- نام فایل الکترونیکی بخش ۲-۲ این مجموعه استاندارد (STD-LV-ABC-A) است.

۷- نام فایل الکترونیکی بخش ۲-۳ این مجموعه استاندارد (STD-MV-ABC-A) است.

۸- نام فایل الکترونیکی بخش ۲-۴ این مجموعه استاندارد (STD-ASC-A) است.

۹- نام فایل الکترونیکی بخش ۳-۱ این مجموعه استاندارد (STD-CC-I&O) است.

۱۰- نام فایل الکترونیکی بخش ۳-۲ این مجموعه استاندارد (STD-LV-ABC-I&O) است.

۱۱- نام فایل الکترونیکی بخش ۳-۳ این مجموعه استاندارد (STD-MV-ABC-I&O) است.

۱۲- نام فایل الکترونیکی بخش ۳-۴ این مجموعه استاندارد (STD-ASC-I&O) است.

13-STD (STandarD) , CC (Covered Conductor), ABC (Aerial Bundled Cable), ASC (Aerial Spacer Cable), LV (Low Voltage), MV (Medium Voltage), A (Accessories), I&O (Installation & Operation)

خودنگهدار فشار ضعیف است. این استاندارد همچنین مبنای مواردی مانند محاسبات مکانیکی مورد نیاز، دستورالعمل‌های نصب و بهره برداری و تدوین حریم این‌گونه شبکه‌ها و استاندارد یرآق‌آلات آنها می‌باشد. این مشخّصات استاندارد شده علاوه بر تنوّع زدایی مرجعی برای تولید، سفارش خرید و تأمین آنها برای تولیدکنندگان، شرکت‌های توزیع برق، مشاوران، پیمانکاران و مجریان خواهد بود.

این استاندارد جایگزین پیوست «پ» جلد دوّم استاندارد شمارهٔ ۵۱ وزارت نیرو تحت عنوان کابل‌های مورد استفاده در شبکه‌های توزیع؛ کابل‌های خودنگهدار فشار ضعیف می‌گردد که در تیر ماه سال ۱۳۷۵ منتشر شده است.

مجموعه استانداردهای شبکه‌های توزیع برق روکش‌دار و عایق شده

بخش ۱-۲ کابل‌های خودنگهدار فشار ضعیف

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین مشخّصات فنّی، الزامات مربوط به ساختمان، ابعاد و روش‌های آزمون کابل خودنگهدار فشار ضعیفِ 0.6/1 (1.2) kV با هادی آلومینیومی و عایق پلی‌اتیلن شبکه‌ای (XLPE) سیاه (محتوی دوده[1]) با هادی نُول و نگهدارندهٔ مشترک آلومینیوم آلیاژی برای انواع کابل سه فاز و تک فاز از سطح مقطع ۱۶ الی ۱۲۰ میلیمتر مربّع است.

کابل خودنگهدار فشار ضعیفِ مورد نظر در این استاندارد از نوع کابل‌های دسته‌بندی شدهٔ هوایی است که در آن، هادی‌های آلومینیومی روکش‌دار فاز (همراه با هادی روشنایی معابر) به دور یک رشته هادی نگهدارنده آلومینیوم آلیاژی روکش‌دار که نقش نُول را نیز دارد، پیچیده شده اند. کلّ این مجموعه اصطلاحاً کابل خودنگهدار هوایی[2] (ABC) نامیده می‌شود. کابل خودنگهدار فشار ضعیف در این استاندارد با سیم نگهدارندهٔ عایق شده[3] (IMWS) به دو صورت می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد:

۱- کابل خودنگهدار آویزان بین پایه‌ها و نگهدارنده‌ها.

۲- کابل خودنگهدار روکار نصب‌شونده بر روی نمای ساختمان‌ها و دیوارها.

این استاندارد جهت مشخّص نمودن ساختمان، ابعاد و روش‌های گوناگونِ آزمایشِ انواع کابل‌های خودنگهدار فشار ضعیفِ فوق‌الذکر نگاشته شده است. در استاندارد حاضر، به منظور تنوّع زدایی، سطح مقطع‌هایی که در شبکه‌های هوایی سه‌فاز و تک‌فاز بیشترین کاربرد را دارند، انتخاب شده‌اند و مشخّصات آنها برای دو نوع سه‌فاز (پنج رشته) و تک فاز (سه رشته و دو رشته) ارایه شده است. مشخّصات و راهنمای انتخاب کابل‌های خودنگهدار تحت پوششِ این استاندارد در جدول‌های ۱ الی ۵ و معیارهای ارزیابی فنّی و آزمون در جدول ۸ ارایه شده است.

مشخّصه‌های مکانیکی و دستورالعمل‌های نصب کابل‌های خودنگهدار آویزان و دیواری متفاوت است و باید بر طبق روش‌های خاصّ خود نصب شوند و مورد بهره‌برداری قرار گیرند.

یادآوری: سایر انواع کابل‌های خودنگهدار فشار ضعیف از قبیل چهارسیمه[4] (فاقد سیم نگهدارنده)، کابل خودنگهدار با سیم نگهدارندهٔ لخت[5] و کابل خودنگهدار با سیم نگهدارنده فولادی روکش‌دار به‌صورت جداگانه (شش‌سیمه) تحت پوششِ این استاندارد قرار نمی‌گیرند.

1- Carbon black
2- Aerial Bundled Cable
3- Insulated Messenger Wire System
4-Four core

۵ - این نوع کابل خودنگهدار کابل "AMKA" معروف هستند که مخفف عبارت فنلاندی زیر است:
(A=Alumiinijohdin,M=Muovieristys, K=kerrattu johdin, A=Alumiinikannatin)

۲ مراجع الزامی

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

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

استفاده از مراجع الزامی زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲.۱ استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۸۴[1]: سال ۱۳۸۷، تجدید نظر دوم، هادی‌های کابل‌های عایق شده

۲.۲ مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۵۵۲۵[2]، سال ۱۳۸۶، روش‌های آزمون عمومی برای مواد عایق و روکش کابل‌های الکتریکی و نوری

۲.۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۳۵۶۹[3]: سال ۱۳۸۷، تجدید نظر دوم، کابل‌های قدرت با عایق اکسترود شده و تجهیزات جانبی آن برای ولتاژهای اسمی ۱/۲ KV (U_m= ۱/۲ KV) تا و خود ۳۰ KV (U_m= ۳۶ KV)

2.4 Overhead Distribution and Service.

2.5 HD 626 S1: 1996/Amend.2: 2002, (Parts 1, 2 and 6-E), Bundle Assembled Cores for BS EN 50183: 2003, Conductors for Overhead Lines – Aluminum Magnesium Silicon Alloy Wires.

2.6 ASTM B 233: 1997, Standard Specification for Aluminum 1350 Drawing Stock for Electrical Purpose.

2.7 BS EN 60889: 1997, Hard Drawn Aluminum Wire for Overhead Line Conductors.

1- EC 60228: 2004, Conductors of Insulated Cables.

2- IEC EN 60811 series, Insulating and Sheathing Materials for Electric and Optical Cables – Common Test Methods

3- IEC 60502-1: 2009, Power Cables with Extruded Insulation and Their Accessories for Rated Voltages from 1 kVup to 30 kV - Part 1: Cables for Rated Voltages of 1 kV and 3 kV.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود

۱-۳

رشتهٔ کابل

رشته‌ها در دستهٔ کابل خودنگهدار فشار ضعیف عبارت از هادی‌های آلومینیومی روکشداری هستند که به صورت به هم تابیده، کابل خودنگهدار هوایی را تشکیل می‌دهند.

۲-۳

رشته هادی

به رشتهٔ آلومینیومی تابیده شده‌ای اطلاق می‌شود که تشکیل‌دهندهٔ هادی با سطح مقطع مورد نظر است.

۳-۳

ولتاژهای نامی

ولتاژهای نامی فشار ضعیف (تخصیصی) برای کابل‌هایی که در دامنه کاربرد این استاندارد قرار می‌گیرند به‌صورت U_0/U (U_m) نمایش داده شده‌اند و با توجّه به تعاریف زیر، برابر با 0.6/1 (1.2) kV هستند.

U_0: ولتاژ مؤثر (r.m.s) بین فاز و زمین در فرکانس قدرت است که شبکهٔ تغذیه‌ای که کابل براساس آن طراحی شده، به آن اعمال می‌کند.

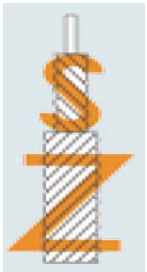
U: ولتاژ مؤثر (r.m.s) بین فازها (ولتاژ خط) در فرکانس قدرت است که کابل براساس آن طراحی شده است.

U_m: بیشترین ولتاژ مؤثری (r.m.s) است که در فرکانس قدرت ممکن است بین هر دو فاز(هادی) (شبکه تغذیه) کابل و یا تجهیزات جانبی طراحی‌شدهٔ آن، اعمال می‌شود.

۴-۳

جهت پیچش لایه[1]

جهت پیچش رشته‌های تشکیل دهندهٔ هادی یا جهت پیچش رشته‌های کابل به دور نگهدارنده در مراحل تکمیل هادی یا کابل است. زمانی که هادی یا کابل به صورت عمود نگه داشته شود، اگر جهت پیچش آخرین لایه به دور قسمت مرکزی هم جهت با حرکت قلم در نوشتن حرف Z یا همان جهت عقربه‌های ساعت باشد، اصطلاحاً به آن «راست‌گرد» و اگر جهت پیچش هم جهت با حرکت قلم در نوشتن حرف S یا خلاف جهت عقربه‌های ساعت باشد، اصطلاحاً به آن «چپ‌گرد» گویند (شکل ۱).



شکل ۱- علائم اختصاری نمایش جهت پیچش لایه

1- lays

۵-۳

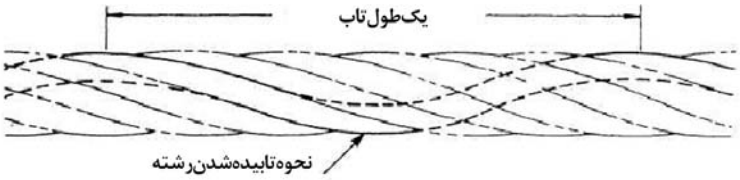
طول تاب (گام)[1]

فاصلهٔ محوریِ یک دور کاملِ چرخشِ مارپیچیِ یک رشته مفتول کشیده شده در هادی یا یک رشته کابل در طول مجموعهٔ کابلِ خودنگهدار را طول تاب یا گام گویند.

