بسمه‌تعالی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت نیرو

شرکت سهامی تولید و انتقال نیروی برق ایران

(توانیر)

معاونت تحقیقات و تکنولوژی

دفتر استانداردها

استاندارد کابلهای مورداستفاده در شبکه توزیع

جلد دوم : استاندارد کابلهای فشار ضعیف توزیع

تدوین‌کننده : گروه مطالعات توزیع - بخش برق - مرکز تحقیقات نیرو (متن)

تیر ماه ۱۳۷۵

آدرس : تهران - میدان ونک - خیابان شهید عباسپور - ساختمان مرکزی

صندوق پستی ۶۴۶۷ ـ ۱۴۱۵۵ تلفن ۲۱۴۲۴۹۶ فاکس ۸۰۱۷۷۴۰

فهرست عناوین

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
کلیات	۲
تعاریف	۴
هادیها	۶
عایق	۶
مجموعه رشته‌ها، مواد پرکننده و پوششهای داخلی	۷
لایه‌های فلزی برای کابلهای تک‌رشته‌ای و چندرشته‌ای	۹
هادی هم‌مرکز	۱۰
غلاف فلزی	۱۱
زره‌های فلزی	۱۲
غلاف خارجی غیرفلزی	۱۵
نشانه‌گذاری و بسته‌بندی برای حمل و نقل	۱۷
شرایط آزمون	۱۸
آزمونهای معمول	۱۹
آزمونهای ویژه	۲۰
آزمونهای نوعی - الکتریکی	۲۵
آزمونهای نوعی - غیرالکتریکی	۲۷
آزمونهای الکتریکی بعد از نصب	۳۳
جداول (۱۱) تا (۱۸)	۳۴
پیوست الف - روش محاسبه فرضی برای تعیین ابعاد و پوششهای محافظ	۴۳
پیوست ب - حداکثر مقاومت کابلهای تک‌رشته و چندرشته	۴۹
پیوست پ - کابلهای خودنگهدار فشار ضعیف	۵۱
پیوست ت - نشانه‌گذاری	۶۷

فهرست عناوین

عنوان	صفحه
مراجع	۷۰

مقدمه

دراین مجموعه به استاندارد کابلهای فشار ضعیف مربوط به شبکه توزیع پرداخته می‌شود. کابلهای فشار ضعیف بکاررفته درایران به دو نوع کلی کابلهای با عایق کاغذ روغنی و کابلهای با عایق مواد ترموپلاستیک یا الاستومریک[1] تقسیم می‌شوند، از آنجا که تکنولوژی ساخت و استفاده از کابلها با مواد عایقی پلیمری روز به روز درحال پیشرفت می‌باشد و این کابلها دارای کیفیت عایقی و ضریب تلفات عایقی خوبی بوده و استفاده از آنها از لحاظ سهولت در نصب، مفصل‌بندی و . . . دارای مزایای زیادی نسبت به سایر کابلها می‌باشد لذا دراین بخش تنها به استاندارد کابلهای با مواد عایقی ترموپلاستیک یا الاستومریک که بطور اکسترودشده ساخته شده‌اند پرداخته شده است.

1- Thermoplastic & Elastomeric

پلیمرها را می‌توان با توجه به مشخصه حرارتی و مکانیکی به دو دسته ترموپلاستیک و الاستومریک تقسیم‌بندی نمود.

۱- کلیات

۱-۱- محدوده کاربرد

در این استاندارد، مشخصات ساخت، ابعاد و آزمونهای مورد نیاز برای کابلهای قدرت با عایق‌های یکپارچه اکسترود که در جدول بند (۱-۲) آمده است و دارای ولتاژ یک کیلوولت می‌باشد آورده شده است و مطالب این بخش شامل کابلها در شرایط خاص نصب و سرویس نمی‌شود.

۱-۲- مواد عایقی

انواع ترکیبات عایقی که در این استاندارد مورد بررسی قرار می‌گیرند در جدول (۱) آمده است.

جدول (۱)

ترکیب عایقی	مخفف
الف - ترموپلاستیک :	
- ترکیب عایقی براساس پلی‌وینیل‌کلراید یا کوپولیمروینیل‌کلراید و وینیل استات جهت کابلهایی با ولتاژهای نامی $U_0/U < ۱/۸/۳$ KV	PVC/A
ب - الاستومریک یا ترموست	
- ترکیبات عایقی براساس پلی‌اتیلن کراس لینک‌شده به روش شیمیایی	XLPE

۱-۳- ولتاژ نامی

ولتاژ نامی برای کابلهایی که در این استاندارد بکاررفته است با توجه به تعاریف U_0 و U برابر با ۱/۶/۰ کیلوولت می‌باشد.

که

U_0 : ولتاژ نامی فرکانس صنعتی بین هادی و زمین می‌باشد.

U : ولتاژ نامی فرکانس صنعتی بین هادیهای کابل می‌باشد.

توجه : ولتاژ نامی کابل برای یک کاربرد مشخص، باید مناسب با شرایط عملکرد در سیستمی که کابل در آن استفاده می‌شود باشد.

۱-۴- حداکثر دمای نامی برای انواع مختلف ترکیبات عایقی

جدول (۲)

ترکیب عایقی	حداکثر دمای نامی هادی (°C)	
	کارکرد عادی	اتصال کوتاه (حداکثر تداوم ۵ ثانیه)
پلی‌وینیل کلراید یا کوپولیمروینیل‌کلراید- و استات وینیل (PVC)	۷۰	۱۶۰
پلی‌اتیلن کراس‌لینک (XLPE)	۹۰	۲۵۰

دماهای بیان‌شده در جدول فوق براساس خواص ذاتی مواد عایقی می‌باشند. توجه شود که در محاسبه مقادیر جریان، پذیرش مقادیر جدول فوق باید همراه درنظر گرفتن سایر عوامل باشد. برای مثال اگر کابل قراردادهشده در زمین، در شرایط عادی، تحت بار دائمی (ضریب بار ۱۰۰ درصد) در بیشترین دمای نامی هادی نشان دادهشده در جدول (۲) در حال کار باشد، در یک محدوده زمانی امکان افزایش مقاومت ویژه حرارتی خاك اطراف کابل نسبت به مقدار اصلی خودش در اثر کاهش رطوبت وجود دارد. لذا دمای هادی ممکن است به مقدار زیادی از حداکثر دمای نامی آن تجاوز کند. اگر چنین شرایط عملکردی پیش‌بینی شود، باید اقدام مناسبی صورت گیرد.

حداکثر دما برای مقادیر نامی اتصال کوتاه با توجه به عوامل زیر باید درنظر گرفته شود:

الف- تغییر حالت عایق در اثر نیروهای مکانیکی و گرمایی ناشی از اتصال کوتاه می‌تواند ضخامت موثر عایق را کاهش دهد.

ب - کلیه تجهیزاتی که در سیستم کابل به همراه اتصالات مکانیکی و یا اتصالات لحیم‌شده استفاده می‌شوند، باید برای دمای تعیین‌شده کابل مناسب باشد.

۱-۵- حداکثر دمای نامی هادی کابل برای هر یک از انواع غلاف خارجی که ممکن است استفاده شود، در جدول (۳) آمده است:

جدول (۳)

ترکیب غلاف	حداکثر دمای هادی برای عملکرد عادی (درجه سانتیگراد)
ST_1	۸۰
ST_2	۹۰
ST_3	۸۰
ST_7	۹۰
SE_1	۸۵

غلافهای نوع ST_1 و ST_2 از طبقه ترکیباتی براساس PVC می‌باشند.

غلافهای نوع ST_3 و ST_7 از طبقه ترکیباتی براساس پلی‌اتیلن ترموپلاستیک می‌باشد.

غلافهای نوع SE_1 از طبقه ترکیبات الاستومری براساس پلی‌کلروپرن، کلروسلفونیت پلی‌اتیلن یا پلیمرهای مشابه می‌باشند.

۲- تعاریف

تعاریف زیر برای این استاندارد کاربرد دارد:

۲-۱- تعاریف مقادیر ابعادی (ضخامت، سطح مقطع و . . .)

الف- مقدار نامی:

مقداری که به وسیله آن یک کمیت طراحی شده و اغلب در جداول استفاده می‌شود. مقادیر اندازه‌گیری‌شده با احتساب رواداریهای[1] مربوط به آنها مقایسه می‌شوند.

ب - مقدار تقریبی:

مقداری که نه کنترل شده و نه تضمین می‌شود. بعنوان مثال، در محاسبه مقادیر ابعادی بکارمی‌رود.

پ - مقدار میانی:

هنگامیکه نتایج چندین آزمایش به صورت صعودی یا نزولی مرتب شود، اگر تعداد این مقادیر فرد

1- Tolerance

باشد این مقدار، مقدار وسطی آن است و در صورتی که زوج باشد میانگین دو مقدار وسطی آن است.

ت - مقدار فرضی[1]:

مقداری که مطابق "روش محاسبه فرضی برای تعیین ابعاد پوششهای محافظ" که در پیوست‌الف آمده است محاسبه شود.

۲-۲- تعاریف مربوط به آزمونها

الف- آزمونهای معمول[2]:

این‌آزمونهاتوسط سازنده روی تمام طول کابلهای ساخته‌شده جهت اثبات کیفیت کابل انجام‌می‌گیرد.

توجه : با توافق بین سازنده و خریدار (مثلا" با مراجعه به نتایج خطوط کنترل کیفیت) طول کابل مورد آزمون می‌تواند کاهش پیدا کند.

ب - آزمونهای ویژه[3]:

این آزمونها توسط سازنده بر روی نمونه‌های تکمیل‌شده کابل یا اجزاء گرفته‌شده از آن با تناوب مشخص صورت می‌گیرد و هدف آن تعیین تطابق محصول تمام‌شده با مشخصات طراحی می‌باشد.

پ - آزمونهای نوعی[4]:

این آزمون توسط کارخانه سازنده قبل از عرضه محصول روی نمونه‌ای از کابل که تحت پوشش این استاندارد می‌باشد بمنظور اثبات اینکه مشخصات موردنظر را داشته باشند صورت می‌گیرد. این آزمونها بعد از انجام نیاز به تکرار ندارند مگر آنکه تغییرات ایجادشده در کابل یا طراحی که مشخصه‌های اجرایی را تغییر دهند صورت پذیرد.

ت - آزمونهای نصب[5]:

این آزمونها جهت تعیین مطابقت کابل و لوازم آن در شرایط نصب صورت می‌گیرد.

1- Fictitious Value

2- Routine Test

3- Special Test

4- Type Test

5- Installation Test

۳- هادیها

هادیها باید از کلاس یک یا دو و از جنس مس یا آلومینیوم مطابق با استاندارد شماره ۳۰۸۴ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تحت عنوان *"هادیهای سیم و کابل"* باشد.

۴- عایق

۴-۱- مواد

عایقها باید بصورت دی‌الکتریک یکپارچه اکسترودشده و یکی از انواع مشخص‌شده در بند ۱-۲ باشد و نیازهای آزمونهای مشخص‌شده در قسمت آزمونها را برآورده سازد.

۴-۲- ضخامت عایق

الف- ضخامت نامی عایق در جداول (۴) و (۵) آمده است.

جدول (۴) ضخامت عایق PVC برحسب سطح مقطع هادی

سطح مقطع اسمی هادی (میلیمترمربع)	ضخامت عایق در ولتاژ نامی U_0/U kv
	۱/۰/۶ کیلوولت (میلیمتر)
۶،۴	۱
۱۰	۱
۱۶	۱
۲۵	۱/۲
۳۵	۱/۲
۷۰،۵۰	۱/۴
۱۲۰،۹۵	۱/۶
۱۵۰	۱/۸
۱۸۵	۲/۰
۲۴۰	۲/۲
۳۰۰	۲/۴

جدول (۵) ضخامت عایق پلی‌اتیلن کراس‌لینک (XLPE)

برحسب سطح مقطع هادی

سطح مقطع نامی هادی میلیمترمربع	ضخامت عایق در ولتاژ نامی U_0/U kv
	۰/۶ / ۱ kv میلیمتر
۶،۴	۰/۷
۱۰	۰/۷
۱۶	۰/۷
۲۵	۰/۹
۳۵	۰/۹
۵۰	۱
۹۵،۷۰	۱/۱
۱۲۰	۱/۲
۱۵۰	۱/۴
۱۸۵	۱/۶
۲۴۰	۱/۷
۳۰۰	۱/۸

ب - ضخامت عایقی داده‌شده در جداول مزبور براساس ولتاژهای نامی بوده و تنها برای کابلهایی کاربرد دارند که با یک پوشش محافظ خارجی[1] محافظت شده باشد.

پ - ضخامت میانگین عایق نباید از مقدار نامی مشخص‌شده کمتر باشد.

ت - ممکن است ضخامت هر جای عایق از مقدار نامی مشخص‌شده کمتر باشد این اختلاف نباید از ۰/۱ میلیمتر بعلاوه ۱۰ درصد مقدار نامی مشخص‌شده بیشتر باشد.

۵- مجموعه رشته‌ها، مواد پرکننده و پوششهای داخلی

بندهای ۵-۱ و ۵-۲ برای مجموعه کابلهای تک‌رشته‌ای غلاف‌دار بکار نمی‌روند.

۵-۱- کابلها با ولتاژ نامی ۱/۶/۰ کیلوولت

الف- کابلهای چندرشته‌ای بازره[2] یا هادیهای هم‌مرکز[3] باید دارای پوشش داخلی

1- Outer Protection Covering

2- Armour

روی رشته‌های کابل باشند. پوشش‌های داخلی و پرکننده‌ها باید مطابق قسمت ۵-۲ باشند.

ب - با حذف پوشش داخلی، نوارهای فلزی ممکن است مستقیما" روی مجموعه رشته‌ها بکار رود، مشروط بر آنکه ضخامت نامی هر نوار بیش از ۰/۳ میلیمتر نشود ضمنا" کابل تکمیل‌شده باید با آزمونهای مشخص‌شده در بند ۱۶-۱۳ مطابقت نماید.

پ - برای کابلهایی که دارای زره یا هادیهای هم‌مرکز نیستند. پوشش داخلی ممکن است حذف شود، مشروط بر آنکه شکل خارجی کابل عملا" مدور باقی مانده و چسبندگی بین رشته‌ها و غلاف وجود نداشته باشد. بجز درمورد غلافهای ترموپلاستیک با رشته‌های مدور و هادیهای بزرگتر از ۱۰ میلیمترمربع غلاف ممکن است به فضای مابین رشته‌ها نفوذ کند. اگر یک پوشش داخلی بکار رود نیازی به مطابقت ضخامت آن با ردیفهای ث و ج بند ۵-۲ نمی‌باشد.

۵-۲- پوشش داخلی و پرکننده‌ها

الف- پوشش داخلی ممکن است بصورت اکسترودشده یا بصورت نوارپیچ‌شده[1] باشد.

ب - در کابل با رشته‌های گرد، درصورتیکه فواصل بین رشته‌ها بوسیله واحدهای مجزا بطور کامل پر شده باشد، پوشش داخلی از نوع نوارپیچ‌شده مجاز است.

پ - پوشش‌های داخلی و پرکننده‌ها باید از مواد مناسبی باشند. بکار بردن یک نوار مناسب مارپیچ باز قبل از بکارگیری روش اکسترود برای پوشش داخلی برای نگهداشتن رشته‌ها مجاز است.

ت - مواد استفاده‌شده در پوششهای داخلی و پرکننده‌ها باید برای عملکرد در دمای کابل مناسب بوده و با مواد عایقی سازگار باشند.

ث - ضخامت پوشش داخلی اکسترودشده طبق جدول (۶) بدست می‌آید.

1- Lapped

جدول (۶)

ضخامت پوشش داخلی اکسترودشده (مقدارتقریبی[1] برحسب میلیمتر)	قطر فرضی رشته‌های تابیده‌شده	
	تا و شامل اعداد زیر (میلیمتر)	بالاتر از (میلیمتر)
۱	۲۵	—
۱/۲	۳۵	۲۵
۱/۴	۴۵	۳۵
۱/۶	۶۰	۴۵
۱/۸	۸۰	۶۰
۲	—	۸۰

ج - ضخامت تقریبی پوشش نوارپیچ‌شده باید برای قطر فرضی رشته‌های تابیده‌شده کوچکتر یا مساوی ۴۰ میلیمتر برابر ۰/۴ میلیمتر و برای قطرهای بزرگتر، برابر ۰/۶ میلیمتر باشد.

