



وزارت نیرو

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

معاونت نظارت بر بهره برداری

دستورالعمل انتخاب، نصب و بهره برداری

از کابل های قابل استفاده در چاه های آب شرب

برای ولتاژهای اسمی KV ۱ / ۰/۶

(Um = 1.2 KV)

کابل های قابل انعطاف

۱۴۲

ویرایش چهارم - بهمن ماه ۱۳۹۸



کمیته فنی تدوین دستورالعمل

کابل های مورد استفاده در فناوری های آب آشامیدنی- کابل های با عایق و روکش مقاوم در مقابل آب -کابل های با ولتاژ نامی ۱ / ۰/۶ کیلو ولت

رئیس :

محمد قاسمی، سیستانا
(فوق لیسانس ژئوفیزیک)

دبیر :

حسن بگی، شیرزاد
(فوق لیسانس مهندسی انرژی)

سمت و/ یا نمایندگی

مسئول امور انرژی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

دبیر گروه پژوهشی برق و الکترونیک سازمان ملی استاندارد

اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

پور عبدالله، محمد باقر
(لیسانس مهندسی صنایع)

ساسان ، شاهرخ
(لیسانس مهندسی شیمی)

قصری ، هما
(فوق لیسانس برق)

حسنی صفات ، سید محمد
(لیسانس برق)

مهرنوش ، غلامرضا
(لیسانس برق)

انجمن سیم و کابل ایران

انجمن سیم و کابل ایران

رئیس گروه انرژی شرکت آب و فاضلاب شهری استان البرز

رئیس گروه انرژی شرکت آب و فاضلاب شهری استان کرمان

رئیس گروه مدیریت مصرف انرژی شرکت آب و فاضلاب
روستایی استان فارس

مندرجات

صفحه	عنوان
۲	کمیته فنی تدوین دستورالعمل
۴	پیش گفتار
	فصل اول
۵	۱- هدف و دامنه کاربرد
۵	۲-مراجع الزامی
۸	۳-اصطلاحات و تعاریف
۸	۴- ولتاژ اسمی
۹	۵-نشانه گذاری و شناسایی
۱۰	۶- ساختمان و الزامات کلی کابل ها
۱۸	۷- ساختمان و الزامات کلی کابل های ترکیبی
۲۰	۸- آزمون ها
۳۵	۹- طرح آزمون ها
	فصل دوم
۳۸	۱- نحوه انجام آزمون های تضمین کیفیت کابل در دراز مدت
۳۹	۲- جدول انتخاب کابل متناسب با الکتروپمپ
۴۱	۳- نحوه نصب و بهره برداری از کابل
۴۳	۴-روش مفصل بندی کابل ها
۴۵	۵- پایش کیفیت کابل بر اساس مقاومت عایقی
۵۴	۶- روش تست و بازرسی کابل هنگام خرید
۵۶	۷- نحوه بسته بندی، حمل و نقل، انبارش و نگهداری کابل در انبار
۶۲	۸- نحوه ممیزی از تجهیزات تولید کابل
۶۴	پیوست ۱ - لیست آزمون های ضروری و آزمایشگاه های مرجع معتبر
	پیوست ۲ - چک لیست ممیزی از تجهیزات تولید در کارخانه و تجهیزات آزمون
۶۷	کابل ، گواهینامه ها ، بسته بندی ، انبارش و حمل
۷۳	کتابنامه

پیشگفتار

این دستورالعمل در رابطه با کابل های قابل انعطاف مورد استفاده در فناوری های آب آشامیدنی از قبیل بهره برداری، تولید، انتقال ، تصفیه ، ذخیره سازی و توزیع آب تهیه و تدوین شده است که باید دارای ویژگی های خاص شامل محدودیت نشر فلزات سنگین در آب، میزان جذب بسیار پایین آب ، مقاومت در برابر نفوذ و تراوش آب در طول کابل، مقاومت عایقی بالا ، عملکرد انرژی و طول عمر مناسب که با آزمون های ارائه شده در این دستورالعمل تضمین می گردد باشند.