۶-۳

نسبت تاب

عبارت از نسبت طول تاب به قطر بیرونی لایهٔ مربوطه است (شکل ۲).



شکل ۲- طول تاب

۷-۳

مقدار نامی[2]

مقدار یک کمیّت است که معمولاً توسط سازنده برای یک شرایط بهره‌برداری مشخص درباره‌ی یک قطعه یا افزار و یا تجهیزات، تعیین می‌گردد و در غالب موارد در جداول مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، مقادیر اندازه‌گیری شده با احتساب رواداری‌های[3] مربوطه.

۸-۳

مواد عایق

عایق مادهٔ دی الکتریک است که باید به صورت یکپارچه پوشانیده (اکسترود) شود تا بتواند نیازهای آزمون‌های مشخّص شده در قسمت آزمون‌ها را برآورده سازد. این ماده در استاندارد حاضر پلی اتیلن شبکه‌ای است.

۹-۳

چسبندگی لغزشی

مقاومت نسبیِ هادی و لایهٔ عایق روی آن در یک رشته کابل در برابر جا به جایی محوری، است، با انجام آزمون‌های مربوطه اندازه‌گیری می‌شود.

۱۰-۳

رشتهٔ نُول نگهدارنده

رشته‌ای از کابلِ خودنگهدار که علاوه بر ایفای نقش هادی خنثی (نُول)، وظیفهٔ نگهداری وزن دستهٔ کابل و

1- Lay length
2- Rated Value
3- Tolerances

تحمّل نیروهای کشش مکانیکی را در محل نصب بر عهده دارد.

یادآوری: اسامی دیگر آن مسنجر[1]، سیم حمّال[2] و سیم مهار[3] است.

۱۱-۳

قطر معادل مجموعهٔ کابل

قطر مجموعهٔ کابل خودنگهدار به صورت نسبت محیط کابل، که با نوار اندازه‌گیری تعیین می‌شود، بر عدد پی تعریف می‌شود. اندازه‌گیری باید در سه قسمت کابل با فاصلهٔ حداقل یک متر انجام شود و مقدار میانگین به عنوان قطر نمونه ثبت گردد

۱۲-۳

خار

به برآمدگی روی جدار سطح خارجی عایق کابل گویند که به صورت خط برجستهٔ طولی برای شناسایی رشته‌ها از یکدیگر به‌کار برده می‌شود.

۱۳-۳

تعاریف مربوط به آزمون‌ها

۳-۱۳-۱ آزمون جاری[4]

مجموعه آزمون‌هایی است که توسط سازنده بر روی هر طول از محصول ساخته شده انجام می‌گیرد تا از رعایت ویژگی‌های اعلام شدهٔ استاندارد اطمینان یابد. علامت اختصاری این آزمایش R است.

۳-۱۳-۲ آزمون نمونه‌ای[5]

مجموعه آزمون‌هایی است که بر روی نمونه‌های کابل تکمیل‌شده و یا اجزاء به‌کار رفته در آن انجام می‌شود. این آزمونها به منظور اطمینان از بکار برده شدن مقادیر توصیه شده در مشخّصات محصول نهایی انجام می‌شود. علامت اختصاری این آزمایش S است.

۳-۱۳-۳ آزمون نوعی[6]

آزمونی است که قبل از تولید انبوه (عرضهٔ عمومی محصول به بازار مصرف) بر روی نمونهٔ ساخته شدهٔ تجاری انجام می‌شود تا از کارکرد رضایتبخش محصول براساس استاندارد اطمینان حاصل شود.

یادآوری: نیازی به تکرار این آزمون نیست، مگر در مواقع تغییر در طرّاحی یا مواد به‌کار رفته یا فرآیند تولید به نحوی که باعث تغییر در ماهیّت محصول گردد. علامت اختصاری این آزمایش T است.

1- Messenger
2- Carrier
3 - Support wire
4- Routine test
5- Sample test
6- Sample test

۴ الزامات طرّاحی و ساخت

۴-۱ مشخّصات عمومی

الف- نوع کابل: کابل خودنگهدار (ABC) این استاندارد دارای رشتهٔ نُول و نگهدارندهٔ مشترکِ روکش‌دار برای نصب ثابت هوایی با ولتاژ نامی 0.6/1 (1.2) kV است.

ب- اسامی و طبقه‌بندی کابل‌های خودنگهدار سه فاز و تک‌فاز بر اساس تعداد رشتهٔ تشکیل‌دهنده به شرح زیر است:

- کابل خودنگهدار پنج‌رشته: سه رشته فاز، یک رشته روشناییِ معابر و یک رشته نُول نگهدارنده.
- کابل خودنگهدار سه‌رشته: یک رشته فاز، یک رشته روشناییِ معابر و یک رشته نُول نگهدارنده
- کابل خودنگهدار دو رشته: یک رشته فاز و یک رشته نُول (مخصوص کابل سرویس‌رسانی به مشترکین و تغذیهٔ تک فاز)

ترتیب نگارش سطح مقطع رشته‌ها در نوع سه فاز پنج رشته به شرح زیر است:

3×A + L + M&N

ترتیب نگارش سطح مقطع رشته‌ها در نوع تک فازِ سه رشته به شرح زیر است:

1×A + L + M&N

A : سطح مقطع نامی هادی فاز
L : سطح مقطع نامی هادی روشناییِ معابر
M&N: سطح مقطع نامی هادی نُول نگهدارنده

ترتیب نگارش سطح مقطع رشته‌ها در نوع تک فاز دو رشته: (سطح مقطع نامی کابل) **2×A**

یادآوری۱: اضافه کردن رشتهٔ دوّم روشنایی معابر یا حذف هرگونه رشتهٔ روشنایی حسب سفارش خریدار بلامانع است.

یادآوری۲: اضافه کردن رشته‌های مورد نظر برای کنترل از راه دور یا تغذیه‌های کمکی به مجموعهٔ دسته‌شدهٔ کابل جزو این استاندارد نیست. این موارد بایستی بر اساس مقادیر مشخّصات الکتریکی و مکانیکی توافق‌شده بین خریدار و تولیدکننده انجام پذیرد.

مقاطع نامی کابل‌های خودنگهدار فشار ضعیف این استاندارد برای انواع سه فاز (پنج رشته) و تک فاز (دو و سه رشته) بر حسب میلیمتر مربّع به شرح زیر است.

سه فاز (پنج‌رشته):

۳×۳۵+۱۶+۵۰

۳×۵۰+۱۶*+۵۰

۳×۷۰+۱۶*+۷۰

۳×۹۵+۲۵+۷۰

۳×۱۲۰+۲۵+۷۰

تک فاز (سه رشته):

۱×۱۶+۱۶+۳۵

۱×۲۵+۱۶+۳۵

۱×۳۵+۱۶+۵۰

تک فاز (دو رشته):

۲×۱۶

۲×۲۵

رشته‌های فاز، روشنایی و اضافی باید حول رشتهٔ نُول نگهدارنده تاییده شده باشند. نسبت طول تاب رشته‌های کابل به قطر کابلِ تکمیل‌شده باید بین ۲۰ تا ۲۶ باشد. جهت تاب مجموعه کابل، راست‌گرد است.

یادآوری ۱: سطح مقطع واقعی هادی نُول نگهدارنده با مقطع نامیِ ۵۰، معادل ۵۴/۶ میلیمتر مربّع است.

*یادآوری۲: حسب سفارش، در این مورد، سطح مقطع هادی روشنایی می‌تواند ۲۵ میلیمتر مربّع باشد.

۲-۴ هادی‌ها

هادی‌های رشته‌های فاز و روشنایی از نوع چند رشتهٔ تابیده و فشردهٔ گرد (کلاس ۲) و از جنس آلومینیوم H12 یا EC 1350 O با حداقل خلوص ۹۹/۵ درصد است. استحکام کششی سیم‌های کشیده شده آن بین ۱۲۵ N/mm^2 تا ۲۰۵ N/mm^2 است. مقاومت ویژهٔ الکتریکی هادی رشته‌های فاز و روشنایی در دمای ۲۰ °C حداکثر ۲۸/۲۶۴ nΩ.m است. تعداد رشته‌های هادی‌های فاز و روشنایی برای مقاطع تا ۵۰ میلیمتر مربّع، ۷ رشته و برای مقطع ۷۰ حداقل ۱۲ رشته‌ای و مقاطع بالاتر، ۱۹ رشته است.

هادیِ رشتهٔ نُول نگهدارنده، از نوع هفت رشتهٔ تابیده و غیرفشردهٔ گرد (کلاس ۲) و از جنس آلومینیوم آلیاژی منیزیوم سیلیسیوم ۶۱۰۱ (معادل گرید AL3 از استاندارد BS EN 50183) است. مقاومت ویژهٔ رشته‌های هادی نُول نگهدارنده در دمای ۲۰ °C حداکثر ۳۲/۵۳۰ nΩ.m و استحکام کششی رشته‌ها قبل از تابیده شدن حداقل ۲۹۵ N/mm^2 است. ازدیاد طول نسبی رشته‌ها حداقل ۳/۵ درصد است. ضریب انبساط حرارتی خطی رشته‌های هادی نُول نگهدارنده (K^{-1}) ۲۳×۱۰^{-۶} و مدول الاستیسیتهٔ آن ۶۸۰۰۰ MPa است. در مراحل تولید هیچ‌گونه جوش یا اتصالی در رشته‌های تشکیل دهندهٔ هادی نُول نگهدارنده بعد از کشش نهایی رشته‌های مذکور مجاز نیست. نسبت طول تاب لایهٔ بیرونی هادی رشتهٔ نُول نگهدارنده به قطر بیرونی این هادی نباید بزرگ‌تر از ۲۰ باشد.

جهت تاب لایهٔ بیرونی هادی در تمام رشته‌های کابل خودنگهدار، چپ‌گرد است. سطح بیرونی هادی‌های فاز و روشنایی باید به‌صورت فشرده[1] و صاف باشد.

1- Compact

۴-۳ عایق

عایق کابل خودنگهدار از ماده گرماسختی[1] تشکیل می‌شود که بر پایهٔ پلی‌اتیلن شبکه‌ای از نوع TIX-5 (طبق تعریف ارائه شده در قسمت‌های ۱ و ۶ مرجع ۲-۴ (HD 626) از مراجع الزامی، مربوط به کابل نوع 6E) و به رنگ سیاه (محتوی دوده[2]) است.