۶- لایه‌های فلزی برای کابلهای تک‌رشته‌ای و چندرشته‌ای

۶-۱- انواع لایه‌های فلزی[2]

انواع لایه‌های فلزی بکار رفته در این استاندارد به شرح زیر می‌باشند:

الف- هادی هم‌مرکز (بند ۷)

ب - غلاف فلزی (بند ۸)

پ - زره فلزی (بند ۹)

۶-۲- کاربرد لایه‌های فلزی

کابلها با ولتاژ نامی U_0 (بین هادی و زمین) برابر با ۰/۶ کیلوولت ممکن است دارای یک لایه فلزی که کاملا" رشته‌ها را احاطه نموده است باشند.

۱- جهت تعریف مقدار تقریبی به ردیف ب بند ۲-۱ مراجعه شود.

2- Metalic Layers

یادآوری : انتخاب لایه فلزی یا نوع آن، به مقررات نصب که درخصوص جلوگیری ازاحتمال صدمات مکانیکی یا تماس الکتریکی مستقیم می‌باشد، بستگی دارد.

۷- هادی هم‌مرکز

۷-۱- ساختمان

هادی هم‌مرکز باید از مفتولهای مسی یا مفتولهای مسی همراه با یک یا دو نوار مسی تشکیل شده باشد.

۷-۲- سطح مقطع

سطح مقطع نامی هادی هم‌مرکز باید برابر با سطح مقطع هادی کابل یا سطح مقطع کاهش‌یافته متناسب با آن، مطابق با جدول زیر باشد.

جدول (۷)

سطح مقطع نامی هادی خط (میلیمترمربع)	۲۵	۳۵	۵۰	۷۰	۹۵	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۵	۲۴۰	۳۰۰
سطح مقطع کاهش‌یافته (میلیمترمربع)	۱۶	۱۶	۲۵	۳۵	۵۰	۷۰	۷۰	۹۵	۱۲۰	۱۵۰

مقاومت الکتریکی هادی هم‌مرکز نباید از مقاومت الکتریکی هادی معادل آن بیشتر باشد.

۷-۳- مقررات

ضخامت نوار بکاررفته باید بین ۰/۱ تا ۰/۳ میلیمتر باشد.

مفتولهای هادی هم‌مرکز باید بصورتی اطراف کابل قرار گیرند که شکاف بین اجزاء مجاور حداکثر تا ۴ میلیمتر باشد اما ۵ درصد این شکافها می‌توانند حداکثر تا ۸ میلیمتر باشند.

تعداد، ابعاد و نحوه قرارگیری نوار روی مفتولها بصورت زیر است:

درمورد کابلهایی که قطر قسمت زیر هادی هم‌مرکز درآنها تا ۱۵ میلیمتر باشد:

- سطح مقطع هر نوار مارپیچ حداقل ۰/۵ میلیمترمربع و فاصله بین دو نوار مارپیچ حداکثر ۴D می‌باشد.

درمورد کابلهایی که قطر زیر هادی هم‌مرکز آنها بیش از ۱۵ میلیمتر باشد:

- یک نوار مارپیچ مسی با سطح مقطع حداقل ۱ میلیمترمربع که فاصله بین دو نوار مارپیچ مجاور حداکثر ۴D باشد.

- یا دو نوار مارپیچ مسی با سطح مقطع ۰/۵ میلیمترمربع که فاصله بین دو نوار مارپیچ مجاور حداکثر ۲D باشد.

D قطر فرضی قسمت زیر هادی هم‌مرکز می‌باشد.

۷-۴- روش بکارگیری

درصورتیکه هادی هم‌مرکز مورد نیاز باشد، برای کابلهای چندرشته باید هادی هم‌مرکز روی پوشش داخلی نصب شود و درمورد کابلهای تک‌رشته باید مستقیماً" روی عایق یا روی یک پوشش داخلی مناسب بکار رود.

۸- غلاف فلزی

۸-۱- غلاف سربی

ضخامت نامی سرب یا آلیاژ سرب باید مطابق فرمولهای زیر محاسبه شود.

الف- برای کابلهای تک‌رشته $t_{pb} = ۰/۰۳\ D_f + ۰/۸\ mm$

ب - برای تمام کابلها با هادیهای سکتوری $t_{pb} = ۰/۰۳\ D_f + ۰/۶\ mm$

پ - برای سایر کابلها $t_{pb} = ۰/۰۳\ D_f + ۰/۷\ mm$

که در روابط فوق:

t_{pb} : ضخامت نامی غلاف سربی

D_f : قطر فرضی زیر غلاف سربی (که با تقریب ۰/۱ گرد شده است)

درتمام حالات کوچکترین ضخامت باید ۱/۲ میلیمتر باشد، مقادیر محاسبه‌شده باید با تقریب ۰/۱ گرد شوند.

۹- زره‌های فلزی

۹-۱- انواع زره‌های فلزی

الف- زره با مفتول تخت

ب - زره با مفتول گرد

پ - زره با نوار دوتایی

۹-۲- مواد

مفتول گرد یا تخت باید از فولاد گالوانیزه، فولاد با اندود سرب، آلومینیوم یا آلیاژ آلومینیوم باشد. نوارها باید فولادی، فولاد گالوانیزه، آلومینیوم یا آلیاژ آلومینیوم باشد و نوارهای فولادی بایداز نوع گرم یا سرد نوردشده باشند.

۹-۳- هنگام انتخاب مواد زره، باید توجه خاصی به امکان خوردگی جنس آن داشت

این مسئله نه تنها از لحاظ ایمنی مکانیکی بلکه از لحاظ ایمنی الکتریکی دارای اهمیت است.

۹-۴- زره کابل تک‌رشته برای استفاده در مدارات متناوب باید شامل مواد فلزی غیرمغناطیسی باشد مگر اینکه از ساختار مخصوصی انتخاب شود.

۹-۵- نحوه بکارگیری زره

الف- در کابلهای چندرشته‌ای، وقتی از زره استفاده می‌شود، این زره باید روی پوشش داخلی مطابق بند ۵-۲ بکار رود. (جز درمورد کاربردهای خاص ردیف ب بند ۵-۱)

ب - در کابلهای تک‌رشته‌ای، یک پوشش اکسترودشده یا نوارپیچ‌شده، که ضخامت آن در بندهای ۵-۲-ث و ۵-۲-ج آمده است، باید زیر زره بکار رود.

۹-۶- ابعاد مفتولها و نوارهای زره

ابعاد سیمهای زره و یا نوارهای زره ترجیحا" بدین صورت است:

مفتولهای گرد به قطر: ۵ - ۴ - ۳/۱۵ - ۲/۵ - ۲ - ۱/۶ - ۱/۲۵ - ۰/۸ میلیمتر

مفتولهای فولادی گالوانیزه تخت به ضخامت: ۱/۴ - ۱/۲ - ۰/۸ میلیمتر

نوارهای فولادی به ضخامت: ۰/۸ - ۰/۵ - ۰/۲ میلیمتر

نوارهای آلومینیوم یا آلیاژ آلومینیوم به ضخامت: ۰/۸ - ۰/۵ میلیمتر

ابعاد مفتولها و نوارهای زره از مقادیر نامی خود نباید، بیشتر از مقادیر زیر تنزل کند:

- ۵ درصد برای مفتولهای گرد
- ۸ درصد برای مفتولهای تخت
- ۱۰ درصد برای نوارها

۹-۷- رابطه بین قطر کابل و قطر زره

قطر نامی مفتولهای گرد و ضخامت اسمی نوارهای زره و مفتولهای تخت نباید کمتر از مقادیر جداول زیر باشد.

الف- مفتولهای زره گرد

جدول (۸)

قطر سیم زره (میلیمتر)	قطر فرضی زیر زره	
	تا و شامل (میلیمتر)	بالاتر از (میلیمتر)
۰/۸	۱۵	—
۱/۶	۲۵	۱۵
۲	۳۵	۲۵
۲/۵	۶۰	۳۵
۳/۱۵	—	۶۰

ب - نوارهای زره

جدول (۹)

ضخامت نوار		قطر فرضی زیر زره	
آلومینیوم یا آلیاژآلومینیوم (میلیمتر)	فولاد یا فولاد گالوانیزه (میلیمتر)	تا و شامل (میلیمتر)	بالاتر از (میلیمتر)
۰/۵	۰/۲	۳۰	—
۰/۵	۰/۵	۷۰	۳۰
۰/۸	۰/۸	—	۷۰

توجه : این جدول درمورد کابلهایی که نوارهای فلزی درآنها مستقیما" روی مجموعه رشته‌ها قرار می‌گیرند، بکار نمی‌رود.

پ - مفتولها با زره تخت

برای قطرهای فرضی زیر زره که بالاتر از ۱۵ میلیمتر باشند، ضخامت مفتول فولادی تخت معمولا" ۰/۸ میلیمتر است.

۹-۸- زره با مفتول تخت یا گرد

الف- مفتولهای زره باید دور کابل را احاطه کرده و فاصله بین مفتولهای مجاور حداقل باشد. یک مارپیچ باز شامل نوار فولادی گالوانیزه با حداقل ضخامت ۰/۳ میلیمتر درصورت نیاز روی زره مفتول فولادی تخت و یا گرد بکار رود. رواداریهای مجاز روی این نوار فولادی مطابق بند ۹-۶ می‌باشد.

ب - کابلهایی که قطر قسمت زیر زره آنها کمتر از ۱۵ میلیمتر باشد نباید با مفتولهای تخت زره‌دار شوند.

۹-۹- زره نواری

الف- هنگام استفاده از زره نواری، ضخامت پوشش داخلی مشخص‌شده در بند ۵-۲ باید توسط یک پوشش نواری تقویت شود. اگر ضخامت نوار زره ۰/۲ میلیمتر باشد ضخامت این پوشش برابر ۰/۵ میلیمتر و اگر ضخامت نوار زره بیش از ۰/۲ میلیمتر باشد ضخامت این

نوار باید ۰/۸ میلیمتر باشد. مجموع ضخامت پوشش داخلی و پوشش نواراضافی، بوسیله تفاوت قطر اندازه‌گیری شده و نباید بیشتر از ۲۰٪ مقدار اسمی بعلاوه ۰/۲ از مقدار نامی کمتر باشد، مقدار اسمی با اضافه کردن ۰/۵ میلیمتر یا ۰/۸ میلیمتر به مقادیر بند ۵-۲ بدست می‌آید.

ب - نوار زره باید بطور مارپیچ در دو لایه[1] بکار رود بطوریکه نوار خارجی تقریبا" در مرکز فواصل نوار داخلی قرار گیرد. فواصل بین دورهای همجوار هر نوار نباید بیش از ۵۰ درصد پهنای نوار تجاوز کند.

۱۰- غلاف خارجی غیرفلزی[2]

۱۰-۱- تمام کابلها باید دارای غلاف خارجی غیرفلزی باشند. امادرشرایط خاص، درمورد کابلهایی که در زیر آمده است غلاف ممکن است مورد نیاز نباشد:

الف- کابلهای با هادی مسی خشی دارای هادی هم‌مرکز با اندود فلزی

ب - کابلهای زره‌دار از مفتول فولادی گالوانیزه

پ - کابلهای با غلاف فلزی

۱۰-۲- مواد

الف- غلاف خارجی باید شامل ترکیبات ترموپلاستیک (PVC، پلی‌اتیلن و یا مواد مشابه) باشند و یا شامل ترکیبات الاستومرولکانیزه‌شده (پلی‌کلروپرن، کلروسولفونیت پلی‌اتیلن و یا مواد مشابه) باشند.

ب - مقررات آزمون برای انواع ترکیبات که معمولا" استفاده می‌شوند در جداول (۱۴) تا (۱۸) آمده است.

پ - مواد غلاف باید برای دمای عملکرد مطابق بند ۱-۵ مناسب باشند.

1- Helically in Two Layers

2- Non-Metalic Outer Sheath

۱۰-۳- ضخامت غلاف

الف- ضخامت اسمی غلاف خارجی غیرفلزی از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$t_s = ۰/۰۳۵ D + ۱/۰$ mm

که D قطر فرضی قسمت زیر غلاف می‌باشد. مقادیر بدست‌آمده از فرمول، با تقریب ۰/۱ میلیمتر گرد می‌شوند.

ب - برای کابلهای بدون زره و کابلهایی که از بند ۱۰-۳-پ تبعیت نمی‌کنند، ضخامت اسمی غلاف برای کابلهای تک‌رشته نباید از ۱/۴ میلیمتر کمتر باشد و برای کابلهای چندرشته‌ای نباید از ۱/۸ میلیمتر کمتر باشد.

پ - برای کابلهای زره‌دار با غلاف بکاررفته بطور مستقیم روی زره یا هادی هم‌مرکز، ضخامت اسمی غلاف نباید از ۱/۸ میلیمتر کمتر باشد.

ت - برای غلافهای بکاررفته روی سطح استوانه‌ای صاف، مثل پوشش داخلی، غلاف فلزی یا عایقی کابل تک‌رشته درصورت انجام آزمون ویژه، مطابق بند ۱۴-۵ و یا درصورت انجام آزمون نوعی، مطابق بند ۱۶-۲ کوچکترین ضخامت اندازه‌گیری‌شده در هر نقطه نباید بیشتر از ۰/۱ میلیمتر از ۸۵ درصد مقدار نامی کمتر باشد و ضخامت متوسط نباید از مقدار اسمی کمتر باشد.

ث - برای غلاف بکاررفته روی سطح استوانه‌ای ناصاف (بعنوان پوشش پرکننده[1] روی یک کابل بدون زره و فاقد پوشش داخلی و یا مثل یک غلاف که مستقیما" روی زره هادی هم‌مرکز کشیده شده) درصورت انجام آزمون ویژه مطابق بند ۱۴-۵ و یا درصورت انجام آزمون نوعی مطابق بند ۱۶-۲، کوچکترین ضخامت اندازه‌گیری‌شده درهرنقطه نباید بیشتر از ۰/۲ میلیمتر از ۸۰ درصد مقدار نامی کمتر باشد.

1- Penetrating Sheath

۱۱- نشانه‌گذاری و بسته‌بندی برای حمل و نقل

۱۱-۱- نشانه‌گذاری

۱۱-۱-۱- نشانه‌گذاری روی غلاف خارجی

بر روی سطح خارجی کابلهای تحت پوشش این استاندارد مشخصات زیر بصورت خوانا، بایستی آورده شود:

علامت	مثال
الف- کابل الکتریکی	ELECTRIC CABLE
ب - ولتاژ طراحی	
0.6/1 KV	1000
پ - شماره استاندارد	ISIR3569
ت - مشخصه کارخانه سازنده	XYZ

ث - تعداد رشته‌ها، نوع و سطح مقطع هادیها (بعنوان مثال) بصورت:

ث-۱- کابل مسی دارای سه رشته با سطح مقطع mm^2 ۵۰ بصورت 3×50 نشان داده شود

ث-۲- کابل آلومینیوم با سه رشته با سطح مقطع mm^2 ۵۰ بصورت 3×50 AL نشان داده شود

ج - متراژ کابل بایستی نسبت به ابتدای کابل مشخص گردد.

کلیه نشانه‌ها بایستی بصورت برجسته یا فرورفته یا بصورتی که قابل پاك کردن نباشد روی غلاف خارجی آورده شود.

نشانه‌ها بایستی با حروف انگلیسی و در طول کابل آورده شود و دقت شود که اشکال با حروف بصورت قالبهای عمودی و با حداقل ارتفاع ۳ میلیمتر باشد.

فاصله بین یکسری علامت تا شروع علامت بعدی برای ردیفهای (الف)، (ب) و (پ) باید زیر ۵۵۰ میلیمتر و برای ردیفهای (ت) و (ث) باید از ۱۱۰۰ میلیمتر کمتر باشد.

۱۱-۱-۲- سال ساخت

سال ساخت کابل بایستی در طول کابل مشخص باشد.

۱۱-۱-۳- علامت موسسه و سازمان تضمین‌کننده کیفیت

درصورت استفاده، این علامت باید در طول کابل تکرار شود و بصورت آرم سازمان مربوطه روی سطح خارجی کابل و با حداکثر فاصله بین دو علامت ۱۱۰۰ میلیمتر آورده شود.

یادآوری : این علامت می‌تواند توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و یا سایر شرکتهای معتبر به کارخانه سازنده واگذار شود.

۱۱-۱-۴- نشانه‌گذاریهای لازم دیگر

سایر نشانه‌های لازم دیگر می‌تواند روی غلاف خارجی کابل و یا بوسیله نوار یا ترکیبی از اینها مورد استفاده قرار گیرد درصورتیکه این نشانه‌ها روی غلاف خارجی بکار رود فاصله بین دو علامت نباید بیشتر از ۱۱۰۰ میلیمتر باشد.

۱۱-۲- بسته‌بندی و حمل و نقل

قبل از حمل کابل، سازنده باید انتهای کابلها را با سرپوش مناسبی ببندد تا از نفوذ رطوبت و آب در طول مدت حمل ونقل و ذخیره‌سازی کابل، جلوگیری شود.