همچنین این دستورالعمل راهنما و الزامات مربوط به انتخاب ، نصب ، بهره برداری و تعیین روش های آزمون کابل پس از نصب را نیز شامل می شود.

این ویژگی های کابل علاوه بر حفظ سلامتی مصرف کنندگان باعث افزایش طول عمر تجهیزات و کاهش هزینه های بهره برداری از چاه های آب آشامیدنی یا دیگر منابع مرتبط خواهد شد.

در تهیه و تدوین این دستورالعمل از نتایج تحقیقات و پژوهش های علمی معتبر استفاده شده است که نتایج آنها در پیوست های این دستورالعمل آورده شده است. همچنین روش های آزمون و ویژگی های عمومی این نوع کابل ها به استانداردهای ملی و بین المللی ارجاع داده شده اند.

کابل های تحت پوشش این دستورالعمل در ویژگی های مقاومت هادی، مقاومت عایقی، استحکام مکانیکی عایق و روکش، اتلاف انرژی، مقاومت در برابر نفوذ، تراوش و جذب آب، فرمولاسیون عایق و روکش، انتقال فلزات سنگین و مواد شیمیایی سمی به درون آب با سایر انواع کابل های موجود کاملاً متفاوت هستند.

این دستورالعمل توسط کمیته فنی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور تهیه گردیده است و در کلیه فعالیتهای خرید، تحویل و نصب، بهره برداری و نگهداری کابل های مورد استفاده در فناوری مربوط به آب آشامیدنی به عنوان مرجع الزامی کاربرد دارد.

دستورالعمل کنترل کیفیت، انتخاب، نصب، بهره برداری و نگهداری از کابل های مورد استفاده در فناوری های آب آشامیدنی

کابل های با ولتاژ نامی ۱ / ۰/۶ کیلو ولت

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این دستورالعمل تعیین الزامات فنی و عمومی ، ساختمان و ابعاد کابل های تک رشته و چندرشته ای با سطح مقطع گرد یا تخت مورد استفاده در سیستم های مربوط به آب آشامیدنی با ولتاژ اسمی و نوع هادی به شرح زیر می باشد :

– ۰/۶ / ۱ kV (سطح مقطع 1.5 mm^2 تا 240 mm^2 و تعداد رشته ۱، ۳ و ۴) با یا بدون رشته دارای سطح مقطع کاهش یافته)

تمام کابل ها باید دارای هادی از نوع گروه ۵ (هادی های مسی با یا بدون اندود فلزی) بر طبق استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۸۴ با عایق و روکش مقاوم در برابر نفوذ آب باشند .

یادآوری – از آنجائیکه در این دستورالعمل برخی از ویژگی های فنی اجزا کابل نسبت به مقادیر داده شده در استانداردهای ملی و بین المللی ارجاع داده شده، بهبود یافته، لذا جداول و معیارهای مربوطه در متن این دستورالعمل باید ملاک عمل قرار گیرد .

این کابل ها برای استفاده در عملیات بهره برداری آب آشامیدنی در تماس با آب می باشد و دارای عملکرد ویژه در خصوص نشر فلزات سنگین و دیگر مواد سمی هستند .

این کابل ها در همه مکان های باز یا بسته مربوط به فناوری تولید، توزیع و ذخیره سازی آب آشامیدنی به صورت کابل کشی نصب ثابت یا کابل کشی در جایی که محدودیت انعطاف در بهره برداری وجود دارد ، کاربرد دارند. بیشترین دمای کار پیوسته هادی در این کابل ها نباید از ۸۰ درجه سلسیوس بیشتر باشد .