عایق باید در مقابل عوامل جوّی و پرتو فرابنفش[3] خورشید و کشش و سایش مقاوم باشد. مشخصات عایق مورد بحث در جدول ۳ آمده است. عایق به روش اکستروژن بر روی هادی کشیده می‌شود.

معیارهای ضخامت میانگین و حداقل ضخامت نقطه‌ای عایقِ اکسترودِ پیوسته در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است.

سایر الزامات مربوط به طرّاحی کابلِ خودنگهداری که موضوع مورد بحث استاندارد حاضر است، در جداول ۱ تا ۴ درج شده‌اند.

2- Thermo set.
3- Carbon black
4- UV

جدول ۱- مشخّصات رشته‌های فاز و روشنایی

ردیف	شرح مشخصه		واحد	الزامات و مقادیر نامی						
۱	سطح مقطع نامی هادی (فشرده)		mm^2	۱۶	۲۵	۳۵	۵۰	۷۰*	۹۵	۱۲۰
۲	تعداد رشتهٔ تشکیل‌دهندهٔ هادی		÷÷÷	۷	۷	۷	۷	۱۹	۱۹	۱۹
۳	قطر رشته‌های تشکیل دهندهٔ هادی قبل از تابیدن (جهت اطلاع)		mm	۱/۷۲	۲/۲۰	۲/۶۰	۳/۰۰	۲/۲۰	۲/۶۰	۲/۸۳
۴	قطر هادی فشرده شده (بدون عایق)	حداقل	mm	۴/۶	۵/۸	۶/۸	۷/۹	۹/۷	۱۱/۰	۱۲/۰
		حداکثر		۴/۸	۶/۱	۷/۳	۸/۴	۱۰/۲	۱۲/۰	۱۳/۰
۵	قطر بیرونی رشته (با عایق و بدون احتساب خار)	حداقل	mm	۷/۰	۸/۶	۱۰/۰	۱۱/۱	۱۳/۳	۱۴/۶	۱۵/۶
		حداکثر		۷/۵	۹/۲	۱۰/۸	۱۱/۹	۱۴/۱	۱۵/۸	۱۶/۷
۶	وزن تقریبی رشتهٔ کابل	بدون عایق	kg/km	۴۲	۶۷	۹۳	۱۲۶	۱۸۲	۲۵۱	۳۱۶
		با عایق		۶۵	۱۰۰	۱۳۶	۱۷۵	۲۴۸	۳۲۸	۳۹۸
۷	حداقل ضخامت میانگین عایق (بدون احتساب خار)		mm	۱/۲	۱/۴	۱/۶	۱/۶	۱/۸	۱/۸	۱/۸
۸	حداکثر ضخامت میانگین عایق (بدون احتساب خار)		mm	۱/۵	۱/۷	۲/۰	۲/۰	۲/۲	۲/۴	۲/۴
۹	حداقل ضخامت نقطه‌ای عایق		mm	۰/۹۸	۱/۱۶	۱/۳۴	۱/۳۴	۱/۵۲	۱/۵۲	۱/۵۲
۱۰	حداکثر مقاومت الکتریکی هادی در ۲۰ °C		Ω/km	۱/۹۱	۱/۲۰	۰/۸۶۸	۰/۶۴۱	۰/۴۴۳	۰/۳۲۰	۰/۲۵۳
۱۱	جهت تاب لایهٔ بیرونی رشته‌های تشکیل‌دهندهٔ هادی		-	چپ‌گرد						

***یادآوری: در مورد هادی با سطح مقطع ۷۰ میلیمتر مربع, حداقل تعداد رشته تشکیل دهنده هادی، مطابق با مقررات مرجع ۲-۱ ۱۲ (ISIRI ۳۰۸۴) است که به تناسب, قطر رشته برای هادی فشرده تعیین می‌شود.**

جدول ۲- مشخّصات رشتهٔ نُول نگهدارنده با هادی آلومینیوم آلیاژی

ردیف	شرح مشخّصه		واحد	الزامات و مقادیر نامی			
۱	سطح مقطع نامی هادی (غیرفشرده)		mm^2	۳۵	۵۰ (سطح مقطع واقعی: ۵۴/۶)	۷۰	
۲	تعداد رشتهٔ تشکیل‌دهندهٔ هادی		-	۷	۷	۷	
۳	قطر رشته‌های تشکیل دهندهٔ هادی قبل از تابیدن*		mm	۲/۵۴	۳/۱۵	۲/۵۰	۳/۶۱
۴	قطر هادی نگهدارنده (بدون عایق)	حداقل	mm	۷/۵	۹/۲	۱۰/۲	۱۰/۷
		حداکثر		۷/۷	۹/۶	۱۰/۷	۱۱/۰
۵	قطر بیرونی رشتهٔ نگهدارنده (با عایق و بدون احتساب خار)	حداقل	mm	۱۰/۷	۱۲/۴	۱۳/۵	۱۳/۹
		حداکثر		۱۱/۱	۱۳/۰	۱۴/۱	۱۴/۴
۶	وزن تقریبی سیم نگهدارنده	بدون عایق	kg/km	۹۷	۱۴۹	۱۸۴	۱۹۶
		با عایق		۱۴۳	۲۰۱	۳۴۸	۲۵۸
۷	حداقل نیروی پارگی هادی**		N	۹۹۴۰	۱۵۳۰۰	۲۰۰۰۰	
۸	حداقل ضخامت میانگین عایق (بدون احتساب خار)		mm	۱/۶	۱/۶	۱/۶	
۹	حداکثر ضخامت میانگین عایق (بدون احتساب خار)		mm	۱/۸	۱/۹	۱/۹	
۱۰	حداقل ضخامت نقطه‌ای عایق		mm	۱/۳۴	۱/۳۴	۱/۳۴	
۱۱	حداکثر مقاومت الکتریکی هادی در دمای ۲۰°C		Ω/km	۰/۹۵۰	۰/۶۳۰	۰/۵۰۰	
۱۲	جهت تاب لایهٔ بیرونی رشته‌های تشکیل‌دهندهٔ هادی		-	چپ‌گرد			

***یادآوری:** در مرجع الزامی ۲-۴؛ (HD 626) این استاندارد، قطر نامی رشته‌های تشکیل دهنده هادی نول نگهدارنده با سطح مقطع $70mm^2$، ۳/۵۰mm تعیین شده است. با این حال به منظور سازگاری مقادیر حداقل استحکام کششی تعین شده برای رشته‌های هادی نول نگهدارنده، با نیروی پارگی هادی در استاندارد حاضر، استفاده از رشته با قطر نامی ۳/۶۱ mm نیز مجاز شمرده شده، اما قطر نامی ۳/۵۰ mm ارجحیت دارد.

****یادآوری:** در مرجع الزامی ۲-۴ (HD 626) این استاندارد، مقادیر حداقل نیروی پارگی (کل) هادی نول نگهدارنده برای مقاطع $54/6 mm^2$ و $70mm^2$ به ترتیب ^{N} ۱۶۶۰۰ و ^{N} ۲۰۵۰۰ تعیین شده است.

جدول ۳- مشخّصات عایق پلی‌اتیلن شبکه‌ای (XLPE) رشته‌ها

ردیف	مشخّصه		واحد	مقدار
۱	حداکثر دمای کار هادی کابل		°C	۹۰
۲	نوع عایق (طبق تعریف مرجع ۲-۴ از مراجع الزامی)		-	TIX-5
۳	خواصّ مکانیکی قبل از پیرسازی	حداقل استحکام کششی	MPa	۱۴/۵
		حداقل ازدیاد طول نسبی	%	۲۰۰
۴	شرایط پیرسازی	دمای پیرسازی	°C	۱۵۰
		زمان پیرسازی	h	۲۴۰
۵	تغییر خواصّ مکانیکی قبل و پس از پیرسازی	حداکثر تغییرات استحکام کششی قبل و پس از پیرسازی	%	±۲۵
		حداکثر تغییرات ازدیاد طول نسبی قبل و پس از پیرسازی	%	±۲۵
۶	شرایط و معیار آزمون گرماسختی	دما	°C	۲۰۰
		زمان اعمال بار در دمای بالا	min	۱۵
		تنش در دمای بالا	MPa	۰/۳
		حداکثر تغییر طول نسبی تحت بار	%	۱۰۰
		حداکثر تغییر طول نسبی باقیمانده بدون بار	%	۱۵
۷	شرایط و معیار آزمون انقباض	زمان قرارگیری در کورهٔ هوا	h	۱
		دما	°C	۱۰۰
		حداکثر انقباض عایق	%	۴
۸	مقدار دوده[1]	حداقل	%	۲/۰
		حداکثر		۳/۰

جدول ۴- وزن واحد طول و قطر بیرونی مجموعهٔ کابلِ خود نگهدار

تعداد رشته‌ها و مقاطع هادی (mm^2)		وزن تقریبی مجموعهٔ کابل (kg/km)	قطر معادل مجموعهٔ کابل (mm)
۳×۳۵+۱۶+۵۰	پنج رشته	۶۸۴	۳۳
۳×۵۰+۱۶+۵۰		۸۰۳	۳۶
۳×۷۰+۱۶+۷۰		۱۰۸۳	۴۱
۳×۹۵+۲۵+۷۰		۱۳۶۲	۴۴
۳×۱۲۰+۲۵+۷۰		۱۵۷۵	۴۶
۱×۱۶+۱۶+۳۵	سه رشته	۲۷۸	۱۸
۱×۲۵+۱۶+۳۵		۳۱۴	۲۰
۱×۳۵+۱۶+۵۰		۴۰۸	۲۳
۲×۱۶	دو رشته	۱۳۱	۱۵
۲×۲۵		۲۰۳	۱۸

1- Carbon black

۵ حداکثر دمای کار هادی

- در حالت عملکرد عادی: ۹۰°C
- در حالت اتصال کوتاه (حداکثر به مدت پنج ثانیه): ۲۵۰ °C

۶ شناسائی رشته‌ها و نشانه‌گذاری کابل

۶-۱ شناسائی رشته‌ها

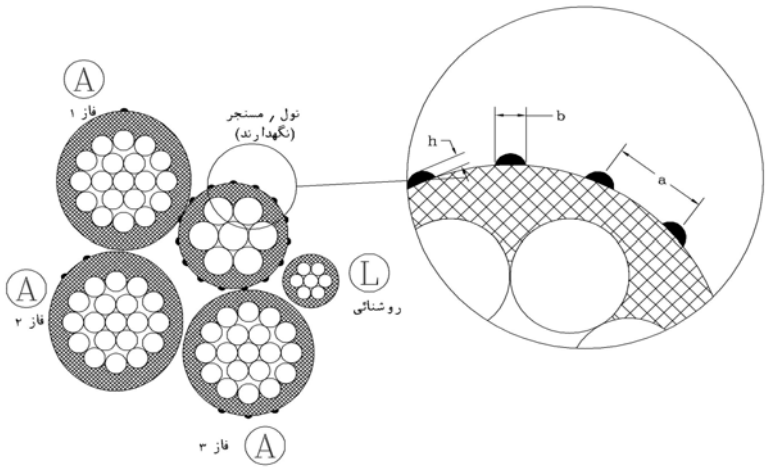
برای شناسائی فازها روی جدار خارجی عایق کابل هر فاز، باید برآمدگی‌های مشخّصی به‌صورت خط برجسته طولی (خار) به تعداد یک، دو یا سه عدد وجود داشته باشد. رشتهٔ روشنایی فاقد خار است.