کابل بایستی بر روی قرقره مناسب و نو که کابل را از صدمه و زیان محافظت کند، پیچیده شود و انتهای کابلها که از قرقره بیرون آمده است، محافظت شده باشد.

بر روی فلنج هر قرقره باید ولتاژ نامی، طول کابل، نوع کابل و مقطع آن و اندازه آن و وزن ناخالص قرقره و نیز نام کارخانه سازنده و سال ساخت مشخص شده باشد. ضمنا" جهت چرخش قرقره بایستی توسط علامتهای جهت‌دار مشخص شده باشد.

۱۲- شرایط آزمون

۱۲-۱- درجه حرارت محیط

معمولا" آزمونهای ولتاژ در درجه حرارت $15 \pm 20^{\circ}C$ و آزمونهای دیگر در درجه حرارت $20 \pm 5^{\circ}C$ انجام می‌شود، مگرآنکه برای آزمون خاصی شرایط دیگری ذکر شده باشد.

۱۲-۲- فرکانس و شکل موج ولتاژهای آزمون فرکانس صنعتی

فرکانس آزمون ولتاژهای متناوب باید در محدوده ۴۹ تا ۶۱ هرتز باشد. شکل موج کاملا" سینوسی

و مقادیر ذکرشده برحسب r. m. s بیان می‌شوند.

۱۳- آزمونهای معمول

۱۳-۱- کلیات

آزمونهای بکاررفته در این استاندارد به شرح زیر می‌باشند.

الف- اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی هادیها (بند ۱۳-۲)

ب - آزمون تخلیه ولتاژ (بند ۱۳-۳)

آزمونهای معمول بطور طبیعی روی تمام طول تکمیل‌شده کابل انجام می‌شود. این مقدار ممکن است با توافق بین سازنده و خریدار کاهش پیدا کند.

۱۳-۲- مقاومت الکتریکی هادیها

الف- برای کابلهای چندرشته‌ای، اندازه‌گیری بایستی برای تمام هادیهای هر کابل ازجمله هادی هم‌مرکز، درصورت وجود انجام شود، این عمل بایستی با درنظر گرفتن طول انتخاب‌شده در آزمون معمول، انجام گیرد.

ب - تمام طول کابل یا نمونه‌ای از آن در اطاق آزمون در درجه حرارت ثابت به مدت حداقل ۱۲ ساعت قبل از انجام آزمایش قرار گیرد. اگر در مورد یکسان بودن درجه حرارت کابل و محیط آزمایش تردید وجود دارد، اندازه‌گیری مقاومت باید بعد از قرار دادن کابل به مدت ۲۴ ساعت در اطاق آزمون صورت گیرد. و یا اندازه‌گیری روی نمونه‌ای از هادی که به مدت حداقل یک ساعت در حمام روغن با دمای کنترل‌شده قرار داشته است، انجام شود. مقدار اندازه‌گیری‌شده طبق بند ۵ از استاندارد ۳۰۸۴ موسسه استانداردو تحقیقات صنعتی ایران به مقدار آن در درجه حرارت $20^{\circ}c$ و برای طول یک کیلومتر اصلاح می‌شود.

پ - مقاومت جریان مستقیم هر هادی در دمای $20^{\circ}c$ نباید از حداکثر مقدار مشخص‌شده مربوطه مطابق استاندارد ۳۰۸۴ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تجاوز کند. مقاومت الکتریکی هادیهای هم‌مرکز باید مطابق بند ۷ باشد.

۱۳-۳- آزمون ولتاژ

الف- کلیات

آزمون ولتاژ باید در درجه حرارت محیط با ولتاژ متناوب در فرکانس صنعتی و یا ولتاژ مستقیم موردنظر سازنده انجام شود.

ب - روش آزمایش برای کابلهای تک‌رشته

برای کابلهای تک‌رشته، ابتدا کابل به مدت یک ساعت درآب با دمای محیط غوطه‌ور شده سپس ولتاژ آزمون بین هادی و آب به مدت ۵ دقیقه اعمال شود.

پ - روش آزمون برای کابل چندرشته‌ای

برای کابلهای چندرشته، ولتاژ آزمون بایستی به مدت ۵ دقیقه بین هادی عایق‌شده و تمام هادیهای دیگر و پوششهای فلزی درصورت وجود، اعمال گردد.

هادیها ممکن است برای اعمال متوالی ولتاژ آزمون بمنظور محدود نمودن کل زمان به شکل مناسبی به هم متصل شوند مشروط برآنکه ترتیب اتصالات، این اطمینان را ایجاد نماید که ولتاژ برای حداقل مدت زمان ۵ دقیقه بدون وقفه بین هر هادی و هادیهای دیگر و بین هر هادی و پوشش‌های فلزی (درصورت وجود) اعمال شده است.

ت - ولتاژ آزمون برای U_0=۰/۶ KV برابر با ۳/۵ کیلوولت می‌باشد.

اگر برای کابلهای سه‌رشته‌ای ولتاژ آزمایش بوسیله ترانسفورماتور سه‌فاز اعمال شود، ولتاژ آزمون بین فازها، بایستی ۱/۷۳ برابر مقدار فوق باشد.

اگر از ولتاژ مستقیم استفاده شود، این ولتاژ بایستی ۲/۴ برابر ولتاژ متناوب فرکانس صنعتی باشد. درمورد فوق ولتاژ تدریجا" به مقادیر مشخص‌شده افزایش می‌یابد.

ث - مقررات

هیچ شکست الکتریکی عایق نبایستی رخ دهد.

۱۴- آزمونهای ویژه

۱۴-۱- کلیات

آزمونهای ویژه لازم که در این استاندارد آمده‌اند بدین شرح است:

الف- بررسی هادی (بند ۱۴-۴)

ب - کنترل ابعاد (بندهای ۱۴-۵ تا ۱۴-۸)

پ - آزمون تحمل گرمایی[1] برای عایق XLPE (بند ۱۴-۹)

۱۴-۲- تناوب آزمونهای ویژه

الف- بررسی هادی و کنترل ابعاد

بازرسی‌هادی، اندازه‌گیری ضخامت عایق و غلاف و اندازه‌گیری قطرخارجی، درصورتیکه خریدار لازم بداند، باید روی یک قرقره (یا کلاف) از هر سری ساخت کابل با اندازه و نوع مشابه، انجام شود، این مقدار نباید از ده درصد تعداد قرقره‌ها (یا کلافها) در هر قرارداد تجاوز کند.

ب - آزمونهای الکتریکی و فیزیکی

با توافق بین خریدار و سازنده، آزمون تعیین‌شده بایستی روی نمونه‌های گرفته‌شده از کابل انجام شود، مشروط براینکه طول کل موضوع قرارداد برای کابلهای چندرشته‌ای بیش از ۲ کیلومتر و برای کابلهای تک‌رشته‌ای بیش از ۴ کیلومتر مطابق جدول (۱۰) باشد.

جدول (۱۰)

تعداد نمونه	طول کابل			
	کابلهای تک‌رشته‌ای		کابلهای چندرشته‌ای	
	بالاتراز (کیلومتر)	تاطول (کیلومتر)	بالاتراز (کیلومتر)	تاطول (کیلومتر)
۱	۴	۲۰	۲	۱۰
۲	۲۰	۴۰	۱۰	۲۰
۳	۴۰	۶۰	۲۰	۳۰
...	...	...	...	...

1- Hot Set Test

۱۴-۳- تکرار آزمونها

اگر در هر آزمون مشخص‌شده در بند ۱۴ نمونه مردود شناخته شد، توصیه می‌شود که دو نمونه دیگر از همان دسته[1] دوباره مورد همان آزمایش که نمونه اول مردود شده است قرار گیرد. اگر هر دو نمونه جدید، آزمونها را با موفقیت پشت سر گذاشتند، تمام کابلهای این دسته مطابق نیازمندیهای این مشخصات خواهد بود. و درصورتیکه هر یک از نمونه‌ها رد شدند، دسته‌ای که نمونه‌ها از آن برداشته شده است باید به شرکت مسترد شود. برداشتن نمونه‌های دیگر برای آزمون موضوعی است که به توافق سازنده و خریدار نیاز دارد.

۱۴-۴- بازرسی هادی

با توجه به استاندارد ۳۰۸۴ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران باید مشخصات ساختار هادی بازرسی و درصورت امکان اندازه‌گیری و کنترل شود.

۱۴-۵- اندازه‌گیری ضخامت عایق و غلاف غیرفلزی (شامل غلافهای جداکننده اکسترودشده بجز پوشش اکسترودشده داخلی)

۱۴-۵-۱- کلیات

روش آزمون مطابق بند ۴ از استاندارد ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌باشد. طول کابلی که برای آزمون انتخاب می‌شود باید قطعه‌ای از یک انتهای کابل باشد که نواحی آسیب‌دیده آن برداشته شده است. اگر میانگین ضخامت اندازه‌گیری‌شده یا حداقل مقدار اندازه‌گیری‌شده از مقادیر مشخص‌شده در بند ۱۴-۵-۲ تخطی کرد، دو نمونه دیگر بررسی می‌شود، اگر هر دو نمونه اضافی نیازهای لازم را برآورده کردند مورد قبول است در غیراینصورت کابل مغایر با استاندارد است.

۱۴-۵-۲- مقررات

الف- عایق

برای هر نقطه از هادی میانگین مقدار اندازه گرفته‌شده به اندازه ۰/۱ میلیمتر گرد شده و این

1-Batch

مقدار نبایستی از ضخامت نامی مشخص‌شده کمتر باشد و حداقل مقدار آن نباید بیش از ۰/۱ میلیمتر بعلاوه ٪۱۰ مقدار نامی زیر مقدار نامی مشخص‌شده قرار گیرد. یعنی:

$t_m \geq t_n - (۰/۱ + ۰/۱\ t_n)$ (میلیمتر)

که t_m حداقل ضخامت و t_n ضخامت نامی می‌باشد.

ب - غلافهای غیرفلزی

قطعه غلاف باید مطابق مقررات زیر باشد:

- برای یک غلاف بکاررفته روی یک سطح استوانه‌ای صاف (مثلا" روی یک پوشش داخلی، غلاف فلزی یا عایق یک کابل تک‌رشته‌ای)، مقدار میانگین اندازه‌گیری که به مقدار ۰/۱ میلیمتر گردشده، نباید از ضخامت نامی مشخص‌شده کمتر باشد و حداقل مقدار اندازه‌گیری‌شده نباید بیش از ۰/۱ میلیمتر بعلاوه ٪۱۵ مقدار نامی زیر مقدار نامی مشخص‌شده قرار گیرد. یعنی: (میلیمتر) $t_m \geq t_n - (۰/۱ + ۰/۱۵\ t_n)$
- برای غلافهای بکاررفته روی سطوح نامنظم (مثل: غلاف روی یک کابل چندرشته‌ای بی‌زره و بدون پوشش داخلی یا غلافی که مستقیما" روی زره یا هادی هم‌مرکز بکار رفته است)، حداقل مقدار اندازه‌گیری‌شده نبایستی بیش از ۰/۲ میلیمتر بعلاوه ٪۲۰ مقدار نامی زیر مقدار نامی مشخص‌شده قرار گیرد. یعنی: (میلیمتر) $t_m \geq t_n - (۰/۲ + ۰/۲\ t_n)$

۱۴-۶- اندازه‌گیری ضخامت غلاف سربی

ضخامت غلاف سربی بوسیله یکی از روشهای مشخص‌شده زیر انجام می‌گیرد، و این اندازه‌گیری با صلاحدید کارخانه سازنده بوده و نباید از ۹۵ درصد مقدار مشخص‌شده بیش از ۰/۱ میلیمتر کمتر باشد. کوچکترین مقدار اندازه‌گیری شده نباید کمتر از حداقل ضخامت تعیین شده باشد.

۱۴-۶-۱- روش نواری

اندازه‌گیری روی یک قطعه از غلاف به طول ۵۰ میلیمتر که از کابل جدا می‌شود، انجام می‌پذیرد. قطعه مزبور بایستی در طول بریده‌شده و به دقت تخت گردد. بعد از تمیز کردن قطعه مورد آزمایش، اندازه‌گیری در طول محیط غلاف انجام می‌گیرد. برای اطمینان از این که حداقل ضخامت اندازه‌گیری شده است، فاصله اندازه‌گیری نباید از ۱۰ میلیمتر نسبت به لبه غلاف کمتر باشد. اندازه‌گیری باید با

ریزسنج[1] با قطر قسمت مسطح ۴ تا ۸ میلیمتر و دقت ۰/۰۱ ± میلیمتر صورت پذیرد.

۱۴-۶-۲- روش حلقه‌ای

اندازه‌گیری روی حلقه‌ای از غلاف که با دقت جدا شده است انجام می‌شود. ضخامت در چندین نقطه مختلف محیط حلقه اندازه‌گیری می‌شود تا اطمینان حاصل شود که حداقل ضخامت اندازه‌گیری شده است. اندازه‌گیری باید توسط ریزسنج دارای یک نوك مسطح[2] و یک نوك ساچمه‌ای[3] یا یک نوك مسطح و یک نوك مستطیل شکل تخت[4] به پهنای ۰/۸ میلیمتر و طول ۲/۴ میلیمتر و با دقت ۰/۰۱ ± میلیمتر انجام شود. ضمنا" نوك ساچمه یا مستطیل‌شکل تخت در داخل حلقه قرار می‌گیرد.

۱۴-۷- اندازه‌گیری مفتولها و نوارهای زره‌بندی

۱۴-۷-۱- اندازه‌گیری روی مفتولها

قطر مفتولهای گرد و ضخامت مفتولهای تخت باید توسط ریزسنج که دارای دو نوك تخت است و با دقت ۰/۰۱ ± میلیمتر انجام شود. برای مفتولهای گرد دو اندازه‌گیری در جهت عمود بر هم در یک محل باید صورت گرفته و متوسط این دو مقدار قطر مفتول درنظر گرفته شود.

۱۴-۷-۲- اندازه‌گیری روی نوارها

برای نوارهای تاعرض ۴۰میلیمتر، ضخامت باید درمرکز عرض نوار اندازه‌گیری شود. برای نوارهای پهن‌تر اندازه‌گیری به فاصله ۲۰میلیمتر از هر لبه نوارانجام شده و متوسط مقادیر خوانده‌شده بعنوان ضخامت درنظر گرفته شود. اندازه‌گیری باید بوسیله ریزسنج با دونوك تخت و بادقت ۰/۰۱ ± میلیمتر صورت پذیرد.

۱۴-۷-۳- مقررات

ابعاد مفتولها و یا نوارها نباید از مقادیر مشخص‌شده بند ۹-۶ کمتر باشد.

1- Micrometer

2- Flat Nose

3- Ball Nose

4- Flat Rectangular Nose

۱۴-۸- اندازه‌گیری قطر خارجی

اگر اندازه‌گیری قطر خارجی کابل بعنوان یک آزمون ویژه نیاز باشد. این اندازه‌گیری باید مطابق بند ۴ از استاندارد ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شود.

۱۴-۹- آزمون تحمل گرمایی برای عایقهای XLPE و غلافهای SE_1

الف - روش آزمون

نمونه‌برداری و روش آزمایش باید مطابق بند ۱۴-۱ از استاندارد ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران با شرایط داده‌شده در جداول (۱۷) و (۱۸) انجام شود.

ب - مقررات

نتایج بایستی طبق جداول (۱۷) برای عایق XLPE و مطابق جدول (۱۸) برای غلاف SE1 باشد.

۱۵- آزمونهای نوعی - الکتریکی

این کابلها درمعرض آزمونهای زیر و به ترتیب بر روی یک نمونه کابل بطول ۱۰ تا ۱۵ متر انجام می‌شود:

الف- اندازه‌گیری مقاومت عایقی در درجه حرارت اطاق (بند ۱۵-۱-۱)

ب - اندازه‌گیری مقاومت عایقی در درجه حرارت عملکرد (بند ۱۵-۱-۲)

پ - آزمون فشار قوی (بند ۱۵-۲)

آزمونها باید حداکثر روی سه رشته انجام شود.

۱۵-۱- اندازه‌گیری مقاومت عایقی

۱۵-۱-۱- اندازه‌گیری در درجه حرارت محیط

الف - این آزمون باید قبل از هر آزمون الکتریکی دیگر، روی نمونه انجام شود.

تمام پوششهای خارجی باید برداشته شود و رشته‌ها در درجه حرارت اطاق به مدت حداقل یک ساعت قبل از آزمایش در آب غوطه‌ور شوند. اندازه‌گیری باید بین هادی و آب انجام شود.

در صورت درخواست، این اندازه‌گیری در دمای $20 \pm 1^{\circ}C$ انجام شود.