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این دستورالعمل به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این دستورالعمل محسوب می شوند. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و یا تجدید نظر، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. با این وجود بهتر است کاربران ذینفع این دستورالعمل، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه ها و تجدید نظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و یا تجدید نظر، آخرین چاپ و یا تجدید نظر آن مدارک مورد نظر است . استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این دستورالعمل الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۸۴ : هادی های کابل های عایق شده

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۵۶۹-۱ : کابل های قدرت با عایق اکستروود شده و تجهیزات جانبی آن برای ولتاژهای اسمی از ۱ kV ($U_m=1,2 \text{ Kv}$) تا و خود ۳۰ kV ($U_m=36 \text{ Kv}$) – قسمت اول: کابل های

با ولتاژ ۱ kV ($U_m=1,2$ kv) و ۳ kV ($U_m=3,6$ kv) - (صرفاً جهت آزمون های ولتاژ و مقاومت عایقی در کابل از این استاندارد استفاده می گردد و کاربرد دیگری ندارد) .

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵-۱۰۰ : کابل های الکتریکی و فیبر نوری - روش های آزمون مواد غیر فلزی - قسمت ۱۰۰: کلیات

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵-۲۰۱ : کابل های الکتریکی و فیبر نوری - روش های آزمون مواد غیر فلزی - قسمت ۲۰۱ : اندازه گیری ضخامت عایق

۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵-۲۰۲ : کابل های الکتریکی و فیبر نوری - روش های آزمون مواد غیر فلزی - قسمت ۲۰۲ : اندازه گیری ضخامت غلاف غیر فلزی

۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵-۲۰۳ : کابل های الکتریکی و فیبر نوری - روش های آزمون مواد غیر فلزی - قسمت ۲۰۳ : آزمون های عمومی - اندازه گیری ابعاد کلی

۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵-۴۰۲ : کابل های الکتریکی و فیبر نوری - روش های آزمون مواد غیر فلزی - قسمت ۴۰۲ : آزمون های متفرقه - آزمون های جذب آب

۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵-۴۰۹ : کابل های الکتریکی و فیبر نوری - روش های آزمون مواد غیر فلزی - قسمت ۴۰۹ : آزمون های تکمیلی - آزمون تلفات جرم برای مواد عایق و روکش گرمانرم

۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵-۵۰۱ : کابل های الکتریکی و فیبر نوری - روش های آزمون مواد غیر فلزی - قسمت ۵۰۱ : آزمون های مکانیکی - آزمون های تعیین ویژگی های مکانیکی آمیزه های عایق و روکش

۱۰-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵-۵۰۴ : کابل های الکتریکی و فیبر نوری - روش های آزمون مواد غیر فلزی - قسمت ۵۰۴ : آزمون های مکانیکی - آزمون خمش در دمای پایین برای عایق و روکش

۱۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵-۵۰۶ : کابل های الکتریکی و فیبر نوری - روش های آزمون مواد غیر فلزی - قسمت ۵۰۶ : آزمون های مکانیکی - آزمون ضربه در دمای پایین برای عایق و روکش

۱۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵-۵۰۸ : کابل های الکتریکی و فیبر نوری - روش های آزمون مواد غیر فلزی - قسمت ۵۰۸ : آزمون های مکانیکی - آزمون فشار در دمای بالا برای عایق و روکش

۱۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵-۵۰۹ : کابل های الکتریکی و فیبر نوری - روش های آزمون مواد غیر فلزی - قسمت ۵۰۹ : آزمون های مکانیکی - آزمون مقاومت عایق و روکش در برابر ترک خوردگی (شوک حرارتی)

۱۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۵۳ : آب آشامیدنی - ویژگی های فیزیکی و شیمیایی

۱۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۷۱-۲-۱ : آب - قابلیت مصرف محصولات غیر فلزی در تماس با آب مصرفی انسان با توجه به تاثیر آنها بر کیفیت آب - قسمت دوم - روش های آزمون - بخش ۱-۲-آزمونه ها

۱۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۱۷۱-۲-۶ : آب - قابلیت مصرف محصولات غیر فلزی در تماس با آب مصرفی انسان با توجه به تاثیر آنها بر کیفیت آب - قسمت دوم - روش های آزمون - بخش ۲-۶- استخراج فلزات