علامت مشخصهٔ رشتهٔ نُولِ نگهدارنده به صورت خطوط برجستهٔ طولی در پیرامون عایق رشته با توزیع یکنواخت (اصطلاحاً هزار خار) است.

بلندی، پهنا و فاصله خارها از یکدیگر باید طوری باشد که تشخیص رشتهٔ مربوطه به راحتی میسّر گردد. این اندازه‌ها به شرح جدول ۵ و مطابق با شکل ۳ خواهند بود. از مقادیر درج شده در جدول ۵، حداقل بلندی خار به میزان ۰/۴ میلیمتر برای رشته‌های فاز و ۰/۲ میلیمتر برای رشتهٔ نُول نگهدارنده، مقادیر اجباری محسوب می‌شوند. شایان ذکرست که استفاده از نوار سفید یا رنگی طولی در عایق مجاز نیست.

جدول ۵- ابعاد خار بر روی عایق کابل خودنگهدار

شاخص	شرح	واحد	رشته‌های فاز	رشته نُول نگهدارنده
b	پهنای خار	mm	۱/۰ ± ۰/۲	۰/۶ ± ۰/۲
h	بلندی خار	mm	۰/۵ ± ۰/۱	۰/۳ ± ۰/۱
a	فاصلهٔ بین دو خار مجاور	mm	۵ ± ۱	۳ ± ۱



شکل ۳- برش مقطع کابل خودنگهدارِ پنج‌رشته و خارهای مشخّصه بر روی عایق رشته‌ها

۶-۲ نشانه‌گذاری و درج مشخّصات کابل

مشخّصات رشته‌های کابل باید در طول کابل قابل شناسایی باشد. مشخّصات باید روی فضای خالی بیرون خار بر سطح خارجی فاز "یک[۱]" به صورت ماندگار و به روش چاپی یا برجسته یا فرورفته درج گردد و حاوی اطلاعات زیر باشد:

نام یا علامت تجاریِ سازنده، ولتاژ کابل، استاندارد مورد استفاده، سال ساخت، مقاطع کابل و متراژ.

یادآوری۱ : ارتفاع حروف نباید کمتر از ۳ میلیمتر و بیشتر از ۵ میلیمتر باشد.

یادآوری۲: متراژ درج شده در روی رشتهٔ فاز کابلِ خودنگهدار باید با در نظر گرفتن اختلاف طول رشته نسبت به مجموعهٔ کابل، ناشی از تابیده شدن رشته‌ها، باشد.

یادآوری۳: فاصلهٔ خالی بین دو نشانه‌گذاری متوالی نباید بیش از ۵۵۰ میلیمتر باشد.

۷ شدت جریان مجاز

شدت جریان مجاز و شدت جریان اتصال کوتاه کابل در یک ثانیه براساس درجه حرارت محیط نصب و حداکثر درجه حرارت مجاز قابل تحمّل عایقِ کابل باید از طرف سازندهٔ کابل اعلام شود.

جریان مجاز کابل خودنگهدار، با فرض تقارن بار، در جداول ۶ و ۷ آمده است. این جداول در شرایطی که از طرف سازنده اطلاعات دقیقی در مورد کابل خودنگهدار ارایه نشده باشد، برای انتخاب مناسب سیستم حفاظتی (فیوز یا کلید) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

جدول ۶- جریان مجاز کابل خودنگهدار سه فاز

مقاطع رشته‌ها (mm^2)	حداکثر جریان مجاز مداوم در هوا (A) بر اساس دمای محیط ۳۰ °C، سرعت باد ۰/۶ m/s و حداکثر دمای هادی معادل ۹۰ °C		شاخص افت ولتاژ در CosΦ=/۰۸ (V/A/km)
	هادی شبکهٔ سه فاز کشیده شده بین پایه‌ها	هادی روشنایی	
۳×۳۵+۱۶+۵۰	۱۳۸	۸۳	۱/۶۵
۳×۵۰+۱۶+۵۰	۱۶۸	۸۳	۱/۲۷
۳×۷۰+۱۶+۷۰	۲۱۳	۸۳	۰/۸۷
۳×۹۵+۲۵+۷۰	۲۵۸	۱۱۱	۰/۶۷
۳×۱۲۰+۲۵+۷۰	۳۰۰	۱۱۱	۰/۵۵

۱- رشته فازی که دارای یک خار می‌باشد.

جدول ۷- جریان مجاز کابل خودنگهدار تک فاز و سرویس رسانی به مشترکین

مقاطع رشته‌ها (mm^2)	حداکثر جریان مجاز مداوم در هوا (A) بر اساس دمای محیط ۳۰ °C، سرعت باد ۰/۶ m/s و حداکثر دمای هادی معادل ۹۰ °C			شاخص افت ولتاژ هادی فاز در CosΦ=/۰۸ (V/A/km)
	در هوا حداکثر دما ۳۰ °C	روی دیوار	داخل لوله یا زیر روکش محافظ	
۲×۱۶	۹۳	۸۳	۷۲	۳/۹۸
۲×۲۵	۱۲۲	۱۱۱	۹۵	۲/۵۴

۸ بسته‌بندی و قرقرهٔ کابل

۸-۱ کابل باید به وسیلهٔ قرقرهٔ مناسب در مقابل آسیب‌های احتمالی ناشی از حمل و نقل و بارگیری حفاظت شود. ابعاد و قطر قرقرهٔ کابل و وزن آن بر اساس توافقی که بین سازنده و خریدار معیّن می‌شود، تعیین می‌گردد. درصورت نیاز به بسته‌بندی خاصّ در حین حمل، خریدار باید مسئله را در زمان سفارش مشخّص کند.

۸-۲ داشتن پلاک مشخّصه برای هر قرقرهٔ کابل الزامی است. اطلاعات زیر باید بر روی پلاک مشخصهٔ قرقره درج گردد:

الف- نام سازنده (یا علامت تجاری تولید کننده یا مرکز تامین کننده کابل)

ب- تعداد و سطح مقطع رشته‌ها

پ- شماره قرقره یا کد شناسایی کارخانه

ت- شماره استاندارد ساخت

ث- طول کابل

ج- متراژ ابتدا و انتها

چ- سال ساخت

ح- وزن ناخالص (مجموع وزن قرقره و کابل)

یادآوری ۱: علائمی که بایستی بر روی فلنج قرقره آورده شود شامل: علامت فلش که جهت چرخش قرقره را نشان می‌دهد، شماره قرقره و سطح مقطع.

۸-۳ ابتدا و انتهای هر رشتهٔ کابل باید با استفاده از درپوش‌های فشاری برای جلوگیری از نفوذ رطوبت به داخل هادی بسته شود. همچنین ابتدا و انتهای کابل خودنگهدار باید با بستِ کمربندی محکم شود تا از باز شدن تاب رشته‌های کابل جلوگیری گردد. استفاده از بستِ کمربندی در طول کابل به جز در ابتدا و انتهای آن مجاز نیست.

۹ آزمون‌ها

۹-۱ لیست آزمون‌ها

لیست آزمون‌ها در جدول ۸ آمده است. روش تعدادی از آزمون‌ها در بندهای ۹-۲ تا ۹-۶ ارائه شده است.

جدول ۸- آزمون‌ها

۱- آزمون‌های جاری			
ردیف	**بررسی / آزمون**	**معیار پذیرش**	**روش‌های آزمون و مرجع روش‌ها**
۱-۱	آزمون ولتاژ (کل طول محصول تولیدی)	عدم وقوع شکست الکتریکی	آزمون جرقه[1] در خطّ تولید: - ولتاژ آزمون: (۴۵۰۰ + ۷۵۰۰e) V DC یا (۳۰۰۰ + ۵۰۰۰e) V AC 50 Hz e ضخامت نامی عایق بر حسب میلیمتر است. روش جایگزین، غوطه‌وری در آب و اعمال ولتاژ: - زمان غوطه‌وری در آب قبل از آزمون: ۱ ساعت - ولتاژ آزمون (بین هادی و آب): ۴ kV AC یا ۱۰ kV DC - زمان اعمال ولتاژ: ۱۵ دقیقه (بند HD 626-6 Sec. E 3)
۱-۲	پیوستگی هادی	عدم وجود قطعی در هادی	با استفاده از یک لامپ یا سیستم هشدار صوتی در ولتاژی حداکثر برابر با ولتاژ نامی کابل (بند HD 626-6 Sec. E 3)
۱-۳	بررسی ساختمان کابل	مطابق با مشخّصات ساختمانی عمومی بند ۴	بررسی چشمی
۱-۴	اندازه‌گیری قطر بیرونی رشته‌های کابل	مطابق با جداول ۱ و ۲	بند 8.3 ISIRI ۵۵۲۵ IEC 60811-1-1
۱-۵	بررسی علائم شناسایی رشته‌ها (خار)	مطابق با بند ۶	اندازه‌گیری و بررسی چشمی

یادآوری: فروشنده یا سازنده لازم است برنامهٔ زمانی تولید را پیشاپیش به اطلاع خریدار برساند تا نمایندهٔ خریدار یا دستگاه نظارت، در صورت لزوم، بر مراحل تولید و انجام آزمون‌های جاری نظارت داشته باشد.