ولتاژ مستقیم آزمون ۸۰ ولت تا ۵۰۰ ولت بوده و برای مدت زمان کافی برای اندازه‌گیری در حالت ماندگار اعمال شود. این زمان از یک دقیقه بیشتر و از ۵ دقیقه کمتر است.

ب - محاسبات - مقاومت حجمی از فرمول زیر و اندازه‌گیری مقاومت عایقی بدست می‌آید:

$$\rho = \frac{2\pi lR}{\log_e \frac{D}{d}}$$

ρ : مقاومت حجمی، برحسب اهم‌سانتیمتر

R : مقاومت عایقی اندازه‌گیری‌شده، برحسب اهم

l : طول کابل، برحسب سانتیمتر

D : قطر خارجی عایق، برحسب میلیمتر

d : قطر داخلی عایق، برحسب میلیمتر

ثابت مقاومت عایق K_i از فرمول زیر بدست می‌آید.

$$K_i = \frac{lR \times 10^{-11}}{\log_{10} \frac{D}{d}} = 10^{-11} \times 0.367\ \rho \qquad , \qquad M\Omega \cdot Km$$

یادآوری : درمورد رشته هادیهای شکل داده‌شده نسبت $\frac{D}{d}$ نسبت محیط عایق به محیط هادی می‌باشد.

پ - مقادیر اندازه‌گیری‌شده نبایستی کمتر از مقادیر مشخص شده در جدول (۱۱) باشد.

۱۵-۱-۲- اندازه‌گیری در حداکثر دمای نامی

الف - رشته‌های کابل نمونه پس از برداشتن تمام پوششهای خارجی در دمای تعیین‌شده حداقل یک ساعت قبل از آزمایش در آب غوطه‌ور شود.

ولتاژ مستقیم آزمون باید بین ۸۰ تا ۵۰۰ ولت بوده و در مدت زمان کافی، حداقل یک دقیقه و حداکثر ۵ دقیقه تا رسیدن به مقدار پایدار جهت اندازه‌گیری اعمال گردد.

ب - محاسبات - مقاومت حجمی و یا ثابت مقاومت عایقی باید از مقاومت عایقی و فرمولهای ارائه‌شده در بند ۱۵-۱-۱-ب محاسبه شود.

پ - مقادیر اندازه‌گیری شده نبایستی کمتر از مقادیر مشخص شده در جدول (۱۱) باشد.

۱۵-۲- آزمون ولتاژ برای ۴ ساعت

رشته‌های عایق‌شده کابل نمونه با پوششهای برداشته‌شده به مدت حداقل یک ساعت در آب با درجه

حرارت محیط غوطه‌ور شود.

یک ولتاژ فرکانس صنعتی برابر با سه‌برابر ولتاژ U_0 بتدریج زیاد شده و به مدت ۴ ساعت بین هادی و آب اعمال شود. شکست الکتریکی عایق نباید رخ دهد.

۱۶- آزمونهای نوعی - غیرالکتریکی

آزمونهای نوعی - غیرالکتریکی مورد نیاز این استاندارد در جدول (۱۲) آمده است.

۱۶-۱- اندازه‌گیری ضخامت عایق

الف- نمونه‌برداری

یک نمونه از هر رشته کابل عایق‌شده انتخاب می‌گردد.

برای کابلهایی که دارای بیش از سه رشته با سطح مقطع نامی یکسان می‌باشند، تعداد رشته‌هایی که اندازه‌گیری می‌شوند به سه‌تا و یا ۱۰ درصد رشته‌ها با سطح مقطع بیشتر محدود می‌شوند.

ب - روش

روش اندازه‌گیری در بند ۴ استاندارد ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تشریح شده است.

پ - متوسط مقدار اندازه‌گیری‌شده روی هر رشته بعد از گرد شدن به مقدار ۰/۱ میلیمتر نباید از ضخامت نامی مشخص‌شده کمتر باشد و حداقل مقدار اندازه‌گیری‌شده نباید از مقدار نامی، بیشتر از ۱۰ درصد ضخامت نامی بعلاوه ۰/۱ میلیمتر کمتر باشد یعنی:

$t_m \geq t_n - (0/1 + 0/1\, t_n)$ (میلیمتر)

۱۶-۲- اندازه‌گیری ضخامت غلافهای غیرفلزی (شامل غلافهای جداکننده اکسترودشده، بجز پوششهای داخلی)

الف- نمونه‌برداری

یک نمونه از کابل انتخاب شود.

ب - روش

روش اندازه‌گیری باید مطابق بند ۴ استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شود.

پ - مقررات

هر قطعه از غلاف بایستی با موارد زیر مطابقت داشته باشد.

- برای یک غلاف بکاررفته روی سطح استوانه‌ای صاف (یعنی روی یک پوشش داخلی، یک غلاف فلزی یا عایق تک‌رشته) متوسط مقادیر اندازه‌گیری‌شده (بعد از گرد شدن بمیزان ۰/۱ میلیمتر) نبایستی کمتر از ضخامت نامی تعیین‌شده باشد و حداقل مقدار اندازه‌گیری‌شده نباید از مقدار نامی، بیشتر از ٪۱۵ ضخامت نامی بعلاوه ۰/۱ میلیمتر کمتر باشد یعنی: (میلیمتر) $t_m \geq t_n - (0/1 + 0/15\ t_n)$

- برای غلاف بکاررفته روی سطح استوانه‌ای ناصاف (مثلا": غلاف پرکننده روی یک کابل چندرشته‌ای بدون زره و بدون پوشش داخلی یا غلافی که مستقیما" روی زره یا هادی هم‌مرکز بکار رود) و برای حداقل مقدارانداز‌ه‌گیری‌شده نباید بیش از ۰/۲ میلیمتر بعلاوه ۲۰ درصد از مقدار نامی زیر مقدار ضخامت نامی مشخص‌شده باشد یعنی:

(میلیمتر) $t_m \geq t_n - (0/2 + 0/2\ t_n)$

۱۶-۳- آزمونهای تعیین خواص مکانیکی عایق و غلاف قبل و بعد از کهنگی[1]

الف- نمونه‌برداری

نمونه‌برداری و آماده‌سازی قطعه مورد آزمایش بایستی مطابق بند ۵ از استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شود.

ب - عمل کهنگی

عمل کهنگی باید مطابق بند ۶ از استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و تحت شرایط مشخص‌شده در جدول (۱۳) برای عایق و جدول (۱۴) برای غلاف انجام شود.

1- Ageing

پ - آماده‌سازی و آزمونهای مکانیکی

آماده‌سازی و اندازه‌گیری خواص مکانیکی باید مطابق بند ۵ از استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شود.

ت - مقررات

نتایج آزمایش برای قطعات کهنه‌شده و نو باید مطابق نیازهای ذکرشده در جدول (۱۳) برای عایق و جدول (۱۴) برای غلاف باشد.

۱۶-۴- آزمایش کهنگی روی قطعات کابلهای کامل‌شده

الف- کلیات

هدف از انجام این آزمون، این است که کنترل کند تا عایق و غلاف در شرایط بهره‌برداری بخاطر تماس و اتصال با سایر اجزاء موجود در کابل در معرض خرابی نباشند.

این آزمون روی تمام انواع کابلها قابل اجرا است.

ب - نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از کابل تکمیل شده مطابق بند ۶ استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شود.

پ - عمل کهنگی

عمل کهنگی یک قطعه از کابل باید در یک کوره هوا[1] در شرایط زیر و مطابق بند ۶ از استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شود.

- دما : به مقدار $^{\circ}C$ ۲ ± ۱۰ بالای درجه حرارت عملکرد نامی هادی کابل، یا اگر دمای عملکرد کابل مشخص نیست، $^{\circ}C$ ۲ ± ۱۰ بالای دمای نامی عملکرد هادی برای مواد عایق (مطابق جدول (۱۳)) می‌باشد.

- مدت زمان : ۲۴ × ۷ ساعت

ت - آزمونهای مکانیکی

قطعات آزمایش عایق و غلاف از قطعات کهنه کابل باید آماده و مطابق آزمونهای مکانیکی

1- Air oven

تشریح‌شده در بند ۶ استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شود.

ث - مقررات

تفاوت بین مقادیر میانی استقامت کششی و افزایش طول نسبی در لحظه پارگی بعد از کهنگی و مقادیر مشابه بدست‌آمده قبل از کهنگی (بند ۱۶-۳ را ببینید) نباید از مقادیر بکاررفته در آزمایش بعد از کهنگی در یک کوره هوا که در جدول (۱۳) برای عایق و در جدول (۱۴) برای غلاف مشخص‌شده، تجاوز کند.

۱۶-۵- آزمون تلفات جرم روی غلافهای PVC نوع ST_2

الف- روش

نمونه‌برداری و روش آزمون باید مطابق بند ۷ از استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران باشد.

ب - مقررات

نتایج آزمون باید با مقادیر در جدول (۱۵) مطابقت داشته باشد.

۱۶-۶- آزمونهای غلاف و عایق PVC در دماهای بالا

الف- روش

نمونه‌برداریها و روش آزمون باید مطابق بند ۸ از استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران با درنظر گرفتن شرایط جدول (۱۵) باشد:

ب - مقررات

نتایج آزمون باید با جدول (۱۵) مطابقت داشته باشد.

۱۶-۷- آزمونهای غلاف و عایق PVC در دماهای پایین

الف- روش

نمونه‌برداری و روش باید مطابق بند ۹ استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران با درنظر گرفتن درجه حرارت آزمایش مطابق جدول (۱۵) باشد.

ب - مقررات

نتایج آزمون باید مطابق بند ۹ استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران باشد.

۱۶-۸- آزمون مقاومت غلافها و عایق PVC در برابر ترک خوردن (آزمایش شوک حرارتی)

الف - روش

نمونه‌برداری و روش آزمایش باید مطابق بند ۱۰ از استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران باشد، دمای آزمون و مدت زمان گرم کردن طبق جدول (۱۵) باشد.

ب - مقررات

نتایج آزمون باید با نیازهای بند ۱۰ از استاندارد مزبور مطابقت داشته باشد.

۱۶-۹- آزمون تحمل گرمایی برای عایقهای XLPE و غلافهای SE_1

الف- روش

نمونه‌برداری و آزمایش بایستی مطابق بند ۱۴ از استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران انجام شود و شرایط ذکرشده در جداول (۱۷) و (۱۸) در این آزمایش درنظر گرفته شود.

ب - مقررات

نتایج آزمون باید مطابق نیازهای ذکرشده در جدول (۱۷) برای عایق XLPE و جدول (۱۸) برای غلافهای SE_1 باشد.

۱۶-۱۰- آزمون غوطه‌وری در روغن[1] برای غلافهای الاستومری

الف- روش

نمونه‌برداری و روش آزمون باید مطابق بند ۱۵ از استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد

1- Oil Immersion Test

و تحقیقات صنعتی ایران و درنظر گرفتن شرایط جدول (۱۸) باشد.

ب - مقررات

نتایج آزمون باید با جدول (۱۸) مطابقت نماید.

۱۶-۱۱- آزمونهای جذب آب[1] روی عایق

الف- روش

نمونه‌برداری و روش آزمون باید مطابق بند ۱۹ از استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و شرایط مشخص‌شده در جداول (۱۵) و (۱۶) یا(۱۷) باشد.

ب - مقررات

نتایج آزمون باید با جداول (۱۵) و (۱۶) یا (۱۷) مطابقت نماید.

۱۶-۱۲- آزمون انقباض برای عایقهای XLPE

الف- نمونه‌برداری و روش آزمون بایستی مطابق بند ۲۰ از استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و تحت شرایط مشخص‌شده در جدول (۱۷) باشد.

ب - مقررات

نتایج آزمون باید با جدول (۱۷) مطابقت نماید.

۱۶-۱۳- آزمون خمش ویژه

برای کابلهایی که در ردیف ب از بند ۵-۱ آمده است یک آزمون ویژه خمش باید انجام شود.

الف- روش

نمونه باید دور یک استوانه آزمون در دمای اطاق و حداقل یک دور پیچیده شود. قطر استوانه باید حدود ۷ برابر قطر خارجی نمونه کابل باشد. سپس کابل پیچیده‌شده باز شده و اینکار در جهت خلاف حالت قبل تکرار شود.

این عمل سه بار تکرار شده و سپس درحالیکه نمونه روی استوانه پیچیده است در کوره هوا

1- Water Absorption Test

با دمایی برابر با حداکثر دمای نامی هادی کابل به مدت ۲۴ ساعت گرم شود.

بعد از سرد شدن کابل، باید درحالیکه هنوز کابل روی میله پیچیده شده آزمون ولتاژ مطابق بند ۱۳-۳ انجام شود.

ب - مقررات

شکست الکتریکی عایق نباید رخ دهد و هیچ ترك و شکافی در غلاف خارجی نباید دیده شود.

۱۷- آزمونهای الکتریکی بعد از نصب

این آزمونها هنگامیکه نصب کابل و سایر ملحقات آن تکمیل شد انجام می‌شود.

ولتاژ مستقیمی برابر ۷۰٪ ولتاژ مستقیم مشخص شده در ردیف ت از بند ۱۳-۳ به مدت ۱۵ دقیقه اعمال می‌شود.

و یا درصورت توافق بین خریدار و فروشنده، آزمون با یک ولتاژ متناوب با فرکانس صنعتی مطابق زیر می‌تواند انجام شود:

الف- آزمون برای ۵ دقیقه با ولتاژ سیستم بین هادی و پوشش الکترواستاتیکی اعمال شود.

ب - آزمون برای ۲۴ ساعت با ولتاژ عملکرد نامی سیستم اعمال شود.

توجه : آزمونهای الکتریکی روی کابلهای تعمیرشده به مقررات نصب مربوط می‌شود و آزمونهای فوق فقط روی تاسیساتی است که جدید نصب می‌شوند.

جدول (۱۱) مقررات آزمون نوعی - الکتریکی

ردیف	خواص اصلی ترکیبات	الاستومریک	ترموپلاستیک
الف	علامت اختصاری برای ترکیبات عایق*	XLPE	PVC/A
ب	حداکثر درجه حرارت نامی هادی (°c)	۹۰	۷۰
۱	مقاومت حجمی (Ω cm)		
۱-۱	- در ۲۰°c (بند ۱۵-۱-۱ را ببینید)	—	$۱۰^{۱۴}$
۱-۲	- در حداکثر درجه حرارت نامی** (بند ۱۵-۱-۲)	$۱۰^{۱۲}$	$۱۰^{۱۰}$
۲	ثابت مقاومت عایق K_i (Ω km)		
۲-۱	- در ۲۰°c (بند ۱۵-۱-۱)	—	۳۶/۷
۲-۲	- در حداکثر درجه حرارت نامی** (بند ۱۵-۱-۲)	۳/۶۷	۰/۰۳۷

* بند ۱-۲ را ملاحظه کنید.

** مقدار حداکثر دمای نامی هادی در ردیف ب این جدول آمده است.

جدول (۱۲) آزمونهای نوعی - غیرالکتریکی

(جداول ۱۳ تا ۱۸ را ببینید)

		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
ردیف	علامت اختصاری برای ترکیبات جداول (۱۳) و (۱۴) را ببینید	عایق		غلافهای غیرفلزی				
		ترموپلاستیک	الاستومر	ترموپلاستیک				الاستومر
		PVC	XLPE	PVC		ST_3	ST_7	SE_1
		A		ST_1	ST_2			
۱	ابعاد							
۱-الف	- اندازه‌گیری ضخامت	x	x	x	x	x	x	x
۲	خواص مکانیکی(استقامت کششی و درصدافزایش طول نسبی)							
۲-الف	- بدون کهنگی	x	x	x	x	x	x	x
۲-ب	- بعداز کهنگی در کوره هوا	x	x	x	x	x	x	x
۲-پ	- بعد از کهنگی قطعات کابل تکمیل‌شده	x	x	x	x	x	x	x
۲-ت	- بعد از غوطه‌وری در روغن داغ							x
۳	خواص ترموپلاستیکی							
۳-الف	- آزمون فشار در دمای بالا (فرورفتگی)	x		x	x		x	
۳-ب	- رفتار در دمای پائین	x		x	x			
۴	آزمونهای متفرقه							
۴-الف	- آزمون تلفات جرم در کوره هوا				x			
۴-ب	- آزمون شوك حرارتی (ترك‌خوردگی)	x		x	x			
۴-پ	- شاخص جریان ذوب بدون کهنگی					x		
۴-ت	- آزمون تحمل حرارتی		x					x
۴-ث	- جذب آب	x	x					
۴-ج	- آزمون انقباض		x			x^1	x^1	
۴-ج	- مقدار دوده (کربن سیاه)					x	x	

"x" نشانگر آن است که آزمون نوعی باید انجام شود.