- ۱۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۱۷۱ : لاستیک ولکانیزه یا گرمانرم - تعیین سختی دندانهای - قسمت ۱- روش سختی سنج (سختی شور) - روش آزمون
- ۱۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۳۵۶۹ : کابل های قدرت با عایق اکسترود شده و تجهیزات جانبی آن برای ولتاژ های اسمی از ۱ kV ($U_m=1,2$ Kv) تا و خود ۳۰ kV ($U_m=36$ Kv) - قسمت دوم : کابل های با ولتاژ ۶kV ($U_m=7,2$ kv) و 30 ($U_m=36$ kv) kV (صرفاً جهت آزمون نفوذ آب در کابل از این استاندارد استفاده می گردد و کاربرد دیگری ندارد) .
- ۱۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷-۶۰۷ : سیم و کابل با عایق پلی وینیل کلراید با ولتاژ اسمی تا و خود ولتاژ های اسمی از ۷۵۰-۴۵۰ V - قسمت هفتم : کابل قابل انعطاف با حفاظ الکتریکی یا بدون حفاظ الکتریکی با دو یا چند هادی (صرفاً جهت ویژگی ساختار و حفاظ الکتریکی کابل ترکیبی از این استاندارد استفاده می گردد و کاربرد دیگری ندارد) .

2-20 EN 10002-1 Metallic materials – Tensile testing – Methods of test at ambient temperature

2-21 EN 50305:2002 Railway application – railway rolling stock cables having special fire performance – Test Methods

2-22 ASTM D-2702 (2016) Standard Practice for Rubber Chemicals – Determination of Infrared Absorption Characteristics

2-23 ASTM F-2617 (2015) Standard Test Method for Identification and Quantification of Chromium , Bromine , Cadmium , Mercury and Lead in Polymeric Material Using X-ray Spectrometry

2-24 ASTM D-4057-06 (2017) Standard Test Method for Rubber Compounding Materials-Flame Atomic Absorption Analysis-Determination of Metals

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این دستورالعمل اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌روند .

۳-۱ آمیزه

نوعی آمیزه آلیاژی از نوع الاستومر/ گرما سخت می‌باشد که در ساختار آن به هیچ وجه از پلیمر پلی وینیل کلراید (PVC) استفاده نشده باشد .

یادآوری ۱ – عدم وجود پلی وینیل کلراید در ساختار آمیزه می‌بایستی توسط آزمایشگاه های رسمی معتبر (مطابق پیوست ۱) از طریق آنالیز مطابق با استاندارد (2016) ASTM D -2702 (Standard Practice for Rubber Chemicals – Determination of Infrared Absorption Characteristics) بررسی و نتایج آن توسط کارشناس معتمد خریدار صحه گذاری گردد .

۳-۲ تغییرات

variation

اختلاف بین مقدار میانه بعد از کهنگی و مقدار میانه بدون کهنگی که بر حسب درصدی از مقدار اخیر بیان می‌شود .

۳-۳ آزمون های نوعی

type tests (symbol T)

آزمون هایی که بر پایه روال عام تجاری پیش از عرضه یک کابل به بازار مصرف بر روی کابل های تحت پوشش این استاندارد باید انجام گیرد تا مشخصه های عملکردی رضایت بخشی را برای برآورده ساختن کاربرد مورد نظر اثبات نماید .

۳-۴ آزمون های نمونه ای

sample tests (symbol S)

آزمون هایی که توسط سازنده بر روی نمونه های تکمیل شده یا قطعاتی از کابل تکمیل شده در دوره زمانی مشخص انجام می‌گیرد تا انطباق محصول نهایی را با الزامات مشخص شده تایید نماید .

۳-۵ آزمون های معمول

routine tests (symbol R)

آزمون هایی که توسط سازنده بر روی همه کابل های ساخته شده انجام می‌گیرد تا انطباق کامل با الزامات مشخص شده را برآورده سازد .

۴ ولتاژ اسمی

ولتاژ اسمی کابل، ولتاژ مرجعی است که کابل برای آن طراحی شده است و آزمون های الکتریکی تعریف شده آن را برآورده می‌نماید .