1- Spark test

جدول ۸- آزمون‌ها (ادامه)

۲- آزمون‌های نمونه‌ای			
ردیف	بررسی / آزمون	معیار پذیرش	روش‌های آزمون و مرجع روش‌ها
	هادی		
۲-۱	بررسی ساختمان و مشخّصات ابعادی، الکتریکی و مکانیکی	مطابق با الزامات قید شده در بند ۴-۲ و جداول ۱ و ۲ برای هادی‌ها (تعداد رشته، قطر، مقاومت الکتریکی، خواصّ مکانیکی و جهت تاب)؛ حداکثر نسبت تاب لایهٔ بیرونی هادی رشتهٔ نول نگهدارنده: ۲۰	اندازه‌گیری و بررسی چشمی
	عایق		
۲-۲	اندازه‌گیری ضخامت عایق	مطابق با جداول ۱ و ۲	بند 8.1 IEC 60811-1-1 ISIRI ۵۵۲۵
۲-۳	اندازه‌گیری قطر بیرونی رشته	مطابق با جداول ۱ و ۲	بند 8.3 IEC 60811-1-1 ISIRI ۵۵۲۵
۲-۴	آزمون گرماسختی	مطابق با جدول ۳	بند 9 IEC 60811-2-1 ISIRI ۵۵۲۵
۲-۵	آزمون انقباض در دمای بالا	مطابق با جدول ۳	بند 10 IEC 60811-1-3 ISIRI ۵۵۲۵
	رشته‌ها و کابل کامل		
۲-۶	نسبت تاب و جهت تاب مجموعهٔ کابل	۲۶ - ۲۰ / راست‌گرد	اندازه‌گیری و بررسی چشمی
۲-۷	بررسی علائم شناسایی رشته‌ها (خار)	مطابق با بند ۶	اندازه‌گیری و بررسی چشمی
۲-۸	بررسی نشانه‌گذاری	مطابق با بند ۶	بررسی چشمی
۲-۹	ماندگاری نشانه‌گذاری چاپی	خوانا بودن نشانه‌گذاری پس از آزمون	ده مرتبه مالش یک پارچهٔ نخیِ نم‌دار بر روی علائم
۲-۱۰	بررسی طول کابل کامل با مقدار متراژ درج شده	مطابق با قرارداد خرید	-
۲-۱۱	چسبندگی عایق رشتهٔ نُول نگهدارنده به هادی (T_g) (به توضیحات مندرج در بند ۹-۲ مراجعه کنید.) (مقدار مربوط به رشتهٔ ۳۵ تحت بررسی است.)	T_g (۳۵ mm^2) ≥ ۱۵۰ N T_g (۵۰ mm^2) ≥ ۱۸۰ N T_g (۷۰ mm^2) ≥ ۲۰۰ N	بند 2.2.2 HD 626-2
۲-۱۲	چسبندگی عایق رشتهٔ نُول نگهدارنده به هادی (T_f) (به توضیحات مندرج در بند ۹-۳ مراجعه کنید.) (مقدار مربوط به رشتهٔ ۳۵ تحت بررسی است.)	T_f (۳۵ mm^2) ≥ ۸۰۰۰ N T_f (۵۰ mm^2) ≥ ۱۲۰۰۰ N T_f (۷۰ mm^2) ≥ ۱۶۰۰۰ N	بند 2.2.5 HD 626-2
۲-۱۳	قطر کابل کامل (دسته کابل)	فاقد معیار پذیرش*	با نوار اندازه‌گیری

یادآوری ۱: آزمون‌های نمونه‌ای (Sample Tests) برای هر محموله کابل خودنگهدار باید بر روی ۱۰٪ از تعداد قرقره‌های کابل تولیدی آن محموله انجام گیرد. انتخاب قرقره‌ها برای آزمون به‌طور تصادفی انجام می‌شود و از هر قرقرهٔ انتخاب‌شده، نمونه‌ای از کابل تحت آزمون‌های نمونه‌ای فوق قرار می‌گیرد. نمونه‌برداری و انجام آزمون‌ها باید با اطلاع و نظارت خریدار باشد.

یادآوری ۲: در اندازه‌گیری قطر کابل کامل شده مقادیر تقریبی بوده و نتیجه با مقادیر مربوطه در جدول ۴ مقایسه می‌گردد.

جدول ۸- آزمون‌ها (ادامه)

۳- آزمون‌های نوعی			
ردیف	بررسی / آزمون	معیار پذیرش	روش‌های آزمون و مرجع روش‌ها
۱-۳	آزمون ولتاژ بر روی رشته‌ها	عدم وقوع شکست الکتریکی	- طول نمونه: ۲۰ m ≥ - زمان غوطه‌وری در آب قبل از آزمون: ۲۴ ساعت - ولتاژ آزمون (بین هادی و آب): ۱۰ kV AC - زمان اعمال ولتاژ: ۳۰ دقیقه (بند 3 E Sec. 626-6 HD)
۲-۳	آزمون ایستادگی ولتاژ ضربه بر روی رشته‌ها	عدم وقوع شکست الکتریکی	- طول نمونه: ۳ m ~ - نمونه در دمای محیط در آب غوطه‌ور می‌شود (دو سر نمونه، بیرون آب قرار می‌گیرد). - تعداد ضربه‌ها: (-) ۵ (+) ۵ - شکل موج ضربه: 1.2/50 µs - پیک ولتاژ: ۲۰ kV (بند 3 E Sec. 626-6 HD)
۳-۳	مقاومت عایقی در °C (۱ ± ۸۰)	Ki ≥ ۱۰۰۰ MΩ.km	- طول نمونه: ۱۰ m ~ - زمان غوطه‌وری در آب قبل از آزمون: ۲ ساعت (بند 17.2 IEC 60502-1) ISIRI ۳۵۶۹-۱
۴-۳	اندازه‌گیری قطر هادی	مطابق با جداول ۱ و ۲	اندازه‌گیری با میکرومتر یا کولیس با فک‌های تخت
۵-۳	نسبت تاب و جهت تاب مجموعهٔ کابل	۲۶ – ۲۰ / راست‌گرد	اندازه‌گیری و بررسی چشمی
۶-۳	اندازه‌گیری ضخامت عایق	مطابق با جداول ۱ و ۲	بند 8.1 IEC 60811-1-1 ISIRI ۵۵۲۵
۷-۳	اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی هادی	مطابق با جداول ۱ و ۲	(IEC 60228) ISIRI ۳۰۸۴
۸-۳	استحکام مکانیکی هادی رشتهٔ نُول نگهدارنده	مطابق با جدول ۲	به روش محاسباتی و بر اساس نتایجِ آزمون کشش رشته‌های تشکیل دهندهٔ هادی یا از طریق کشش هادی کامل
۹-۳	خواصّ مکانیکی عایق قبل و پس از پیرسازی	مطابق با جدول ۳	بند 9.1 IEC 60811-1-1 ISIRI ۵۵۲۵ بند 8.1 IEC 60811-1-2 ISIRI ۵۵۲۵
۱۰-۳	آزمون گرماسختی عایق	مطابق با جدول ۳	بند 9 IEC 60811-2-1 ISIRI۵۵۲۵
۱۱-۳	آزمون انقباض در دمای بالا	مطابق با جدول ۳	بند 10 IEC 60811-1-3 ISIRI ۵۵۲۵
۱۲-۳	اندازه‌گیری مقدار دوده عایق	مطابق با جدول ۳	بند 11 IEC 60811-1-4 ISIRI ۵۵۲۵
۱۳-۳	آزمون مقاومت عایق به شرایط محیطی (به توضیحات مندرج در بند ۹-۶ مراجعه شود.)	مطابق با HD 626-2 بند 2.5.1	بند 2.5.1 HD 626-2
۱۴-۳	ظرفیت سوراخ‌شدگی[1] عایق (کلیهٔ رشته‌ها) (به توضیحات مندرج در بند ۹-۴ مراجعه شود.)	Tp ≤ ۵ S	بند 2.9.1 HD 626-2

1. Perforation

جدول ۸- آزمون‌ها (ادامه)

۳- آزمون‌های نوعی			
ردیف	بررسی / آزمون	معیار پذیرش	روش‌های آزمون و مرجع روش‌ها
۱۵-۳	رفتار رشته نُول نگهدارنده تحت تنش‌های ترکیبی مکانیکی گرمایی (به توضیحات مندرج در بند ۹-۵ مراجعه شود.) آزمون‌هایی که پس از سیکل مکانیکی گرمایی انجام می‌شود:		بند 2.3.1 HD 626-2
	- آزمون ولتاژ روی رشتهٔ نُول نگهدارنده	عدم وقوع شکست الکتریکی	- طول نمونه: ≥ ۲۰ m - زمان غوطه‌وری در آب قبل از آزمون: ۲۴ ساعت - ولتاژ آزمون (بین هادی و آب): ۱۰kV AC - زمان اعمال ولتاژ: ۳۰ دقیقه
	- آزمون لغزش	مطابق با بند 2.3.1 HD 626-2	بند 2.3.1 HD 626-2
	- عمق فرورفتگی	مطابق با بند 2.3.1 HD 626-2	بند 2.3.1 HD 626-2
۱۶-۳	چسبندگی عایق رشتهٔ نُول نگهدارنده به هادی (T_g) (به توضیحات مندرج در بند ۹-۲ مراجعه شود.)	مطابق الزامات قید شده در ردیف ۲-۱۱ آزمون‌های نمونه‌ای	بند 2.2.2 HD 626-2 - Method 2
۱۷-۳	چسبندگی عایق رشتهٔ نُول نگهدارنده به هادی (T_f) (به توضیحات مندرج در بند ۹-۳ مراجعه شود.)	مطابق الزامات قید شده در ردیف ۲-۱۲ آزمون‌های نمونه‌ای	بند 2.2.5 HD 626-2 -Method 5