1- تحت بررسی

جدول (۱۳) مقررات آزمون برای مشخصات مکانیکی مواد عایق

(قبل و بعد از کهنگی)

۰	۱	۲	۳	۴
	علائم اختصاری برای ترکیبات (بند ۱-۲ را ببینید)	واحد	PVC / A	XLPE
	حداکثردرجه حرارت نامی هادی (بند ۱-۴ را ببینید)	°c	۷۰	۹۰
۱	بدون کهنگی (بند ۵ از (1))			
۱-۱	حداقل مقدار استقامت کششی	N/mm^2	۱۲/۵	۱۲/۵
۱-۲	حداقل افزایش طول نسبی در لحظه پارگی	٪	۱۵۰	۲۰۰
۲	بعد از کهنگی در کوره هوا (بند ۶ از (1))			
۲-۰	طرز عمل : - درجه حرارت	°c	۱۰۰	۱۳۵
	- رواداری	°c	± ۲	± ۳
	- تداوم	روز	۷	۷
۲-۱	استقامت کششی :			
	الف- حداقل مقدار بعد از کهنگی	N/mm^2	۱۲/۵	
	ب - حداکثر تغییرات*	٪	± ۲۵	± ۲۵
۲-۲	افزایش طول نسبی در لحظه پارگی			
	الف- حداقل مقدار بعد از کهنگی	٪	۱۵۰	
	ب - حداکثر تغییرات*	٪	± ۲۵	± ۲۵

* تغییرات: اختلاف بین مقدار میانی بدست‌آمده بعد از کهنگی و مقدار میانی بدست‌آمده بدون کهنگی که به درصد بیان می‌شود

1) استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

جدول (۱۴) مقررات آزمون برای خواص مکانیکی غلاف

(قبل و بعد از کهنگی)

۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷ .
الف	علائم اختصاری انواع ترکیبات غلاف*		ST_1	ST_2	ST_3	ST_7	SE_1
ب	خواص اصلی ترکیبات غلاف		ترموپلاستیک				الاستومر
پ	حداکثر درجه حرارت نامی هادی که غلاف کابل می‌تواند برای آن استفاده شود**	°c	۸۰	۹۰	۸۰	۹۰	۸۵
۱	بدون کهنگی (بند ۵ از (1))						
۱-۱	حداقل مقدار مقاومت کششی	N/mm^2	۱۲/۵	۱۲/۵	۱۰	۱۲/۵	۱۰
۱-۲	حداقل افزایش طول نسبی در لحظه پارگی	٪	۱۵۰	۱۵۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰
۲	بعد از کهنگی در کوره هوا (بند ۶ از (1))						
۲-۰	طرز عمل : - درجه حرارت (رواداری ± ۲ °c)	°c	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۰۰
	- تداوم	روز	۷	۷	۱۰	۱۴	۷
۲-۱	استقامت کششی :						
	الف- حداقل مقدار بعد از کهنگی	N/mm^2	۱۲/۵	۱۲/۵			
	ب - حداکثر تغییرات***	٪	± ۲۵	± ۲۵			± ۳۰
۲-۲	افزایش طول نسبی در لحظه پارگی :						
	الف- حداقل مقدار بعد از کهنگی	٪	۱۵۰	۱۵۰	۳۰۰	۳۰۰	۲۵۰
	ب - حداکثر تغییرات***	٪	± ۲۵	± ۲۵			± ۴۰

* معنی این علامتهای اختصاری در بند ۱-۵ آمده است.

ST_3 و ST_7 ترکیبات غلاف براساس پلی‌اتیلن ترموپلاستیک می‌باشند.

SE_1، ترکیب غلاف الاستومری براساس پلی‌کلروپرن، کلروسولفونیت پلی‌اتیلن یا پلیمرهای مشابه می‌باشد.

** بند ۱-۵ را ببینید.

*** تغییرات: اختلاف بین مقدار میانی بدست‌آمده بعد از کهنگی و مقدار میانی بدست‌آمده بدون کهنگی است که به درصد بیان می‌شود.

1) استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

جدول (۱۵) مقررات آزمون برای مشخصات ویژه عایق و غلاف ازماده PVC

۰	۱	۲	۳	۴	۵
الف	علائم اختصاری ترکیبات		PVC A	ST_1	ST_2
ب	مورد استفاده از ترکیبات PVC		عایق	غلاف	
۱	تلفات جرم در کوره هوا (بند ۷ از (1))				
۱-۱	طرز عمل : - درجه حرارت (رواداری ۲° c ±)	°c	—	—	۱۰۰
	- تداوم	روز	—	—	۷
۱-۲	حداکثر تلفات جرم مجاز	mg/cm^2	—	—	۱/۵
۲	آزمون فشار در درجه حرارت بالا (بند ۸ از (1))				
۲-۱	درجه حرارت آزمون (با رواداری ۲° c ±)	°c	۸۰	۸۰	۹۰
۲-۲	زمان تحت بار	ساعت	بند ۸-۱-۵ از (1)	بند ۸-۲-۵	از (1)
۲-۳	حداکثر عمق فرورفتگی**	٪	۵۰	۵۰	۵۰
۳	رفتار در دمای پائین (بند ۹ از (1))				
۳-۱	آزمونها بدون کهنگی قبلی انجام شود:				
۳-۲	آزمون خمش در سرما برای قطر کوچکتر از ۱۲/۵ میلیمتر دمای آزمون (رواداری ۲° c ±)	°c	-۱۵	-۱۵	-۱۵
۳-۳	آزمون ازدیاد طول در سرما روی قطعات دمبل‌شکل دمای آزمون (رواداری ۲° c ±)	°c	-۱۵	-۱۵	-۱۵
	آزمون در سرما دمای آزمون (رواداری ۲° c ±)	°c		-۱۵	-۱۵
۴	آزمون شوک حرارتی (بند ۱۰ از (1))				
۴-۱	دمای آزمون (رواداری ۳° c ±)	°c	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰
۴-۲	تداوم آزمون	ساعت	۱	۱	۱

** Identation

(1) استاندارد ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

ادامه جدول (۱۵) مقررات آزمون برای مشخصات ویژه عایق و غلاف ازماده PVC

۰	۱	۲	۳	۴	۵
الف	علائم اختصاری ترکیبات		PVC A	ST_1	ST_2
ب	مورد استفاده از ترکیبات PVC		عایق	غلاف	
۶	جذب آب (بند ۱۹ از (1))				
۶-۱	روشهای الکتریکی				
۶-۲	دما (رواداری ۲° c ±)	°c	۷۰		
۶-۳	تداوم	روز	۱۰		

جدول (۱۶) مقررات آزمون برای مشخصات ویژه عایق و غلاف‌ازماده عایق PE

۰	۱	۲	۳	۴
الف	علائم اختصاری ترکیبات		ST_3	ST_7
ب	مورد استفاده از ترکیبات PE		غلاف	
۱	چگالی*-(بند ۱۱ از(1))			
۲	مقدار دوده سیاه (بند ۱۸ از (1))			
۲-۱	مقدار نامی	٪	۲/۵	۲/۵
۲-۲	رواداری	٪	±۰/۵	±۰/۵
۳	آزمون انقباض (بند ۲۰ از (1))		**	**
۳-۱	درجه حرارت (رواداری ±۲°c)	°c		
۳-۲	تداوم	ساعت		
۳-۳	حداکثر انقباض مجاز	٪		

* اندازه‌گیری چگالی فقط برای سایر آزمونها مورد نیاز است.

1) استاندارد ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

** تحت بررسی

جدول (۱۷) مقررات آزمون برای مشخصات ویژه

انواع مواد عایقی الاستومری

۰	۱	۲	۳
الف	علائم اختصاری ترکیبات عایق		XLPE
۱	آزمون تحمل گرمایی (بند ۱۴ از (1))		
۱-۱	طرز عمل: درجه حرارت هوا (رواداری ۳° c ±)	°c	۲۰۰
	زمان تحت بار	دقیقه	۱۵
	نیروی کششی	N/cm^2	۲۰
۱-۲	حداکثر افزایش طول نسبی تحت بار	٪	۱۷۵
۱-۳	حداکثر افزایش طول دائم بعد از سرد شدن	٪	۱۵
۲	جذب آب (بند ۱۹ از (1))		
۲-۱	روش ثقل‌سنجی		
۲-۲	درجه حرارت (رواداری ۲° c ±)	°c	۸۵
۲-۳	تداوم	روز	۱۴
۲-۴	حداکثر تغییرات جرم	mg/cm^2	۱*
۳	آزمون انقباض (بند ۲۰ از (1))		
۳-۱	درجه حرارت (رواداری ۳° c ±)	°c	۱۳۰
۳-۲	تداوم	ساعت	۱
۳-۳	حداکثر انقباض مجاز	٪	۴

* تغییرات بزرگتر از $1 mg/cm^2$ برای XLPE با چگالی بزرگتر از ۱ درنظر گرفته می‌شود.

1) استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

جدول (۱۸) مقررات آزمون برای مشخصات ویژه غلافهای الاستومر

۰	۱	۲	۳
الف	علامت اختصاری ترکیبات		SE_1
۱	آزمون غوطه‌وری در روغن و تعیین مشخصات مکانیکی (بند ۵ و ۱۵ از استاندارد ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران		
۱-۱	طرز عمل : دمای روغن (رواداری ۲° c ±)	°c	۱۰۰
	تداوم	ساعت	۲۴
۱-۲	حداکثر تغییرات* مجاز		
	الف- استقامت کششی	٪	± ۴۰
	ب - افزایش طول نسبی در لحظه پارگی	٪	± ۴۰
۲	آزمون تحمل حرارتی (بند ۱۴ از استاندارد ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران)		
۲-۱	طرز عمل : درجه حرارت (رواداری ۳° c ±)	°c	۲۰۰
	زمان تحت بار	دقیقه	۱۵
	نیروی کششی	N/cm^2	۲۰
۲-۲	حداکثر افزایش طول نسبی تحت بار	٪	۱۷۵
۲-۳	حداکثر افزایش طول دائم بعد از سردشدن	٪	۱۵

* تغییرات: اختلاف بین مقادیر میانی بدست‌آمده بعد از کهنگی و مقدار میانی بدست‌آمده بدون کهنگی که برحسب درصدی از مقدار اول بیان می‌شود.

پیوست الف

روش محاسبه فرضی[1] برای تعیین ابعاد پوششهای محافظ

ضخامت پوششهای کابل مانند غلافها و زره، مطابق جداول به قطر نامی کابل بستگی دارد.

موضوع فوق گاهی باعث بروز مشکلاتی می‌گردد. قطرهای نامی محاسبه‌شده لزوما" همان مقادیر واقعی بدست‌آمده در تولید نیستند. در مرزهای مقادیر تعیین‌شده در جداول، بدلیل تفاوت جزئی قطر محاسبه‌شده از مقدار واقعی، چنانچه ضخامت پوشش با قطر واقعی مطابقت نداشته باشد مشکلات می‌تواند افزایش یابد.

تغییرات در ابعاد هادی شکل داده‌شده، بین تولیدکنندگان و روشهای متفاوت محاسبه باعث تفاوتهایی در قطر نامی می‌شود و بنابراین ممکن است باعث تغییراتی در ضخامت پوشش بکاررفته در یک طرح واحد کابل شود.

برای اجتناب از این مشکلات روش محاسبه فرضی ایجاد شده است. این روش بر پایه نادیده گرفتن شکل و درجه تراکم هادیها بوده و قطر فرضی از رابطه‌ای که بر پایه سطح مقطع نامی هادی، ضخامت عایق و تعداد رشته‌ها می‌باشد، محاسبه می‌گردد. بنابراین ضخامت غلاف و سایر پوششها با استفاده از رابطه یا جداول به قطرهای فرضی بستگی پیدا می‌کند. روش محاسبه قطر فرضی به دقت تعیین شده است و ابهامی در مورد ضخامت پوشش بکاررفته که مستقل از تفاوتهای جزئی روش‌های تولید است وجود ندارد. این روش استاندارد طراحی کابل، محاسبه ضخامت‌ها را برای هر اندازه کابل، از قبل ممکن می‌سازد.

از محاسبه فرضی فقط برای تعیین ابعاد غلافها و پوششهای کابل استفاده شده و جانشینی برای محاسبه قطرهای معمولی مورد نیاز برای مقاصد عملی که باید بطور جداگانه محاسبه شود نمی‌باشد.

الف -۱- کلیات

الف -۱-۱- روش فرضی محاسبه ضخامت پوششهای مختلف در کابل طوری است که هرگونه اختلاف که می‌تواند در محاسبات مستقل بوجود آید (بعنوان مثال به علت فرض کردن ابعاد هادی و اختلافات

1-Fictitious Method

غیرقابل اجتناب بین قطرهای واقعی و نامی) از بین می‌رود.

الف -۱-۲- ضخامت‌ها و قطرها باید با تقریب یک رقم اعشار گرد[1] شوند.

الف -۱-۳- نوارهای نگهدارنده، مانند نواری که در جهت عکس پیچش[2] زره روی آن قرار می‌گیرد، چنانچه ضخیم‌تر از ۰/۳ میلیمتر نباشد در این روش محاسبه، نادیده گرفته می‌شوند.

الف ۲- روش محاسبه

الف ۲-۱- هادیها

قطر فرضی (d_L) هادی، بدون درنظر گرفتن شکل یا تراکم هادیها، برای هر سطح مقطع نامی در جدول (الف -۱) داده شده است.

جدول (الف -۱)

d_L	سطح مقطع نامی هادی	d_L	سطح مقطع نامی هادی
(mm)	(mm^2)	(mm)	mm^2
۱۱	۹۵	۱/۴	۱/۵
۱۲/۴	۱۲۰	۱/۸	۲/۵
۱۳/۸	۱۵۰	۲/۳	۴
۱۵/۳	۱۸۵	۲/۸	۶
۱۷/۵	۲۴۰	۳/۶	۱۰
۱۹/۵	۳۰۰	۴/۵	۱۶
۲۲/۶	۴۰۰	۵/۶	۲۵
		۶/۷	۳۵
		۸/۰	۵۰
		۹/۴	۷۰

1- Rounded

2- Counter-Helix

الف -۲-۲- رشته‌ها

قطر فرضی D_c هر رشته بصورت زیر بدست می‌آید.

میلیمتر: $D_c = d_L + ۲t_i$

که t_i ضخامت نامی عایق می‌باشد (جداول (۱-۴) و (۱-۵))

درصورتیکه هادی هم‌مرکز بکار رود، طبق بند الف -۲-۵ باید دقت بیشتری بعمل آید.

الف -۲-۳- قطر روی رشته‌های تابیده‌شده

قطر فرضی روی رشته‌های تابیده‌شده D_f بدین صورت بدست می‌آید:

الف- برای کابلهای چندرشته‌ای با هادیهای دارای سطح مقطع نامی یکسان

به میلیمتر: $D_f = kD_c$

که ضریب k طبق جدول (الف-۲) بدست می‌آید.

ب - برای کابلهای چهاررشته‌ای دارای یک رشته با سطح مقطع کوچکتر:

به میلیمتر: $$D_f = \frac{۲/۴۱\ (۳\ D_{c۱} + D_{c۲})}{۴}$$

$D_{c۱}$، قطر فرضی هادی عایق‌شده فاز، شامل لایه فلزی در صورت موجود بودن.

$D_{c۲}$، قطر فرضی هادی عایق‌شده با سطح مقطع کمتر.

الف -۲-۴- پوششهای داخلی

قطر فرضی روی پوشش داخلی (D_B) بدین صورت بدست می‌آید: $D_B = D_f + ۲t_B$

که برای قطرهای فرضی روی رشته‌های تابیده‌شده (D_f) تا و خود ۴۰ میلیمتر t_B برابر ۰/۴ میلیمتر است و برای D_f بیش از ۴۰ میلیمتر t_B برابر ۰/۶ میلیمتر است.

این مقادیر فرضی t_B برای مورد زیر بکار می‌رود:

الف- کابلهای چندرشته‌ای:

- با پوشش داخلی یا بدون آن.

- یک پوشش داخلی بصورت اکسترودشده یا نوارپیچ‌شده.

ب - کابلهای تک‌رشته:

با پوشش داخلی بصورت اکسترودشده یا نوارپیچ‌شده.