ولتاژ اسمی به وسیله ترکیب پارامترهای زیر بر حسب ولت بیان می‌گردد :

$$U_0/U (U_m)$$

که در آن

U_0 ولتاژ اسمی متناوب (r.m.s) بین هر هادی عایق شده و زمین، یعنی پوشش فلزی کابل یا یک واسطه پیرامون آن است، برای مثال $U_0 = 600 \text{ V}$.

U ولتاژ اسمی متناوب (r.m.s) بین هر دو فاز هادی های کابل چند رشته ای یا سیستم کابل های تک رشته ای است، برای مثال $U = 1000 \text{ V}$.

U_m بیشترین مقدار ولتاژ متناوب (r.m.s) بالاترین ولتاژ شبکه که تجهیزات می توانند در آن کار کنند، برای مثال $U_m = 1200 \text{ V}$.

در یک سیستم جریان متناوب ولتاژ اسمی کابل باید حداقل معادل ولتاژ نامی سیستمی باشد که برای آن در نظر گرفته شده است .

ولتاژ اسمی کابل های تحت پوشش این استاندارد باید به شرح زیر باشد :

$$KV (1/2) \text{ } 1 / 0.6 (1/5 \text{ mm}^2 \text{ تا } 240 \text{ mm}^2)$$

۵ نشانه گذاری و شناسایی

۵-۱ نشانه گذاری کابل

نشانه گذاری روی کابل ها باید شامل اطلاعات زیر باشد :

- نام یا نشان سازنده	- کد مشخصه (در صورت نیاز)
- شماره و یا کد استاندارد مربوطه	- تاریخ و ساعت تولید کابل
- ولتاژ اسمی	- شماره پروانه بهداشتی و علامت آن
- سطح مقطع هادی	- شماره مترژ

یک نمونه نشانه گذاری به شرح زیر می باشد :

- ولتاژ اسمی - شماره استاندارد - (کد مشخصه) - تاریخ و ساعت تولید کابل - $XYZ \text{ Cable Co. } - a \times b \text{ mm}^2$ - شماره مترژ - شماره پروانه بهداشتی و علامت آن -

a تعداد رشته

b سطح مقطع رشته

XYZ نام و نشان سازنده کابل

نشانه گذاری باید با الزامات بند ۳ استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۷-۱ بشرح زیر مطابقت داشته باشد :

- نشانه گذاری می تواند بصورت چاپ یا علایم برجسته روی روکش کابل باشد .
- فاصله بین انتهای یک سری کامل نشانه روی کابل تا شروع سری بعدی نباید از ۵۵۰ میلی متر بیشتر شود .
- دوام نشانه ها بدین صورت بررسی می شود که با کشیدن ملایم یک تکه پارچه پنبه ای یا پارچه خیس شده در آب به تعداد ۱۰ بار بر روی نام سازنده یا علامت تجاری نشانه گذاری شده ، نباید در پایان ۱۰ بار سایش نشانه ها پاک شوند .

- نشانه ها باید خوانا بوده و با رنگ روکش تباین داشته باشند .

یادآوری – شماره پروانه بهداشتی مربوط به تاییدیه عدم نشر فلزات سنگین سمی از طرف سازمان نظارت بر غذا و دارو می باشد .

۵-۲ شناسایی رشته

رنگ بندی ترجیحی رشته های کابل به شرح زیر است :

- کابل های تک رشته ایی رنگ بندی ترجیحی ندارد .
- کابل های سه رشته ای مشکی، آبی، قهوه ای
- کابل های چهار رشته ای مشکی، آبی، قهوه ای، طوسی

یادآوری ۱ – در کابل های سه رشته ای تخت ، رنگ رشته میانی باید آبی باشد .

یادآوری ۲ – از بکارگیری رنگ های قرمز و سفید به عنوان رنگ های عایق ترجیحا "پرهیز شود و استفاده از رنگ های زرد و سبز به تنهایی در عایق رشته های کابل مجاز نمی باشد .

شناسایی هر رشته در کابل باید به وسیله رنگ باشد. رنگ باید بر روی سطح و یا در کل عایق به کار رود .