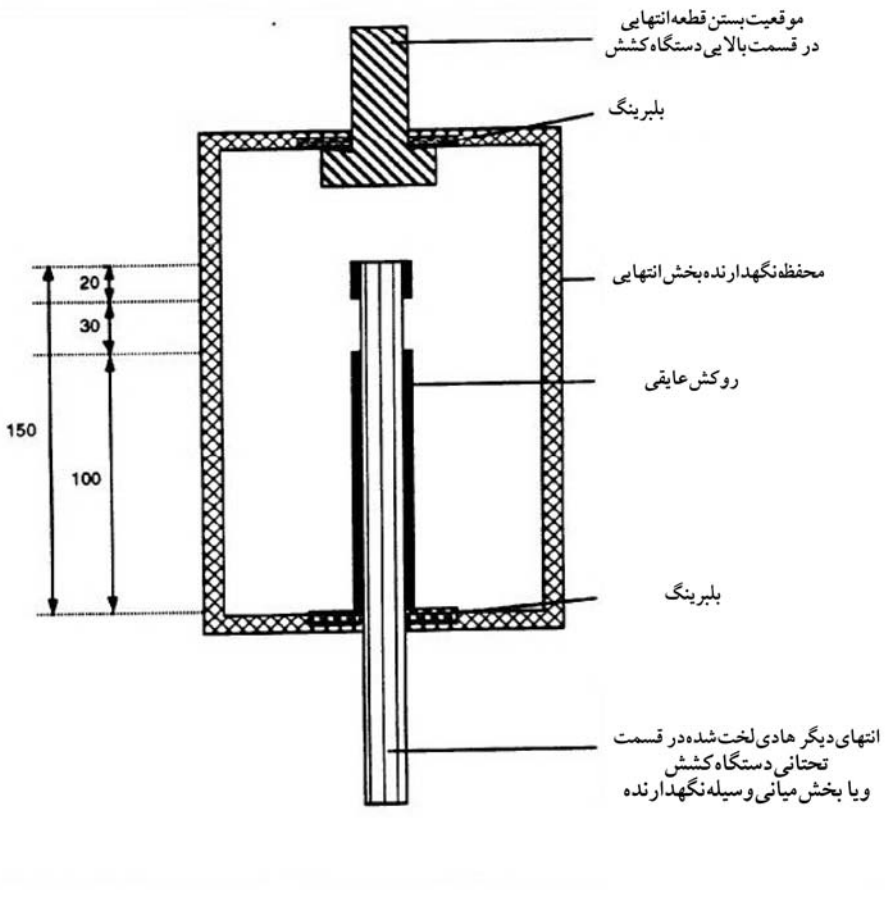
۹-۲ روش آزمون چسبندگی عایق به هادی رشتهٔ نُول نگهدارنده (T_g)

این آزمون باید بر روی رشتهٔ نُول نگهدارنده انجام گیرد. نمونه قبل از آزمون و به منظور آماده‌سازی اولیّه، باید به مدّت یک ساعت مطابق بند ۸ استاندارد ISIRI ۵۵۲۵ (IEC 60811-1-2) (کورهٔ مورد استفاده در آزمون‌های کهنگی کابل) در یک کورهٔ هوا در دمای ۱۲۰°C قرار گیرد و سپس به طور طبیعی طی مدّت حداقل ۱۶ ساعت خنک شود.

آزمون باید مطابق شکل ۴ انجام گیرد. ادوات آزمون باید تحت بار کششی از قابلیّت گردشِ محوری برخوردار باشند. این قابلیّت با استفاده از بلبرینگ نشان داده شده در شکل ۴ قابل دستیابی است. قابلیّت گردش باید به گونه‌ای باشد که از خرابی سطوح تماس در هنگام لغزش عایق، که ناشی از تابیدگی رشته‌های هادی است، جلوگیری کند.

از یک نمونه رشتهٔ نُول نگهدارنده به طول حداقل ۱۰ متر باید ۶ قطعه با توزیع یکنواخت برداشته شود تا تحت آزمون قرار گیرند. اندازه قطعات در شکل ۴ آورده شده است. سرعت کشش باید cm/min (۱±۲) باشد. نیروی T_g مورد نیاز برای شروع لغزش عایق روی هادی ثبت می‌شود.

حداقل مقدار T_g ثبت شده برای ۶ قطعهٔ مورد آزمون به عنوان T_g رشته در نظر گرفته می‌شود که این مقدار نباید از مقدار مرجعِ مربوطه کمتر باشد.



شکل ۴- آزمون چسبندگی عایق به هادی رشتهٔ نُول نگهدارنده (T_g)

۹-۳ روش آزمون چسبندگی عایق به هادی رشتهٔ نُول نگهدارنده (T_f)

این آزمون باید بر روی رشتهٔ نُول نگهدارنده انجام گیرد. نمونه قبل از آزمون و برای آماده‌سازی اولیه، باید مطابق بند ۸ استاندارد۵۵۲۵ ISIRI (IEC 60811-1-2) (کورهٔ مورد استفاده در آزمون‌های کهنگی کابل) به مدّت یک ساعت در یک کورهٔ هوا در دمای۱۲۰°C قرار گیرد و سپس به طور طبیعی طی مدّت حداقل ۱۶ ساعت خنک شود.

آزمون باید مطابق شکل ۵ انجام گیرد. طرح و ابعاد گیرهٔ نگهدارندهٔ مرجع[1] در شکل ۶ آمده است. در گیرهٔ نگهدارندهٔ مرجع، محفظه از جنس آلومینیوم آلیاژی است و خارهای مخروطی از جنس پلی‌آمید ۶ هستند. ضریب اصطکاک بین خارها و قطعات گوه‌ای شکل باید بین ۰/۱۵ و ۰/۲۵ باشد و این ضریب باید قبل از هر

1- Reference anchor

آزمون کنترل شود. گیرهٔ نگهدارندهٔ مرجع باید تحت بار کششی از قابلیّت گردشِ محوری برخوردار باشد. این قابلیّت با استفاده از بلبرینگ قابل دستیابی است. قابلیّت گردش باید به گونه‌ای باشد که از خرابی سطوح تماس در هنگام لغزش عایق، که ناشی از تابیدگی رشته‌های هادی است، جلوگیری کند.

نیروی وارده از گیرهٔ نگهدارندهٔ مرجع بر روی نمونه در مقاطع مختلف نُول نگهدارنده باید مطابق مقادیر زیر باشد:

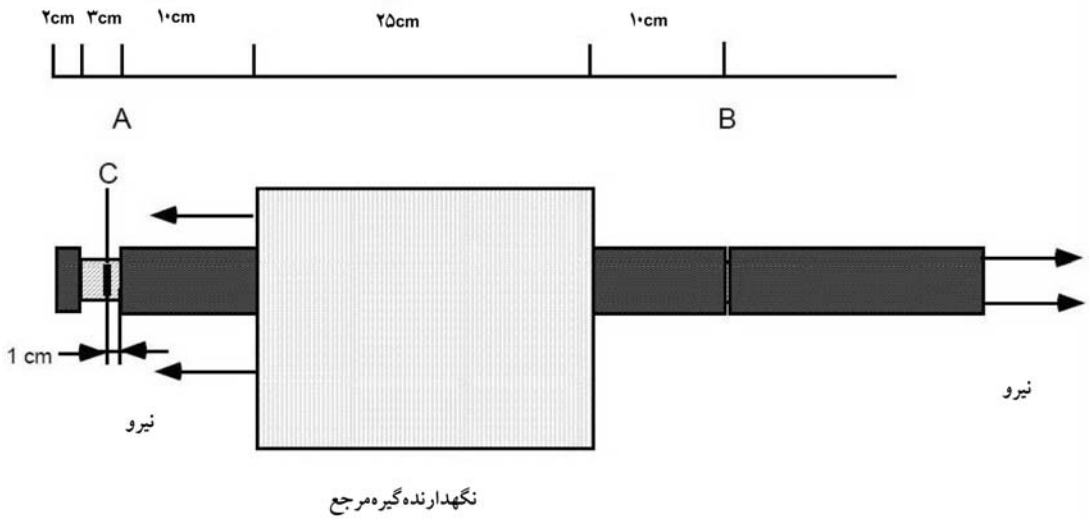
نُول نگهدارندهٔ ۳۵ میلیمتر مربّع: N (۱۰۰۰±۱۳۰۰۰) (تحت بررسی)

نُول نگهدارندهٔ ۵۰ میلیمتر مربّع: N (۱۰۰۰±۲۰۰۰۰)

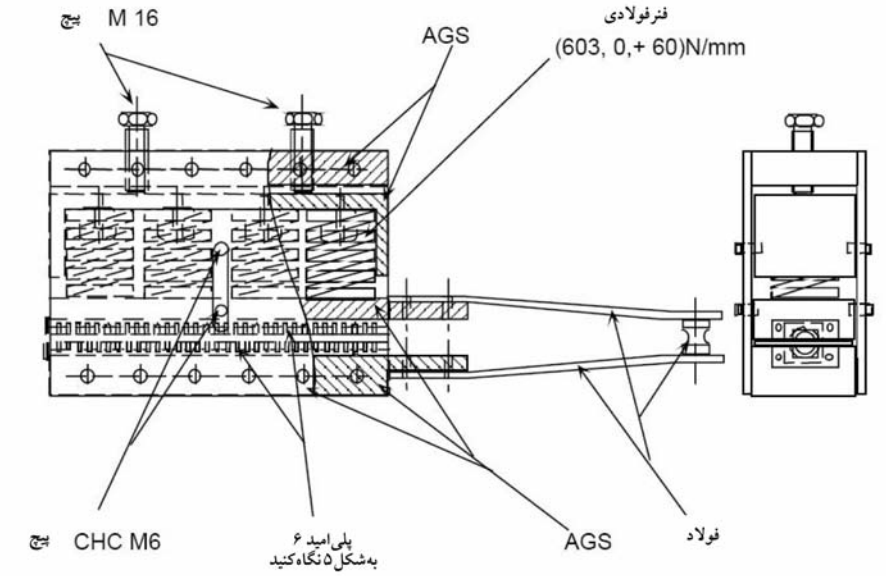
نُول نگهدارندهٔ ۷۰ میلیمتر مربّع: N (۱۰۰۰±۲۷۰۰۰)

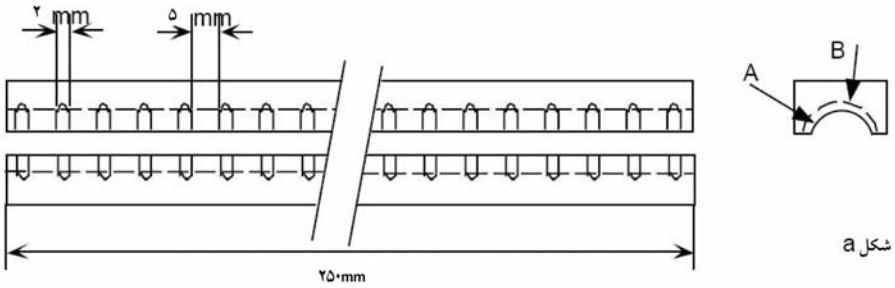
از یک نمونه رشتهٔ نُول نگهدارنده به طول حداقل ۶ متر باید ۶ قطعه با توزیع یکنواخت برداشته شود تا تحت آزمون قرار گیرند. اندازهٔ قطعات در شکل ۵ آورده شده است. عایق باید به طور کامل در مقاطع A و B نشان داده شده در شکل ۵ بریده شود. آزمون باید در طی حداکثر ۱۰ دقیقه پس از بستن نمونه در گیرهٔ نگهدارنده انجام شود. نرخ افزایش نیرو باید بین ۲۵۰۰ N/min تا ۵۰۰۰ N/min باشد.