جدول (الف - ۲)

تعداد رشته‌ها	ضریب تجمع (k)	تعداد رشته‌ها	ضریب تجمع (k)
۲	۲	۲۵	۶
۳	۲/۱۶	۲۶	۶
۴	۲/۴۲	۲۷	۶/۱۵
۵	۲/۷	۲۸	۶/۴۱
۶	۳	۲۹	۶/۴۱
۷	۳	۳۰	۶/۴۱
۷*	۳/۳۵	۳۱	۶/۷
۸	۳/۴۵	۳۲	۶/۷
۸*	۳/۶۶	۳۳	۶/۷
۹	۳/۸	۳۴	۷
۹*	۴	۳۵	۷
۱۰	۴	۳۶	۷
۱۰*	۴/۴	۳۷	۷
۱۱	۴	۳۸	۷/۳۳
۱۲	۴/۱۶	۳۹	۷/۳۳
۱۲*	۵	۴۰	۷/۳۳
۱۳	۴/۴۱	۴۱	۷/۶۷
۱۴	۴/۴۱	۴۲	۷/۶۷
۱۵	۴/۷	۴۳	۷/۶۷
۱۶	۴/۷	۴۴	۸
۱۷	۵	۴۵	۸
۱۸	۵	۴۶	۸
۱۸*	۷	۴۷	۸
۱۹	۵	۴۸	۸/۱۵
۲۰	۵/۳۳	۵۲	۸/۴۱
۲۱	۵/۳۳	۶۱	۹
۲۲	۵/۶۷		
۲۳	۵/۶۷		
۲۴	۶		

* تمام رشته‌ها در یک لایه بهم تابیده شده‌اند.

الف -۲-۵- هادیهای هم‌مرکز

افزایش قطر با توجه به هادیهای هم‌مرکز در جدول (الف -۳) آمده است.

جدول (الف -۳) افزایش در قطر باتوجه‌به هادیهای هم‌مرکز

سطح مقطع نامی هادی هم‌مرکز	افزایش در قطر	سطح مقطع نامی هادی هم‌مرکز	افزایش در قطر
(mm^2)	(mm)	(mm^2)	(mm)
۱/۵	۰/۵	۵۰	۱/۷
۲/۵	۰/۵	۷۰	۲
۴	۰/۵	۹۵	۲/۴
۶	۰/۶	۱۲۰	۲/۷
۱۰	۰/۸	۱۵۰	۳
۱۶	۱/۱	۱۸۵	۴
۲۵	۱/۲	۲۴۰	۵
۳۵	۱/۴	۳۰۰	۶

اگر سطح مقطع هادی هم‌مرکز بین دو مقدار داده‌شده در جدول (الف - ۳) بود افزایش قطر، مقدار مربوط به سطح مقطع بزرگتر خواهد بود.

الف -۲-۶- لایه اضافی زیرین جهت کابلهای دارای زره نواری (اعمال‌شده روی پوشش داخلی)

قطر فرضی زیر لایه اضافی (میلیمتر)		افزایش قطر ناشی از لایه اضافی (میلیمتر)
بالاتر از	تا و خود	
—	۳۰	۱
۳۰	—	۱/۶

الف -۲-۷- زره

قطر فرضی روی زره (D_x) بدین صورت بدست می‌آید.

برای زره با مفتول تخت یا گرد: به میلیمتر: $D_x = D_A + 2\,t_A + 2\,t_w$

که:

D_A : قطر زیر زره

t_A : ضخامت یا قطر مفتول زره

t_w : ضخامت نوار قرارگرفته در جهت عکس پیچش مفتولهای زره (درصورت وجود)چنانچه بیشتر از ۰/۳ میلیمتر باشد در مورد زره نواری: به میلیمتر: $D_x = D_A + 4t_A$

D_A : قطر زیر زره

t_A : ضخامت نوار زره

پیوست ب

حداکثر مقاومت کابلهای تک‌رشته و چندرشته

براساس استاندارد ISIRI ۳۰۸۴ مقاومت هر هادی در ۲۰°c نباید از مقادیر مشخص‌شده در جدول (ب -۱) بیشتر باشد. دراستاندارد مذکور ابعاد و تعداد مفتولها نیز مورد بررسی قرار گرفته است. که اطلاعات بیشتر در استاندارد مزبور قابل دستیابی می‌باشد.

هادیهای بکاررفته در سیستم توزیع معمولا" از هادیهای گروه دوم استاندارد ISIRI ۳۰۸۴ می‌باشند و جنس هادیها معمولا" از نوع مس نرم‌شده و یا آلومینیوم می‌باشد، هادیهای دیگری نیز می‌تواند مورداستفاده قرار گیرند که ازجمله مس نرم‌شده با اندود فلزی و یا آلومینیوم با اندود فلزی و یا پوشش فلزی و یا آلومینیوم با پوشش فلزی و اندود فلزی می‌باشد.

مقاومت هادیهای داده‌شده برای دمای ۲۰°c می‌باشد که برای سایر دماها بایستی مطابق رابطه زیر تصحیح گردد.

$$R_t = R_{20}.(1 + \alpha_{20}.(t - 20)) \qquad (ب -۱)$$

که دراین رابطه:

R_t : مقاومت هادی در دمای t درجه سانتیگراد

R_{20}. : مقاومت هادی در دمای ۲۰°c

α_{20}. : ضریب گرمایی جنس هادی در ۲۰°c

t : دمای هادی (°c)

جدول (ب -۱) حداکثر مقاومت هادیهای تابیده‌شده منظم برای سیم و کابلهای تک‌رشته و چندرشته دردمای $20^{\circ}c$

سطح مقطع نامی (mm^2)	هـادی مسی		هادیهای آلومینیومی با اندود فلزی و یا بدون آن یامفتولهای با پوشش فلزی (Ω/Km)
	مفتولهای‌بدون اندودفلزی (Ω/Km)	مفتولهای با اندودفلزی (Ω/Km)	
۶	۳/۰۸	۳/۱۱	۴/۶۱
۱۰	۱/۸۳	۱/۸۴	۳/۰۸
۱۶	۱/۱۵	۱/۱۶	۱/۹۱
۲۵	۰/۷۲۷	۰/۷۳۴	۱/۲۰
۳۵	۰/۵۲۴	۰/۵۲۹	۰/۸۶۸
۵۰	۰/۳۸۷	۰/۳۹۱	۰/۶۴۱
۷۰	۰/۲۶۸	۰/۲۷۰	۰/۴۴۳
۹۵	۰/۱۹۳	۰/۱۹۵	۰/۳۲۰
۱۲۰	۰/۱۵۳	۰/۱۵۴	۰/۲۵۳
۱۵۰	۰/۱۲۴	۰/۱۲۶	۰/۲۰۶
۱۸۵	۰/۰۹۹۱	۰/۱۰۰	۰/۱۶۴
۲۴۰	۰/۰۷۵۴	۰/۰۷۶۲	۰/۱۲۵
۳۰۰	۰/۰۶۰۱	۰/۰۶۰۷	۰/۱۰۰
۴۰۰	۰/۰۴۷۰	۰/۰۴۷۵	۰/۰۷۷۸

پیوست پ

کابلهای خودنگهدار فشار ضعیف

پ -۱- ولتاژ نامی

مقدار ولتاژ نامی کابل خودنگهدار فشار ضعیف ۱ KV / ۰/۶ می‌باشد.

پ -۲- هادی

هادیها از جنس آلومینیوم چندمفتولی به‌هم‌فشرده و گرد می‌باشد مشخصات آلومینیوم بکاررفته باید بدین صورت باشد.

پ -۲-۱- استقامت کششی آن نباید از N/mm^2 ۹۰ کمتر باشد.

پ -۲-۲- هدایت مخصوص در دمای $20^{\circ}c$ نباید از $n\Omega.m$ ۲۸/۲۶۴ (نانواهم‌متر) بیشتر باشد.

ضمنا" لایه خارجی در هادیهای چندمفتولی باید در جهت دست راست (عقربه‌های ساعت) باشد و سطح خارجی هادیها باید صاف باشد.

پ -۳- عایق

پ -۳-۱- جنس عایق باید پلی‌اتیلن مخصوص با چگالی زیاد و سیاه‌رنگ بوده و در مقابل اثرات جوی مقاوم باشد.

پ -۳-۲- جهت شناسایی فازها باید روی جدار خارجی کابل هر فاز، برآمدگیهای مشخصی به تعداد دو یا سه یا چهار عدد وجود داشته باشد. فاز روشنایی به هیچ برآمدگی نیاز ندارد.

پ -۳-۳- مقدار برآمدگی و فاصله آنها از یکدیگر باید به‌نحوی باشد که تشخیص فاز مربوطه به‌راحتی میسر گردد. این اندازه‌ها به توافق سازنده و خریدار بستگی دارد.

پ -۴- سیم نگهدارنده کابل[1]

پ -۴-۱- جنس سیم نگهدارنده باید از آلیاژ آلومینیوم باشد که از ۷ رشته سیم کشیده‌شده که با فرآیند

1- Messenger

ریختگی مداوم و پیچیدن تولید شده است، باشد مشخصات هر یک ازاین رشته‌ها قبل از پیچیده شدن بصورت زیر می‌باشد.

پ -۴-۲- استقامت کششی سیم نگهدارنده نباید از N/mm^2 ۲۹۴ کمتر باشد.

پ -۴-۳- هدایت مخصوص در $20^\circ c$ نباید از $32/8\ n\Omega/m$ تجاوز نکند.

هیچگونه مفصل یا اتصالی در نگهدارنده مجاز نمی‌باشد مگر اینکه این اتصال در میله و یا سیم اصلی قبل از کشیدن نهایی انجام شده باشد. سیم نگهدارنده باید دایره‌ای شکل و بصورت چندمفتولی و فشرده باشد.

از سیم نگهدارنده بعنوان هادی خنثی نیز استفاده می‌شود. چنانچه سیم نگهدارنده دارای روپوش عایقی باشد باید توسط یک برآمدگی مقاوم طولی که به وضوح قابل تشخیص باشد، مشخص گردد.

پ -۵- طرح کابل

کابل متشکل از یک یا چهار هادی آلومینیوم گرد و چندمفتولی با عایق پلاستیکی می‌باشد و دارای یک نگهدارنده از جنس آلیاژ آلومینیوم که بصورت لخت یا عایق شده است، می‌باشد. اطلاعات ساختار کابل در جدول (پ -۲) آمده است.

پ -۶- علائم و مشخصات کابل

روی سطح خارجی کابل بایستی اطلاعاتی ازقبیل نام سازنده، سال ساخت، مشخصات فنی کابل در فواصلی که کمتر از ۲۰ سانتیمتر است، حک شود.

پ -۷- آزمونهای نوعی

این آزمونها حداقل بر روی یک نمونه از کابل موردنظر انجام می‌شود. این آزمون تا هنگامی که جنس عایق، نوع ساختار یا روش ساخت کابل تغییر نکند، نیاز به تکرار ندارد.

پ -۷-۱- آزمونهای الکتریکی

پ -۷-۱-۱- آزمون ولتاژ

این آزمون بر روی کابل ساخته‌شده انجام می‌شود. نمونه‌ای از کابل به طول حداقل ۱۰ متر در داخل آبی به دمای $25^\circ c \pm 10^\circ c$ برای مدت حداقل یک ساعت قرار داده می‌شود. ولتاژ آزمون ۴ KV

و با فرکانس Hz ۵۰ بین هر هادی عایق‌شده و آب، به مدت چهار ساعت اعمال می‌گردد. هیچگونه شکست عایقی نباید رخ دهد.

پ -۷-۱-۲- اندازه‌گیری مقاومت هادیها و نگهدارنده

اندازه‌گیری مقاومت هادیهای فاز و نیز نگهدارنده باید بر روی نمونه‌ای به‌طول حداقل ۱۰ متر که از انتهای کابل تکمیل‌شده‌ای جدا شده است، انجام شود. قبل از اندازه‌گیری مقاومت، نمونه بایستی در دمای ثابت محیط که حداقل c °۱۰ و حداکثر c °۳۰ می‌باشد برای مدتی طولانی نگاه داشته شود تا به دمای محیط برسد و این زمان حداقل ۱۲ ساعت می‌باشد. درصورتیکه از حمام روغن استفاده گردد این زمان کاهش می‌یابد.

مقاومت، با جریان مستقیم اندازه‌گیری می‌شود. مقاومت اندازه‌گیری‌شده برای دمای c °۲۰ نباید از مقادیر داده‌شده در جدول (پ -۴) بیشتر باشد.

پ -۷-۲- آزمونهای مکانیکی و فیزیکی

این آزمونها برای هر هادی کابل بطور جداگانه انجام می‌شوند.

پ -۷-۲-۱- مشخصه‌های فیزیکی و مکانیکی عایق

عایق کابل بایستی آزمونهای جدول (پ -۱) را باتوجه‌به مشخصات ذکرشده در آن برآورده نماید.

جدول (پ -۱)

خواص	واحد	روش آزمون	نیازمندیها
شاخص ذوب	2/10 min	ISIRI ۳۱۱۲	۰/۱ ... ۰/۵
حداقل استقامت کششی	N/mm^2	ISIRI ۳۱۱۲	۲۰
تغییرات بعد از :			
حداکثر کهنگی *	٪	ISIRI ۳۱۱۲	±۲۵
حداقل اضافه طول در نقطه پارگی	٪		۴۰۰
تغییرات بعد از :			
حداکثر کهنگی	٪	IEC ۵۳۸	±۲۵
مقدار کربن سیاه	٪		۲/۶±۰/۲۵
مقاومت در برابر اثرات فشارهای محیطی			
و ترك برداشتن f_0 **	h	ASTM D ۱۶۹۳-۷۰	۲۴
حداکثر انقباض در c °۱۱۵ و h ۲۴	٪	IEC ۵۳۸	۳

* c °۱۰۰ و ۲۴۰ ساعت

** آزمون در ۱۰٪ محلول انجام شود

پ -۷-۲-۲- آزمون خمش

این آزمون باید بر روی نمونه‌ای از کابل تمام‌شده انجام گیرد. نمونه بایستی حداقل یک دور بطور کامل بر روی استوانه آزمون پیچیده شود. سپس کابل باز شده و در طرف دیگر استوانه با ۱۸۰° انحراف پیچیده شود. این عملیات برای دو بار تکرار گردد. قطر استوانه آزمون ۱۰(D + d) می‌باشد که درآن:

D : قطر واقعی کابل (حداقل قطر دایره محیطی) به میلیمتر

d : قطر واقعی هادی به میلیمتر

هیچ شکاف و ترکی نباید مشاهده گردد.

جدول (پ -۲) کابل خودنگهدار هوایی بدون هادی روشنایی - ساختار و ابعاد

کابل تکمیل‌شده		نگهدارنده		هادیهای فاز		تعداد و سطح مقطع هادیها mm^2
مجموع تقریبی جرم نگهدارنده (باعایق / بدون عایق) Kg/Km	قطر خارجی تقریبی نگهدارنده (باعایق / بدون عایق) mm	استقامت کششی (حداقل) KN	قطر هادی بدون عایق ۱ (حداکثر) mm	قطر هادی بدون عایق ۱ (حداکثر) mm	تعداد سطح مقطع mm^2	
۱۳۰/۱۵۰	۱۹/۲۱	۷/۴	۶/۰	۴/۵	۱×۱۶	۱×۱۶+۲۵
۲۵۰/۲۷۰	۱۹/۲۱	۷/۴	۶/۰	۴/۵	۳×۱۶	۳×۱۶+۲۵
۳۳۰/۳۶۰	۲۲/۲۴	۷/۴	۶/۰	۶/۰	۳×۲۵	۳×۲۵+۲۵
۴۳۰/۴۶۰	۲۴/۲۶	۷/۴	۶/۰	۷/۰	۳×۳۵	۳×۳۵+۲۵
۵۸۰/۶۱۰	۲۸/۳۰	۱۰/۳	۷/۰	۸/۴	۳×۵۰	۳×۵۰+۳۵
۸۳۰/۸۷۰	۳۴/۳۶	۱۴/۲	۸/۴	۹/۹	۳×۷۰	۳×۷۰+۵۰
۱۱۲۰/۱۲۰۰	۳۹/۴۱	۲۰/۶	۹/۹	۱۱/۷	۳×۹۵	۳×۹۵+۷۰
۱۳۷۰/۱۴۵۰	۴۲/۴۵	۲۰/۶	۹/۹	۱۳/۲	۳×۱۲۰	۳×۱۲۰+۷۰

۱ - میانگین، با دو بار اندازه‌گیری در زاویه‌های قائمه برای یک مقطع بدست می‌آید.