۵-۳ پیوستگی نشانه گذاری

هر خط نشانه تعریف شده باید به صورت پیوسته تکرار شود طوری که فاصله بین انتهای خط نشانه و شروع آن بیشتر از مقادیر زیر نباشد :

الف) ۵۵۰ mm در صورتی که نشانه گذاری روی سطح بیرونی کابل باشد .

ب) ۲۷۵ mm در صورتی که نشانه گذاری روی عایق یا نوار باشد .

انطباق با این استاندارد باید از طریق اندازه گیری و بررسی چشمی ارزیابی شود .

۵-۴ پایداری نشانه گذاری

نشانه گذاری چاپ شده باید پایدار باشد. این پایداری باید با تلاش در زدودن نشانه گذاری نام سازنده یا علامت تجاری و رنگ های رشته یا شماره ها با ده بار سایش ملایم یک تکه پارچه پنبه ای یا پارچه خیس شده در آب بر روی آنها بررسی شود .

۵-۵ خوانا بودن نشانه گذاری

تمام نشانه ها باید خوانا باشند . نشانه گذاری چاپ شده باید به رنگ های روشن باشد .

۶ ساختمان و الزامات کلی کابل ها

۶-۱ کلیات

رشته های دارای انطباق با این دستورالعمل را به عنوان اجزاء کابل های چند رشته ای می توان استفاده نمود. ابعاد کابل های تحت پوشش این دستورالعمل باید مطابق جدول های ۱ و ۲ متناسب با نوع کابل باشد.

۶-۲ هادی

هادی ها باید از جنس مس آنیل شده بدون اندود یا قلع اندود و مطابق گروه ۵ هادی ها در استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۸۴ به شرح زیر باشند :

- همه مفتول های هر هادی باید دارای قطر نامی یکسان (حداکثر اختلاف ۰/۰۲ میلی متر) باشد .
 - قطر مفتول های هر هادی نباید از مقادیر زیر بیشتر شود :
- برای هادی های مقاطع ۱/۵ و ۲/۵ میلی متر مربع حداکثر ۰/۲۶ میلی متر ، برای مقاطع ۴ و ۶ میلی متر مربع حداکثر ۰/۳۱ ، برای مقاطع ۱۰ تا ۵۰ میلی متر مربع حداکثر ۰/۴۱ و برای مقاطع بالاتر حداکثر ۰/۵۱ میلی متر .
- در صورت آزمون هادی بر طبق استاندارد EN 10002-1 (Metallic materials – Tensile testing – Methods of test at ambient temperature) ، حداقل میانگین ازدیاد طول مفتول ها باید مطابق مقادیر مندرج در جدول ۱۳ فصل دوم این دستورالعمل باشد.

یادآوری ۱ – آزمون همه مفتول های هادی لازم نیست، بهتر است ۵٪ مفتول ها یا تعداد ۱۰ مفتول، هر کدام که کمتر است به صورت تصادفی انتخاب شود.

یادآوری ۲ – یک لایه نوار غیر جاذب رطوبت به صورت طولی یا عرضی بر روی هادی تابیده باید اعمال شود. حداقل ضخامت نوار باید ۰/۳۶ mm با حداقل روی هم رفتگی ۲۰٪ عرض نوار باشد.

مقاومت الکتریکی هر هادی در دمای ۲۰ درجه سلسیوس باید با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۸۴ (جداول ۱ و ۲ این دستورالعمل) مطابقت داشته باشد .

۶-۲-۱ ساختمان

ساختمان هادی ها باید با استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۸۴ (بند ۶-۲ این دستورالعمل) مطابقت داشته باشد. انطباق با الزامات زیر بندهای ۶-۲ تا ۵-۶ باید به وسیله بازرسی و اندازه گیری ارزیابی شود.

۶-۳ سیستم عایق

عایق باید از جنس مواد اکستروود شده طبق بند ۳-۱ دستورالعمل باشد و الزامات تعیین شده در بند ۶-۳-۱ را برآورده نماید.