حداکثر نیروی T_f در لغزش عایق در محدودهٔ نقاط A تا C ثبت می‌شود. مقدار میانگین T_f ثبت شده برای ۶ قطعهٔ مورد آزمون، به عنوان T_f رشته در نظر گرفته می‌شود که این مقدار نباید از مقدار مرجع مربوطه کمتر باشد.



شکل ۵- آزمون چسبندگی عایق به هادی رشتهٔ نُول نگهدارنده (T_f)





شکل a

سطح مقطع نامی (mm^2)		θ A (mm)	θ B (mm)
۳۵		۱۱/۶	۱۳/۶
۵۰		۱۳/۵	۱۵/۵
۷۰	با قطر رشته ۳/۶ میلیمتر	۱۴/۹	۱۶/۹
	با قطر رشته ۳/۵ میلیمتر	۱۴/۶	۱۶/۶

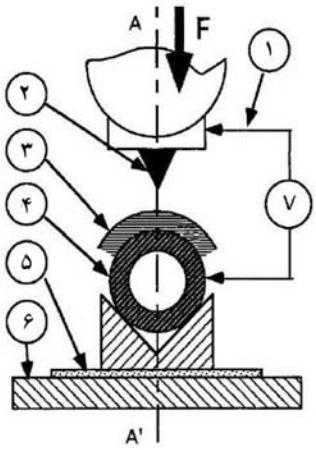
شکل ۶- گیرهٔ نگهدارندهٔ مرجع

۹-۴ روش آزمون سوراخ شدگی عایق

این آزمون باید بر روی عایق رشته‌های فاز و نُول نگهدارنده انجام گیرد. نمونه قبل از آزمون و به منظور آماده‌سازی اولیّه باید مطابق بند ۸ استاندارد ISIRI ۵۵۲۵ (IEC 60811-1-2) (کورهٔ مورد استفاده در آزمون‌های کهنگی کابل) به مدّت یک ساعت در یک کورهٔ هوا در دمای°C ۱۲۰ قرار گیرد و سپس به طور طبیعی طی مدّت حداقل ۱۶ ساعت خنک شود.

آزمون باید مطابق شکل ۷ انجام گیرد. ادوات اصلیِ آزمون شامل یک سختی‌سنج[1] (مطابق استاندارد ISO 868) است.

آزمون بر روی ۵ قطعه نمونه که از هر رشتهٔ فاز یا نُول نگهدارنده برداشته شده، انجام می‌گیرد. هر قطعه‌ای از نمونهٔ آزمون، نواری به طول حدود ۲۰۰ mm و پهنای ۱۰ mm از عایق می‌باشد. ضخامت این نوارها باید با برش یا سایشِ سطح داخلی به mm (۰/۱±۱) برسد. نوار تهیّه شده از عایق مطابق شکل ۷ روی یک نشیمنگاه لوله‌ای یا نیم nhdvi hd از جنس فولاد یا مس قرار می‌گیرد. قطر بیرونیِ این لوله، کوچکتر یا برابر با قطر داخلی عایق است. این نشیمنگاه بر روی یک صفحهٔ عایق (مانند شیشه) که بر روی صفحهٔ تحتانی سختی‌سنج Shore D گذاشته شده، قرار می‌گیرد.



۱.آشکار ساز جریان اتصال کوتاه
با ولتاژ ۲۴v> V >۴.۵

۲.سختی سنج مطابق ISO۸۶۸ - SHORE D

۳. نوار عایقی با ضخامت ۱mm

۴.لوله مسی یا فولاد نرم به صورت نیم دایره‌ای با قطر Q بزرگ یا مساوی قطر بیرونی عایق

۵.صفحه عایق (از جنس شیشه)

۶.صفحه نگهدارنده دستگاه

F: فشار با استفاده از وزنه ۵ کیلو گرمی مطابق استاندارد ISO 868

شکل ۷- آزمون سوراخ شدگی عایق

یک دستگاه آشکار ساز اتصال کوتاه که در محدودهٔ ولتاژ ۴/۵ تا ۲۴ ولت تنظیم شده، بین لوله و سختی‌سنج وصل می‌شود. محور A-A گذرنده از مرکز لوله باید تا حدّ امکان منطبق با محور نفوذکنندهٔ سختی‌سنج باشد تا پراکندگی نتایج اندازه‌گیری کاهش یابد.

آزمون در دمای (۵±۲۰) درجهٔ سانتیگراد انجام می‌گیرد و نمونه‌های بریده شده به شکل نوار حداقل ۱۶ ساعت قبل از انجام آزمون باید در این دما قرار گیرند. فشارِ نفوذکننده بر روی نمونهٔ عایق باید با حداکثر

1 - Shore D

سرعت، امّا بدون شوک، به نمونه اعمال شود. زمان لازم برای این که آشکارسازِ اتصال کوتاه، برقراری جریان الکتریکی در مدار را نشان دهد، بر حسب ثانیه اندازه‌گیری و ثبت می‌شود (T_p). مقدار میانگین مقادیر T_p برای ۵ نمونه از عایق یک رشته به عنوان نتیجهٔ آزمون آن رشته در نظر گرفته می‌شود و باید با مقرّرات مربوطه مطابقت داشته باشد.

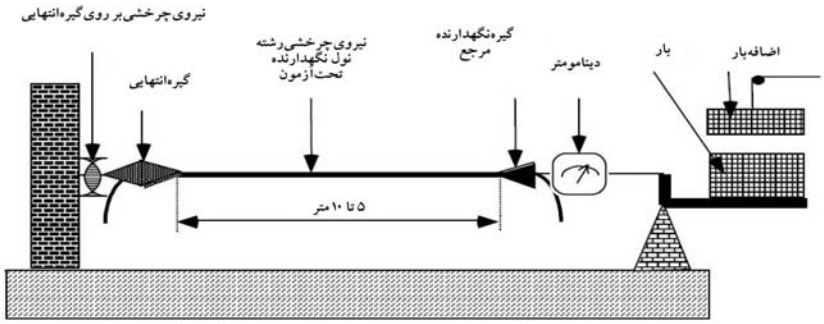
۹-۵ روش آزمون رشتهٔ نُول نگهدارنده تحت چرخهٔ مکانیکی گرمایی

آزمون بر روی یک نمونه به طول ۵ تا ۱۰ متر از رشتهٔ نُول نگهدارنده و مطابق شکل ۸ انجام می‌گیرد. نمونه قبل از آزمون و به منظور آماده‌سازی اولیّه، باید مطابق بند ۸ استاندارد ISIRI 5525 (IEC 60811-1-2) (کورهٔ مورد استفاده در آزمون‌های کهنگی کابل) به مدّت یک ساعت در یک کورهٔ هوا در دمای ۱۲۰ درجهٔ سانتیگراد قرار گیرد و سپس به طور طبیعی طی مدّت حداقل ۱۶ ساعت خنک شود.

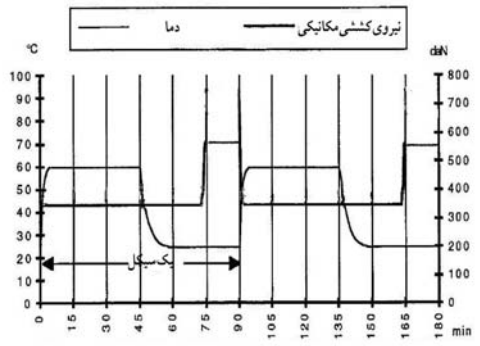
مشخّصات گیرهٔ نگهدارندهٔ مرجع در شکل ۶ و بند ۹-۳ ارایه شده است.

آزمون شامل اعمال یک بار کششی ثابت و یک بار اضافی تناوبی بر روی نمونه است. یک چرخهٔ گرمایی نیز با اعمال جریان الکتریکی در نمونه ایجاد می‌شود.

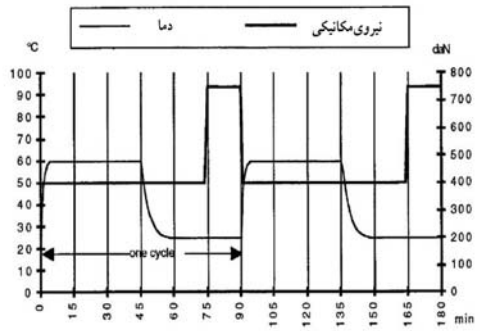
فرآیند آزمون باید طوری انجام گیرد که هیچ‌گونه جریان الکتریکی به بدنهٔ گیرهٔ نگهدارندهٔ مرجع وارد نشود. اضافه بار مکانیکی همیشه باید در حالت سردِ چرخهٔ گرمایی به نمونه اعمال شود. نمودار چرخه‌های مکانیکی و گرمایی در شکل ۹ نشان داده شده است. محدودهٔ دما در چرخهٔ گرمایی بین ۲۵ و ۶۰ درجه سانتیگراد است. خنک شدن نمونه به طور طبیعی انجام می‌گیرد. بار مکانیکی ثابت و بار مکانیکی کلّ (مجموع بار مکانیکی ثابت و اضافه بار) در چرخهٔ مکانیکی برای نُول نگهدارندهٔ ۳۵ میلیمتر مربّع به ترتیب ۳۴۰۰N و ۵۵۰۰N (تحت بررسی)، برای نول نگهدارندهٔ ۵۰ میلیمتر مربّع ۴۰۰۰ N و ۷۵۰۰ N و برای نول نگهدارندهٔ ۷۰ میلیمتر مربّع ۴۵۰۰ N و ۱۰۰۰۰ N است. مدّت زمان هر چرخهٔ ترکیبی مکانیکی گرماییِ کامل ۹۰ دقیقه (مدّت زمان هر جزء، مطابق شکل ۹)، میزان رواداری دماها در چرخهٔ گرمایی ۳± درجهٔ سانتیگراد و چگالی جریان الکتریکی مورد استفاده برای گرمایش نمونه بین ۴ A/mm^2 و ۵ A/mm^2 است. اضافه بار مکانیکی باید به طور تدریجی و در زمان حداقل پنج ثانیه اعمال شود. تعداد ۵۰۰ چرخهٔ کامل ترکیبی مکانیکی گرمایی ۹۰ دقیقه‌ای باید انجام گردد.