جدول (پ -۳) کابل خودنگهدار هوایی با هادی روشنایی - ساختار و ابعاد

کابل تکمیل‌شده		نگهدارنده		هادی روشنایی خیابان	هادیهای فاز		تعداد و سطح مقطع هادیها mm^2
مجموع تقریبی جرم نگهدارنده (باعایق / بدون عایق) Kg/Km	قطر خارجی تقریبی نگهدارنده (باعایق / بدون عایق) mm	استقامت کششی (حداقل) KN	قطر هادی بدون عایق ۱ (حداکثر) mm	قطر هادی بدون عایق ۱ (حداکثر) mm	قطر هادی بدون عایق (حداکثر) mm	تعداد سطح مقطع mm^2	
۱۹۰/۲۱۰	۱۹/۲۱	۷/۴	۶/۰	۴/۵	۴/۵	۱×۱۶	۱×۱۶+۱۶+۲۵
۳۱۰/۳۳۰	۱۹/۲۱	۷/۴	۶/۰	۴/۵	۴/۵	۳×۱۶	۳×۱۶+۱۶+۲۵
۳۹۰/۴۲۰	۲۲/۲۴	۷/۴	۶/۰	۴/۵	۶/۰	۳×۲۵	۳×۲۵+۱۶+۲۵
۴۹۰/۵۱۰	۲۴/۲۶	۷/۴	۶/۰	۴/۵	۷/۰	۳×۳۵	۳×۳۵+۱۶+۲۵
۶۴۰/۶۷۰	۲۸/۳۰	۱۰/۳	۷/۰	۴/۵	۸/۴	۳×۵۰	۳×۵۰+۱۶+۳۵
۸۹۰/۹۳۰	۳۴/۳۶	۱۴/۲	۸/۴	۴/۵	۹/۹	۳×۷۰	۳×۷۰+۱۶+۵۰
۱۱۸۰/۱۲۵۰	۳۹/۴۱	۲۰/۶	۹/۹	۴/۵	۱۱/۷	۳×۹۵	۳×۹۵+۱۶+۷۰
۱۴۳۰/۱۵۰۰	۴۲/۴۵	۲۰/۶	۹/۹	۴/۵	۱۳/۲	۳×۱۲۰	۳×۱۲۰+۱۶+۷۰

۱- میانگین، با دو بار اندازه‌گیری در زاویه‌های قائمه برای یک مقطع بدست می‌آید.

جدول (پ -۴) مقاومت و ضخامت عایق هادیهای کابل خودنگهدار هوایی

حداقل ضخامت متوسط عایق * (mm)	حداکثر مقاومت DC در ۲۰°c (Ω/Km)		سطح مقطع نامی هادی mm^2
	هادی ختثی	هادی فاز	
۱/۰	—	۱/۹۱	۱۶
۱/۰	۱/۳۸	۱/۲۰	۲۵
۱/۰	۰/۹۸۶	۰/۸۶۸	۳۵
۱/۲	۰/۷۲۰	۰/۶۴۱	۵۰
۱/۴	۰/۴۹۳	۰/۴۴۳	۷۰
۱/۴	—	۰/۳۲۰	۹۵
۱/۶	—	۰/۲۵۳	۱۲۰

خداکثر مقاومت dc هادی ۱۶ میلیمترمربعی روشنایی خیابان در ۲۰°c ۱/۹۱ ohm/Km می‌باشد.

* مقدار متوسط ضخامت عایق از مقادیر تعیین‌شده نبایستی کمتر باشد. ضخامت هر قطعه ممکن است از ضخامت متوسط مشخص‌شده کمتر باشد ولی همواره مقدار اختلاف نبایستی از ٪۱۰±۰/۱ میلیمتر از مقدار متوسط مشخص‌شده بیشتر باشد. برای ضخامت عایق، شش اندازه‌گیری بصورت شعاعی روی قطعه عایق باید انجام شود. این اندازه‌گیری می‌تواند در فواصل مساوی دور محیط کابل، بجز سطوح برجسته انجام شود. هنگامیکه آزمون قطعه روی هادی چندمفتولی صورت می‌گیرد، اندازه‌گیریها باید بصورت شعاعی در جهتی که ضخامت عایق نازکتر است (یعنی بین برجستگیهای ناشی از چندمفتولی کردن) انجام شود.

پ -۷-۲-۳- استقامت کششی نگهدارنده

استقامت کششی نگهدارنده بایستی بر روی یک نمونه با حداقل طول ۵ متر انجام شود. استقامت کششی نگهدارنده نباید از مقادیر جداول (پ -۲) و (پ -۳) کمتر باشد.

پ -۷-۲-۴- شبیه‌سازی آزمون تشعشع خورشیدی

محفظه‌ای که آزمون درآن انجام می‌شود باید دارای وسایلی در بالای صفحه اندازه‌گیری اشعه باشند، بطوریکه مقدار تابش اشعه درآن ۱۰٪ $1/12KW/m^2$ ، باشد. ازاین مقدار تابیده‌شده باید ۳۵٪ ± $5W/m^2$ دارای طول موجی برابر ۲۸۰ تا ۳۲۰ نانومتر و ۲۵٪ ± $63W/m^2$ دارای طول موجی برابر ۳۲۰ تا ۴۰۰ نانومتر باشد. مقدار $1/12KW/m^2$ باید شامل هرگونه تشعشع منعکس‌شده از محفظه آزمون و دریافت شده توسط نمونه تحت آزمون باشد. این مقدار شامل تشعشع طول موج بلند مادون قرمز که از محفظه آزمون منتشر می‌شود، نمی‌باشد. نمونه موردآزمون بایستی بر روی پایه یا صفحه‌ای با هدایت حرارتی و ظرفیت حرارتی مشخص قرار داده شود، بطوریکه از سایر نمونه‌ها فاصله داشته تا آنها مانع رسیدن نوری از منبع تابش به آن نشده و مورد تابش دوباره قرار نگیرد.

نمونه موردآزمون باید یک هادی عایق‌شده به‌طول حداقل ۲ متر از کابل تمام‌شده باشد و حداقل طولی برابر ۰/۵ متر ازآن باید درمعرض تابش قرار گیرد. قبل از آزمون باید سطح کابل به دقت با چشم مورد بازدید قرار گیرد. نمونه موردآزمون باید حداقل دارای یک خم ۱۸۰° باشعاع ده برابر قطر خارجی هادی عایق‌شده باشد و نمونه طوری در محفظه قرار داده شود که سطح خارجی آن به طرف منبع تابش باشد. از نمونه باید بطور مداوم جریان الکتریکی عبور داد طوری که دمای هادی به حداکثر دمای مجاز عملکرد آن برسد.

نمونه باید به‌ترتیب زیر تحت آزمون قرار گیرد:

در یک دوره ۲۴ساعته با ۲۰ ساعت تابش و ۴ ساعت تاریکی محفظه، که ۱۱۲ بار تکرار می‌گردد. در طول تابش دمای محفظه باید درحدود $55° c \pm 5° c$ نگاه داشته شود. محفظه باید دارای وسایلی باشد که جریان هوا را داخل آن ایجاد کند، سرعت هوای داخل محفظه باید از 5 m/s کمتر باشد. بعد از آزمون با چشم غیرمسلح نمونه باید مورد بازرسی قرار گیرد و هیچ ترك و شکافی نباید مشاهده شود. برای تکمیل این آزمون نمونه باید تحت آزمون ولتاژ فرکانس صنعتی به مدت ۵ دقیقه قرار گیرد. قبل از آزمون نمونه باید در آب به دمای $20° c \pm 10° c$ برای مدت حداقل یک ساعت غوطه‌ور شود. و ولتاژ 2/5 KV بین آب و هادی اعمال گردد. هیچ شکستی در عایق نباید پدید آید.

پ -۸- آزمون برای کابلهای تحویلی

پ -۸-۱- آزمون ولتاژ

تمام طولهای تحویلی باید در آب به دمای $20^{\circ} \pm 10^{\circ}c$ به مدت حداقل ۱۰ دقیقه غوطه‌ور شده و سپس ولتاژ ۲/۵ KV، ۵۰ هرتز بین هادیهای عایق‌شده و آب به مدت ۵ دقیقه اعمال گردد، هیچ شکستی نباید در طول مدت آزمون رخ دهد.

پ -۸-۲- آزمون نمونه

آزمونها حداکثر بر روی ده درصد طول کابلهای ساخته‌شده انجام گیرد.

پ -۸-۲-۱- کنترل ساختمان

ساختمان و ابعاد کابل باید مورد آزمون قرار گرفته و نیازهای جداول (پ -۲)، (پ -۳) و (پ -۴) را برآورد.

پ -۸-۲-۲- اندازه‌گیری مقاومت هادی و نگهدارنده

اندازه‌گیری مقاومت بر روی نمونه‌ای از کابل به‌طول حداقل ۱۰ متر انجام می‌گیرد که باید نیازهای جدول (پ -۴) را برآورد.

پ -۹- بسته‌بندی کابل

اندازه بسته‌ها و وزن با توافق بین سازنده و خریدار تعیین می‌شود.

کابلها بایستی در مقابل آسیبهای احتمالی ناشی از حمل و نقل و بارگیری حفاظت شوند. و درصورتی که به بسته‌بندی خاصی برای حمل نیاز باشد باید توسط خریدار و در زمان سفارش مشخص گردد.

روی هر بسته باید اطلاعات زیر نوشته شود:

- مشخصات فنی کابل؛
- طول کابل؛
- وزن خالص کابل؛
- وزن کل بسته؛
- نام سازنده؛

- شماره قرقره.

پ -۱۰- شدت جریان مجاز کابل

میزان شدت جریان مجاز و درجه حرارت محیط نصب و همچنین شدت جریان اتصال کوتاه کابل در یک ثانیه براساس حداکثر درجه حرارت مجاز قابل تحمل عایق کابل باید ازطرف سازنده کابل اعلام شود.

جدول (پ -۵) جریان مجاز کابلهای خودنگهدار را در شرایط تعیین‌شده نشان می‌دهد. این جدول هنگامی که اطلاعات دقیقی در مورد کابلهای خودنگهدار دردسترس نباشد قابل استفاده می‌باشد.

جدول (پ -۵) جریان مجاز کابلهای خودنگهدار فشار ضعیف $U_0/U = ۰/۶ / ۱$ KV

تعداد و سطح مقاطع هادیهای فاز، خنثی و روشنایی (mm^2)	جریان قابل حمل در ۳۵° c * A	حداکثر جریان مجاز برای یک ثانیه (KV)
۱×۱۶+۱۶+۲۵	۷۸	۱
۳×۱۶+۱۶+۲۵	۶۸	۱
۳×۲۵+۱۶+۲۵	۸۹	۱/۵
۳×۳۵+۱۶+۲۵	۱۱۰	۱/۵
۳×۵۰+۱۶+۳۵	۱۳۴	۲/۱
۳×۷۰+۱۶+۵۰	۱۶۲	۳
۳×۹۵+۱۶+۷۰	۱۹۵	۴/۲
۳×۱۲۰+۱۶+۷۰	۲۲۵	۴/۲

* مقادیر بر پایه حداکثر تشعشع خورشید و نیز حداکثر دمای مجاز هادی برابر ۹۰° c و سرعت باد ۰/۶ m/s و بار متقارن محاسبه‌شده است.
دمای محیط ۳۵° c درنظر گرفته شده است.

پ -۱۱- مشخصات لوازم و ابزار کار کابل فشار ضعیف

پ -۱۱-۱- سرکابلهای فشار ضعیف (هوایی)

پ -۱۱-۱-۱- سرکابل مخصوص نصب در هوای آزاد برای کابل خودنگهدار باید متناسب با درجه

حرارت و ارتفاع از سطح دریا در محیط نصب باشد، بطوریکه تغییرات جوی را بدون هیچگونه نقصی بتواند بخوبی تحمل نماید.

یادآوری : سطح مقطع و ولتاژ اسمی شبکه هنگام سفارش باید ازطرف خریدار اعلام شود.

پ -۱۱-۱-۲- سرکابل باید مقاوم در برابر پرتو خورشید باشد به‌نحوی که درطول بهره‌برداری، شکاف روی سطح خارجی سرکابل و یا عوارض مشابه ایجاد ننماید.

پ -۱۱-۱-۳- مشخصات فنی سرکابل از لحاظ جنس عایق، ابعاد، وزن، ولتاژ آزمون و غیره بطور دقیق و کامل باید در پیشنهاد شرکت فروشنده ذکر گردد.

پ -۱۱-۱-۴- هر سرکابل باید همراه با لوازم تبعی مربوط به نصب بطور جداگانه و مستقل بسته‌بندی شود. در هر بسته باید دستورالعمل نصب (به زبان فارسی یا انگلیسی) منضم باشد.

پ -۱۱-۲- سرکابلهای فشار ضعیف (داخلی)

پ -۱۱-۲-۱- سرکابل مخصوص نصب در داخل پست ترانسفورماتور مناسب جهت کابل خودنگهدار. سایر مشخصات و خصوصیات سرکابل و بسته‌بندی آن عینا" مانند سرکابل هوایی می‌باشد.

پ -۱۱-۳- مفصل کابل خودنگهدار

پ -۱۱-۳-۱- مشخصات فنی مفصل کابل خودنگهدار فشار ضعیف بطور کامل و دقیق باید ازطرف فروشنده، در پیشنهاد مناقصه خود اعلام شود. جنس مفصل و آلیاژ آن نیز باید ذکر گردد.

پ -۱۱-۳-۲- سایر مشخصات و خصوصیات مفصل کابل و بسته‌بندی آن باید مانند سرکابل باشد.

پ -۱۱-۴- کلمپها

پ -۱۱-۴-۱- کلمپ موازی دوپیچه جهت اتصال هادی آلومینیومی به هادی مسی (سرویس مشترکین و روشنایی معابر)

پ -۱۱-۴-۱-۱- مشخصات کلمپ فوق باید بطور دقیق به‌انضمام رسم فنی آن و جنس آلیاژ آن در پیشنهاد شرکت فروشنده ذکر گردد.

پ -۱۱-۴-۱-۲- برای جلوگیری از نفوذ باران و گرد و خاك در داخل کلمپ، وجود محفظه عایق ضروری است.

محفظه مذکور باید طوری طراحی شده باشد، که پس از برقراری اتصال، کاملا" مسدود گردد.

محفظه عایق باید در برابر تغییرات درجه حرارت و پرتو خورشید مقاوم باشد.

جنس و ابعاد محفظه باید توسط شرکت سازنده اعلام شود.

پ -۱۱-۴-۱-۳- ساختمان محفظه عایق باید طوری باشد که حتی در هوای مرطوب محیط نصب، از عبور جریان نشتی جلوگیری نماید. جنس محفظه عایق می‌تواند از پلی‌اتیلن باشد.

پ -۱۱-۴-۲- کلمپ موازی دوپیچه برای اتصال هادی آلومینیومی به هادی آلومینیومی

پ -۱۱-۴-۲-۱- مشخصات کلمپ مذکور و جنس آلیاژ آن و میزان کشش مجاز و حداکثر کشش آن باید بطور کامل ازطرف شرکت فروشنده اعلام گردد.

پ -۱۱-۴-۲-۲- کلیه کلمپها باید در برابر زنگ‌زدگی و رطوبت هوا مقاوم باشند.

پ -۱۱-۴-۲-۳- این کلمپ نیز باید به محفظه عایق مجهز باشد.

پ -۱۱-۴-۳- کلمپ موازی دوپیچه برای اخذ انشعاب از خط گرم (شبکه تحت ولتاژ)

پ -۱۱-۴-۳-۱- ساختمان این کلمپ باید طوری طراحی شده باشد که برای برقراری اتصال الکتریکی نیاز به باز کردن پوشش عایق کابل نباشد، بدین معنی که با سفت کردن پیچهای کلمپ، ارتباط الکتریکی برقرار شود.

قسمت تحتانی کلمپ باید طوری باشد که با نگهداشتن آن توسط آچار ویژه، بتوان به‌راحتی پیچهای کلمپ را محکم نمود.

پ -۱۱-۴-۳-۲- جنس کلمپ، ابعاد، وزن و رسم فنی آن باید بطور دقیق ازطرف شرکت سازنده اعلام و ارائه شود. میزان کشش مجاز و حداکثر کشش آن نیز ذکر گردد.

پ -۱۱-۴-۳-۳- این کلمپ نیز باید دارای عایق باشد، بطوری که آب و گرد و خاك و غیره نتواند داخل کلمپ گردد.

پ -۱۱-۴-۴- کلمپ آویز برای عبور سیم نگهدارنده (سیم نگهدارنده با پوشش عایق و بدون پوشش عایق).

پ -۱۱-۴-۴-۱- کلمپ آویز باید در مقابل رطوبت کاملا" مقاوم باشد و درطول بهره‌برداری ایجاد

زنگ‌زدگی ننماید.

پ -۱۱-۴-۴-۲- جنس کلمپ آویز باید از آلیاژ آلومینیوم بوده و قسمت داخلی آن طوری طراحی شده باشد که سیم نگهدارنده در آن بخوبی جای گرفته و نلغزد.

پ -۱۱-۴-۴-۳- بدنه کلمپ آویز جهت سیم نگهدارنده (دارای پوشش عایق) نیز باید کاملا" عایق باشد و جنس عایق باید در برابر تغییرات درجه حرارت و پرتو خورشید مقاوم باشد. پیچ و مهره بکاررفته باید ضدزنگ انتخاب شود.