میانگین ضخامت نامی عایق باید با مقادیر داده شده در جدول های ۱ و ۲ مطابقت نماید . حداقل ضخامت نقطه ای عایق از فرمول زیر بدست می آید :

$$\text{میلیمتر } ۰/۱ - (\text{ضخامت نامی عایق}) \geq \text{حداقل ضخامت عایقی } ۰/۹ \text{ میلیمتر}$$

۶-۳-۱ کاربرد عایق

عایق باید به وسیله اکستروود شدن به کار رود ، عایق باید شامل یک لایه اکستروود شده باشد. سیستم عایق باید دارای ساختمان فشرده و یکنواخت بوده و باید کاملاً " روی هادی و یا روی نوار جدا کننده قرار گیرد و برداشتن آن از روی هادی بدون آسیب دیدن هادی قلع اندود شده امکان پذیر باشد.

سیستم عایق باید صاف ، یکنواخت و کاملاً دایره ای به کار رود .
انطباق با الزامات فوق باید بوسیله بازرسی و اندازه گیری ارزیابی شود .

۴-۶ به هم پیچیدن رشته ها و پرکننده ها

رشته ها باید به طور پیوسته در جهت گام راست یا چپ به هم پیچانده شوند. گام رشته های اولیه نباید بیشتر از ۲۴ برابر قطر دسته رشته ها در کابل باشد .
در کابل های گرد: رشته ها به صورت تابیده کنار یکدیگر قرار می گیرند.
در کابل های تخت: رشته ها به صورت موازی در کنار هم قرار می گیرند.

یادآوری ۱- برای جلوگیری از نفوذ و انتقال آب در راستای محور طولی کابل لازم است علاوه بر نوار سد کننده آب (الزام شده در بند ۵-۶) ، در فضاهای خالی از نخ ها و پودرهای بهداشتی جاذب آب نیز استفاده شود تا در فضاهای خالی بین رشته های تابیده محلی برای امکان عبور آب وجود نداشته باشد .
یادآوری ۲- یک لایه نوار پیچشی غیر جاذب رطوبت به صورت عرضی بر روی رشته های تابیده گرد ، باید اعمال شود. حداقل ضخامت نوار باید ۰/۰۳۶ میلی متر با حداقل روی هم رفتگی ۲۰ درصد عرض نوار باشد .
یادآوری ۳- یکی از روش های تشخیص نوار ، نخ و پودر جاذب رطوبت ، قرار دادن آن در آب است که پس از مدتی به حالت ژله ای تغییر شکل می دهد .

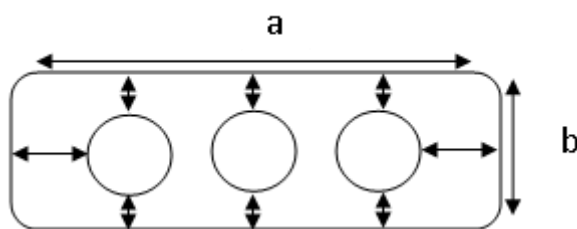
۵-۶ روکش

روکش باید از جنس ماده اکستروود شده طبق بند ۳-۱ دستورالعمل باشد، طوری که الزامات این نوع آمیزه را برآورده نماید .
روکش باید شامل یک لایه اکستروود شده باشد .
روکش باید به رنگ آبی باشد .
روکش باید دارای ساختمان فشرده و یکنواخت بوده و طوری به کار رود که کاملاً روی رشته ها یا نوار جدا کننده قرار بگیرد . سطح بیرونی روکش باید صاف ، یکنواخت ، بدون برجستگی ، فرورفتگی یا دیگر عیوب باشد و نباید به رشته ها بچسبد .
روکش باید به آسانی و بدون هر گونه آسیب به عایق قابل برداشتن باشد .
یادآوری ۱- در کابل های گرد یک جدا کننده شامل یک یا چند نوار جاذب رطوبت با ویژگی بهداشتی علاوه بر نوار غیر جاذب رطوبت برای ممانعت از نفوذ آب باید در زیر روکش قرار بگیرد .
انطباق با الزامات فوق باید به وسیله بازرسی و آزمون ارزیابی شود .