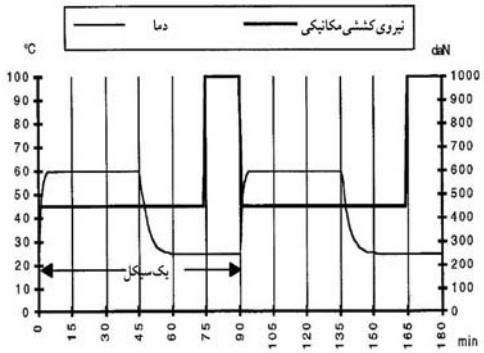
شکل ۸- آزمون رشتهٔ نُول نگهدارنده تحت چرخهٔ مکانیکی گرمایی



نُول نگهدارندهٔ ۳۵ میلیمتر مربع (تحت بررسی)



نُول نگهدارندهٔ ۵۰ میلیمتر مربع



نُول نگهدارندهٔ ۷۰ میلیمتر مربع

شکل ۹- نمودار چرخه‌های مکانیکی و گرمایی

نمونه پس از اتمام چرخه‌ها از دستگاه و گیره باز شده و آزمون‌های زیر بر روی آن انجام می‌گیرد.

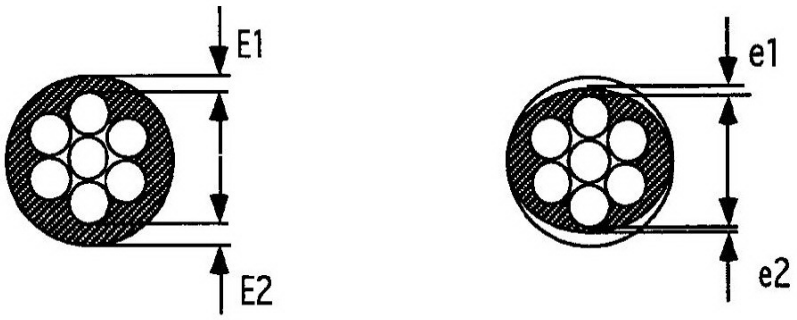
الف- آزمون ولتاژ: شرایط آزمون در جدول ۸ قید شده است. شکست الکتریکی در عایق نمونه نباید رخ دهد.

ب- آزمون لغزش: میزان لغزش محوری عایق نمونهٔ حاصل از چرخه‌های مکانیکی و گرمایی باید با مقررّات زیر مطابقت داشته باشد.

حداکثر لغزش عایق بعد از ۲ چرخهٔ کامل: ۴ میلیمتر (این بخش آزمون قبل از خاتمهٔ چرخه‌ها انجام می‌گردد.)

حداکثر لغزش عایق بعد از ۵۰۰ چرخهٔ کامل: ۵ میلیمتر

پ- عمق فرورفتگی: عایق نمونه باید در مقاطعی که بیشترین تغییر شکل در آن ایجاد شده، بریده شود و ضخامت‌های نهایی e_1 و e_2 در این مقاطع، مطابق شکل ۱۰، با یک میکروسکوپ اندازه‌گیری می‌شود.



شکل ۱۰- تعیین عمق فرورفتگی

حداقل مقادیر e_1 و e_2 و مقادیر ضخامت متناظر E_1 و E_2 که در همان راستاها و به اندازهٔ کافی دور از مقاطع مربوط به e_1 و e_2 (برای اطمینان از عدم تاثیرپذیری از تنش‌های مکانیکی) در نظر گرفته شده‌اند، اندازه‌گیری می‌شود.

عمق فرورفتگی که بر حسب درصد و از رابطهٔ زیر به دست می‌آید، باید کمتر از ۲۵ باشد.

$$F\,(\%) = \frac{(E_1+E_2) - (e_1+e_2)}{(E_1+E_2)} \times 100$$

۹-۶ روش آزمون مقاومت عایق به شرایط محیطی

آزمون بر روی نمونه‌های برداشته شده از عایق رشته‌های فاز و نُول نگهدارنده انجام می‌شود. این نمونه‌ها در یک دستگاه شرایط محیطی با مشخصات ذیل، تحت پیرشدگی قرار می‌گیرند:

- تحت پرتو ماوراء بنفش لامپ زنون؛

  با طول موج پیوسته بین ۳۴۰ nm و ۴۰۰ nm

  شدت متوسط پرتو mW/cm^2 (۲/۲ ± ۰/۲)

- در حداکثر دمای °C (۲ ± ۷۰) (اندازه‌گیری شده با یک دماسنج صفحهٔ سیاه)

- تحت پاشش آب؛

  مقاومت ویژهٔ آب: $\geq 10^5$ Ω.cm

  زاویه پاشش آب: حدود ۵۰°

  نرخ پاشش: ۱۵ $dm^3.h^{-1}$ تا ۲۵ $dm^3.h^{-1}$

  مدت پاشش: سه دقیقه در هر بازهٔ زمانی ۲۰ دقیقه‌ای در مواردی که مشخص شده است.

  دما: ۱۰°C تا ۳۰°C

- در دمای پایین °C (۲ ± ۲۵-) در مواردی که مشخص شده است.

شرایط آزمون در چرخه‌های هفتگی در جدول ۹ آمده است.

نوع آزمونه و نتایج آزمون:

آزمون باید بر روی سه مجموعهٔ شش عددی آزمونه که از عایق هر رشته از کابل، تهیه شده، شامل یک مجموعهٔ مرجع و دو مجموعهٔ دیگر انجام گیرد. آزمونه‌ها مشابه آزمونه‌های مورد استفاده در آزمون کشش بوده و باید در نگهدارنده‌هایی که امکان اعمال ازدیاد طول نسبی ۲۰ درصد در قسمت میانی آزمونه را فراهم می‌سازند، بسته شوند.

- مجموعهٔ مرجع باید در طول مدت آزمون، تحت تنش مکانیکی و دور از پرتو مستقیم آفتاب، جداگانه نگهداری شود.
- آزمونه‌های مجموعهٔ اول و دوم به مدت سه هفته باید در شرایط دستگاه آزمون قرار گیرند.
- سپس مجموعهٔ اول باید از دستگاه آزمون، برداشته شده و مانند مجموعهٔ مرجع نگهداری گردد.
- مجموعهٔ دوم باید به مدت سه هفتهٔ دیگر تحت شرایط دستگاه آزمون باقی بماند.

جدول ۹- چرخه‌های هفتگی آزمون شرایط محیطی

شرایط	زمان از مبداء (ساعت)	دما θ_E (°C)	U.V.	پاشش آب	رطوبت نسبی [۲] (%)
A [۱]	۰	۲۳ ± ۳	بله	خیر	↓
	۱	۷۰ ± ۲	بله	خیر	≤ ۳۰
	۷۱	↓ [۳]	بله	خیر	↓
B [۱]	۷۲	۵۵ ± ۲	بله	بله	۱۰ ۶۰ ±
	۹۵	↓	بله	خیر	↓
C [۱]	۹۶	۷۰ ± ۲	بله	بله	≤ ۳۰
	۱۱۹	↓	بله	بله	↓
D	۱۲۰	۵۵ ± ۲	خیر	بله	۹۵ ± ۵
	۱۲۱	↓	خیر	خیر	-
	۱۲۱/۲۵	-۲۵ ± ۲	خیر	خیر	-
	۱۲۲/۲۵	↓	خیر	خیر	↓
	۱۲۳/۲۵	۵۵ ± ۲	خیر	بله	۹۵ ± ۵
	۱۲۴/۲۵	↓	خیر	خیر	-
	۱۲۴/۵	-۲۵ ± ۲	خیر	خیر	-
	۱۲۵/۵	↓	خیر	خیر	↓
	۱۲۶/۵	۵۵ ± ۲	خیر	بله	۹۵ ± ۵
	۱۴۴	↓	خیر	خیر	-
	۱۴۴/۲۵	-۲۵ ± ۲	خیر	خیر	-
	۱۴۵/۲۵	↓	خیر	خیر	↓
	۱۴۶/۲۵	۵۵ ± ۲	خیر	بله	۹۵ ± ۵
	۱۴۷/۲۵	↓	خیر	خیر	-
	۱۴۷/۵	-۲۵ ± ۲	خیر	خیر	-
	۱۴۸/۵	↓	خیر	خیر	↓
	۱۴۹/۵	۵۵ ± ۲	خیر	بله	۹۵ ± ۵
	۱۶۶	↓	خیر	خیر	↓
	۱۶۷	۲۳ ± ۳	خیر	خیر	≤ ۵۰
	۱۶۸	پایان چرخهٔ هفتگی			

۱) در طی شرایط A، B و C، دمای دماسنج صفحهٔ سیاه باید بین $\theta_E + 15\,^{\circ}C$ و $\theta_E + 20\,^{\circ}C$ نگه داشته شود.

۲) پاشش آب به مدت سه دقیقه در هر دورهٔ ۲۰ دقیقه‌ای ادامه می‌یابد. در طی زمان پاشش، ممکن است کنترل دقیق دما و رطوبت نسبی میسر نباشد.

۳) ↓ = انتقال به

پس از خاتمهٔ اعمال شرایط محیطی، آزمونه‌ها باید از نگهدارنده‌ها جدا شده و دور از پرتو مستقیم آفتاب در دمای آزمایشگاه به مدت حداقل ۲۴ ساعت نگهداری شوند.

در هریک از مجموعه آزمونه‌های فوق، ازدیاد طول نسبی در پارگی (... A) و استحکام کششی (... R) آزمونه‌ها باید طبق استاندارد IEC EN 60811-1-1 (مرجع ۳) اندازه‌گیری شود.

- مجموعهٔ مرجع: A_0 , R_0
- مجموعهٔ اول: A_1 , R_1
- مجموعهٔ دوم: A_2 , R_2

میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده، باید با الزامات زیر مطابقت داشته باشد.

$$\left|\frac{R_2 - R_0}{R_0}\right| \times 100 \leq 30 \qquad \left|\frac{A_2 - A_0}{A_0}\right| \times 100 \leq 30$$

$$\left|\frac{R_2 - R_1}{R_0}\right| \times 100 \leq 15 \qquad \left|\frac{A_2 - A_1}{A_0}\right| \times 100 \leq 15$$