پ -۱۱-۴-۴-۴- کلمپ آویز جهت سیم نگهدارنده (بدون پوشش عایق) باید در قسمت تحتانی آن پوشش عایق داشته باشد تا از سائیدگی عایق کابل جلوگیری شود. این پوشش نیز باید در مقابل عوامل جوی کاملا" مقاوم باشد.

پ -۱۱-۴-۴-۵- مشخصات فنی کلمپ آویز، جنس کلمپ و وزن آن، میزان کشش مجاز و حداکثر کشش آن (برحسب نیوتن) در دو جهت عمودی و افقی باید در پیشنهاد شرکت سازنده ذکر گردد.

پ -۱۱-۴-۵- کلمپ انتهایی جهت سیم نگهدارنده (دارای پوشش عایق و بدون پوشش عایق)

پ -۱۱-۴-۵-۱- ساختمان داخلی کلمپ انتهایی باید مخروطی شکل باشد، بطوری که سیم نگهدارنده دراثر کشش وارده (دراثر وزن و سایر نیروها) در داخل کلمپ محکمتر قرار گرفته و رها نشود.

پ -۱۱-۴-۵-۲- جنس کلمپ و قطعات مربوطه باید از فولاد ضدزنگ باشد (جهت سیم بدون پوشش عایق) و برای سیم نگهدارنده با پوشش عایق، باید از آلیاژ آلومینیوم باشد.

پ -۱۱-۴-۵-۳- شرکت سازنده کلیه مشخصات کلمپ انتهایی شامل ابعاد، جنس، وزن، میزان کشش مجاز را به‌انضمام رسم فنی آن ارائه خواهد نمود.

پ -۱۱-۴-۵-۴- در داخل کلمپ انتهایی مخصوص سیم نگهدارنده با پوشش عایق، یک نوار عایق از جنس پلی‌اتیلن پیش‌بینی گردد، بطوری که اطراف سیم را کاملا" بپوشاند. بدنه کلمپ مذکور می‌تواند از آلومینیوم و سایر قطعات از فولاد ضدزنگ انتخاب شود.

پ -۱۱-۵- نوار عایق (کمربند عایق)

پ -۱۱-۵-۱- در طرفین کلمپ آویز و نزدیک کلمپ انتهایی نوار عایق (به‌شکل کمربند) بسته می‌شود تا کابل بطور محکم و مطمئنی در جای خود قرار گیرد و از سیم خودنگهدار جدا نشود.

پ -۱۱-۵-۲- عرض نوار عایق در حدود ۷ میلیمتر و دارای شیار باشد، بطوری که پس از سفت کردن آن دور کابل، نتواند بخودی خود باز شود.

پ -۱۱-۶- قلاب فولادی مخصوص نصب روی پایه چوبی یا بتونی

پ -۱۱-۶-۱- جهت نصب کلمپ آویز و انتهایی به پایه ازاین قلاب فولادی استفاده می‌شود. جنس قلاب باید از فولاد گالوانیزه باشد و قطر میله آن حدود ۲۰ میلیمتر و سختی آن برابر ۵۰ کیلوگرم بر میلیمترمربع باشد.

پ -۱۱-۶-۲- هر قلاب باید دارای یک عدد واشر فولادی گالوانیزه به ابعاد تقریبی ۵۰ × ۵۰ میلیمتر به‌انضمام مهره فولادی گالوانیزه باشد. جهت زوایای مسیر شبکه، باید قلاب مذکور تقویت شده باشد.

پ -۱۱-۶-۳- میزان کشش مجاز و حداکثر کشش قلاب برحسب نیوتن، وزن، ابعاد و سایر مشخصات فنی به‌انضمام رسم فنی آن باید ازطرف شرکت سازنده اعلام و ارائه شود.

پ -۱۱-۷- قلاب فولادی مخصوص نصب روی دیوار

پ -۱۱-۷-۱- قلاب فولادی گالوانیزه روی صفحه به ابعاد و ضخامت متناسب جوش داده‌شده و توسط چهار عدد پیچ و رول‌پلاك روی دیوار نصب می‌شود. قلاب و پیچها باید برای کلمپ آویز و کلمپ انتهایی مناسب باشد.

پ -۱۱-۷-۲- قطر میله قلاب باید در حدود ۳۰ میلیمتر باشد. نام یا علامت کارخانه سازنده و تیپ آن روی صفحه قلاب باید حک شود.

پ -۱۱-۷-۳- شرکت سازنده باید میزان کشش مجاز واردشده روی قلاب را در دو جهت افقی و عمودی، اعلام نماید. ضمنا" جنس، وزن و رسم فنی آن در پیشنهاد خود باید ذکر و ارائه شود.

پ -۱۱-۸- میخ فولادی با پوشش عایق

پ -۱۱-۸-۱- جهت عبور کابل خودنگهدار از روی دیوار (بتونی، آجری و غیره) یا پایه چوبی از میخ فولادی با پوشش عایقی استفاده می‌شود. قطر دایره محل قرار گرفتن کابل باید متناسب با سطح مقطع کل کابل خودنگهدار باشد. در محفظه‌ای که کابل درآن قرار می‌گیرد پوشش عایقی تعبیه شود

تا از اتصال احتمالی کابل به بدنه میخ جلوگیری گردد.

پ -۱۱-۸-۲- طول میخ در حدود ۱۶ سانتیمتر و در انتهای میخ در حدود ۶ سانتیمتر رزوه شود.

قطر میخ از ۶ میلیمتر کمتر نباشد و جنس میخ از فولاد گالوانیزه باشد.

برای دیوارهای آجری و بتونی، انتهای میخ باید دارای رول‌پلاك متناسب و به طول در حدود ۵ سانتیمتر پیش‌بینی شود.

پ -۱۱-۸-۳- شرکت سازنده باید مشخصات فنی کامل میخ فولادی مذکور را به‌انضمام رسم فنی ارائه نماید.

یادآوری : بهتر است فاصله میخها روی دیوار از هم، در جهت افقی حداقل حدود ۷۵ سانتیمتر و در جهت عمودی مسیر کابل حداقل حدود ۱۰۰ سانتیمتر خواهد باشد.

پ -۱۱-۹- کلید فیوز

پ -۱۱-۹-۱- جهت قطع و وصل مدار از کلید فیوز مخصوص نصب در هوای آزاد استفاده می‌شود.

پ -۱۱-۹-۲- کلید فیوز باید قابل نصب روی پایه یا دیوار باشد. ساختمان کلید فیوز باید طوری طراحی شده باشد که قطع و وصل توسط میله عایق (پرچ) بسهولت امکان‌پذیر باشد.

جهت اتصال کابل ورودی به کلید، باید بتوان با تغییر قطعات ارتباط (مسی یا آلومینیومی) کابل ورودی را (با هادی مسی یا آلومینیومی) به کلید وصل نمود.

پ -۱۱-۹-۳- فیوزها باید داخل سرپوش کلید قرار گیرند، به‌نحوی که هنگام قطع کلید بتوان سرپوش را تواما" با فیوزها از بدنه جدا کرد. ساختمان سرپوش کلید باید طوری باشد که نتواند بخودی خود باز شود.

پ -۱۱-۹-۴- ساختمان و آزمون کلید فیوز باید طبق استاندارد IEC۲۶۹ یا VDE۰۶۶۰ و DIN۴۳۶۲۰ باشد. فیوزها باید از نوع چاقویی و بدنه آن از جنس سرامیک باشد. نام یا علامت کارخانه سازنده فیوز و مشخصات فنی آن باید بطور خوانا و پاك‌نشدنی روی فیوز نوشته شود. همچنین نام سازنده و مشخصات فنی کلید باید روی بدنه کلید حک گردد.

پ -۱۱-۹-۵- کلیه قطعات فلزی کلید فیوز باید ضدزنگ بوده و پوشش عایقی آن در برابر تغییرات درجه حرارت محیط و پرتو خورشید مقاوم باشد.

پ -۱۱-۹-۶- ظرفیت اسمی قطع کلید فیوز باید طبق استاندارد IEC۴۰۸ باشد.

پ -۱۱-۹-۷- شرکت فروشنده موظف است یک عدد نمونه کلید فیوز را جهت بررسی دراختیار خریدار قرار دهد.

پ -۱۱-۹-۸- شدت جریان اسمی کلید هنگام سفارش ازطرف خریدار اعلام خواهد شد.

پ -۱۱-۱۰- لوازم یدکی و ابزار کار

پ -۱۱-۱۰-۱- فهرست ابزار کار و لوازم یدکی جهت کابل‌کشی شامل نام و تیپ آنها به تفکیک، باید توسط شرکت فروشنده تهیه و دراختیار خریدار قرار گیرد. ضمنا" مدت تحویل لوازم یدکی باید مشخص و اعلام شود.

پ -۱۱-۱۰-۲- هنگام عقد قرارداد، خریدار تعداد لوازم و ابزار موردنیاز را همراه با کابل بشرح زیر اعلام می‌نماید:

- تعداد سرکابل فشار ضعیف (برای نصب در داخل یا در هوای آزاد)
- تعداد سرکابل فشار متوسط (برای نصب در داخل یا در هوای آزاد)
- تعداد مفصل سرکابل (برای کابل فشار ضعیف یا فشار متوسط)
- تعداد مفصل سیم نگهدارنده (با پوشش عایق یا بدون پوشش عایق)
- تعداد کلمپ اتصال کابل (آلومینیوم - آلومینیوم) و (مس - آلومینیوم) برای کابل موردنیاز
- تعداد کلمپ آویز (سطح مقطع کابل و تعداد رشته‌ها ذکر شود)
- تعداد کلمپ انتهایی (سطح مقطع کابل و تعداد رشته‌ها ذکر شود)
- تعداد کلمپ بیمتال (سطح مقطع هادی آلومینیومی و هادی مسی ذکر شود)
- تعداد قلاب صفحه‌دار
- تعداد قلاب برای پایه
- تعداد میخهای با پوشش عایقی
- تعداد نوار عایق
- تعداد کلید فیوز
- نام و تعداد سایر قطعاتی که برحسب طرح موردنیاز است.

پیوست ت

نشانه‌گذاری

دراین پیوست رنگ رشته‌های کابل، غلاف و نیز نحوه مشخص کردن کابلها با ساختارهای مختلف بررسی شده است. در بیان مطالب این قسمت از استانداردهای آلمانی استفاده شده است.

ب -۱- رنگ رشته‌های کابل

کابلهای فشار ضعیف ۱ KV / ۰/۶ مطابق استاندارد DIN VDE ۲۹۳ بصورت جدول زیر می‌باشد:

جدول (ت -۱) رنگ رشته‌های کابل فشار ضعیف

تعداد رشته	با هادی حفاظتی	بدون هادی حفاظتی	با هادی هم‌مرکز
۲	سبز و زرد-سیاه	قهوه‌ای-آبی روشن	سیاه-آبی روشن
۳	سبز و زرد- سیاه-آبی روشن	سیاه-آبی روشن-قهوه‌ای	سیاه-آبی روشن-قهوه‌ای
۴	سبز و زرد-سیاه-آبی روشن-قهوه‌ای	سیاه-آبی روشن-قهوه‌ای-سیاه	سیاه-آبی روشن-قهوه‌ای-سیاه
۵	سبز و زرد-سیاه-آبی روشن-قهوه‌ای-سیاه	سیاه-آبی روشن-قهوه‌ای-سیاه-سیاه	سیاه با شماره‌های چاپ‌شده روی رشته‌ها

کابلهای تک‌رشته‌ای عموما" سیاه‌رنگ می‌باشند و رنگ سبز و زرد نیز مجاز می‌باشد.

ت -۲- رنگ غلافهای کابلها

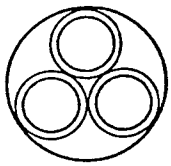
رنگ غلاف کابلهای فشار ضعیف سیاه‌رنگ می‌باشد.

ت -۳- شکل هادیها

نشانه‌های بکاررفته درمورد شکل هادیها بصورت شکل (ت -۱) می‌باشد.

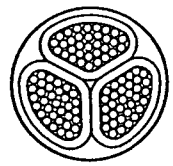
SE

مفتولی = E، قطاعی = S



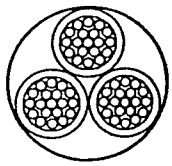
RE

مفتولی = E، دایره‌ای = R



SM

چندمفتولی = M، قطاعی = S



RM

چندمفتولی = M، دایره‌ای = R

شکل (ب -۱)

ت -۴- نحوه کدگذاری کابلهای قدرت با عایق پلاستیکی مطابق VDE

ت -۴-۱- رشته

N : استاندارد کابل

هادی مسی به کد مخصوصی جهت نمایش نیاز ندارد.

A : هادیهای آلومینیومی مثل : NAYY 4×95 SE 0.6/1 KV

Y : عایق PVC مثل : NAYY 4×95 SE 0.6/1 KV

2X : عایق پلی‌اتیلن کراسلینک مثل : N2XSY 1×150 RM/25 12/20 KV

ت -۴-۲- هادی هم‌مرکز و پوشش الکترواستاتیکی فلزی

C : هادی هم‌مرکز با سیم مسی که دارای نوار مارپیچی مسی می‌باشد.

مثل : NYCYFGY 3×95 SM/50 3.6/6 KV

CW : هادی هم‌مرکز با سیمهای مسی، که بصورت موجی شکل داده‌شده و به‌همراه نوار مسی مارپیچی می‌باشد.

مثل : NAYCWY 3×150 SE/150 0.6/1 KV

CE : هادی هم‌مرکز از سیم مسی و نوار مسی بصورت مارپیچی روی هر رشته بصورت جدا.

مثل : N2XCEY 3×150 RM/70 6/10 KV

S : پوشش الکترواستاتیکی از سیمهای مسی و نوار مسی که بصورت مارپیچی استفاده شده است.

مثل : NYSY 1×70 RM/16 6/10 KV

SE : پوشش الکترواستاتیکی از سیمها و نوار مسی که بصورت جدا روی هر رشته بکار رفته است.

مثل : NYSEY 3×95 RM/16 6/10 KV

(F) : پوشش ضدآب بصورت طولی.

مثل : NA2XS(F)2Y 1×150 RM/25 6/10 KV

ت -۴-۳- زره

F : زره گالوانیزه از سیم فولادی تخت

NYFGY 3×70 SM 6/10 KV

G : زره از نوار فولادی گالوانیزه بصورت مارپیچی

NYFGY 3×70 SM 6/10 KV

ت -۴-۴- غلاف

K : غلاف سربی NYKY 4×16 RE 0.6/1 KV

Y : غلاف PVC NAYY 4×95 SE 0.6/1 KV

2Y : غلاف PE NA2XS2Y 1×150 RM/2S 12/20 KV

کابلها با ولتاژ $U_0 = 0.6$ KV بدون هادی هم‌مرکز را می‌توان بدین صورت نشانه‌گذاری کرد:

J : کابل شامل رشته با رنگ سبز زرد - با هادی حفاظتی-

O : کابل بدون رشته با رنگ سبز زرد - بدون هادی حفاظتی-

مثل : NAYY-J 4×50 SE 0.6/1 KV یا NAYY-O 4×185 SE 0.6/1 KV

مراجـــع:

1-IEC 502: Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltages from 1 KV up 30 KV, third edition, 1983
- Amendment. 1987
- Amendment. 1990-11
- Amendment. 1992

2- IEC 540: Test methods for insulations and sheaths of electric cables and cords (elastomeric and thermoplastic compounds)

3- IEC 38: IEC Standard Voltages

4- IEC 228A: Conductors of insulated cables (Guide to the dimensionallimits of circular conductors

5- IEC 183: Guide to the selection of high-voltage cables

6- IEC 230: Impulse test on cables and their accessories

7- BS 6622:1991 Specification for Cable with extruded cross-linked polyethylene or ethylene propylene rubber insulation for rated voltages from 3800/6600 V up to 19000/33000 V

8- SIEMENS, Power Cables and Their Application, Lothar Heinhold, Part-1

- استاندارد شماره ۳۵۶۹ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
کابلهای قدرت با عایق یکپارچه و اکسترودشده برای ولتاژهای اسمی ۱۰ تا ۳۰ کیلوولت

- استاندارد شماره ۳۱۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
روشهای آزمون عایق و غلاف کابلها و بندهای الکتریکی (آمیزه‌های الاستومر و ترموپلاستیک)

- استاندارد شماره ۳۰۸۴ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
هادیهای سیم و کابل

- استاندارد کابل خودنگهدار هوایی شبکه فشار ضعیف و متوسط، اردیبهشت ۱۳۶۳، مهندس مسعود اعتماد

- کاتالوگهای شرکت Nokia