۶-۶ ضخامت روکش

حداقل میانگین ضخامت روکش کابل های گرد و تخت نباید از مقدار داده شده در جدول ۱ و ۲ کمتر باشد .

حداقل ضخامت نقطه ای روکش برای کابل های تخت و گرد از فرمول زیر به دست می آید :
 میلیمتر ۰/۱ - (ضخامت نامی روکش) ۰/۸۵ میلیمتر > حداقل ضخامت نقطه ای روکش



شکل ۱- شکل مقطع روکش کابل های تخت برای اندازه گیری ضخامت

۶-۷ قطر کلی

قطر کلی کابل باید مطابق جدول ۱ و ۲ برای هر نوع و اندازه کابل باشد .
 قطر کلی باید در گستره داده شده برای هر نوع کابل باشد .

جدول ۱- مشخصات ابعادی کابل های گرد (0.6 / 1 kV)

مقاومت الکتریکی هادی	قطر بیرونی کابل		ضخامت نامی روکش (mm)	ضخامت نامی عایق (mm)	سطح مقطع و تعداد رشته ها
	حداکثر (mm)	حداقل (mm)			
۱۲.۹۰	۱۲.۴	۱۱.۲	۱.۸	۱	۳ × ۱.۵
۷.۷۰	۱۲.۹	۱۲.۱	۱.۸	۱	۳ × ۲.۵
۴.۸۰	۱۴.۴۵	۱۲.۶۶	۱.۸	۱	۳ × ۴
۳.۲۰	۱۵.۷۳	۱۳.۸۱	۱.۸	۱	۳ × ۶
۱.۸۵	۱۷.۹۸	۱۵.۸۳	۱.۸	۱	۳ × ۱۰
۱.۱۷	۲۰.۸۷	۱۸.۴۲	۱.۸	۱	۳ × ۱۶
۰.۷۵۷	۲۴.۷۲	۲۱.۸۸	۱.۸	۱.۲	۳ × ۲۵
۰.۵۳۷	۲۷.۵	۲۴.۳۷	۱.۸	۱.۲	۳ × ۳۵
۰.۳۷۴	۳۲	۲۸.۴	۱.۸	۱.۴	۳ × ۵۰
۰.۲۶۴	۳۶.۲۷	۳۲.۲۵	۱.۹	۱.۴	۳ × ۷۰
۰.۲۰۰	۴۱.۴۱	۳۶.۸۵	۲.۱	۱.۶	۳ × ۹۵
۰.۱۶۱	۴۵.۳۷	۴۰.۴۰	۲.۲	۱.۶	۳ × ۱۲۰
۰.۱۲۹	۵۰.۵۰	۴۵.۰۱	۲.۳	۱.۸	۳ × ۱۵۰
۰.۱۰۶	۵۵.۶۴	۴۹.۶۲	۲.۵	۲	۳ × ۱۸۵
۰.۰۸۰۱	۶۰.۷۸	۵۴.۲۳	۲.۷	۲.۲	۳ × ۲۴۰

جدول ۲- مشخصات ابعادی کابل های تخت (0.6 / 1 kV)

سطح مقطع و تعداد رشته ها	ضخامت نامی عایق (mm)	ضخامت نامی روکش (mm)	قطر بیرونی کابل				مقاومت الکتریکی
			قطر کوچک		قطر بزرگ		هادی
			حداقل (mm)	حداکثر (mm)	حداقل (mm)	حداکثر (mm)	حداکثر در دمای °C ۲۰ (Ω/km)
3 × 1.5	1	1.8	7.3	8.1	16.7	17.5	12.90
3 × 2.5	1	1.8	7.8	8.6	18.2	20	7.70
3 × 4	1	1.8	8.2	9.51	17.4	20.95	4.80
3 × 6	1	1.8	8.76	10.16	19.8	22.77	3.20
3 × 10	1	1.8	9.7	11.25	21.9	25.81	1.85
3 × 16	1	1.8	10.96	12.71	25.68	29.89	1.17
3 × 25	1.2	1.8	12.63	14.65	30.69	35.31	0.757
3 × 35	1.2	1.8	13.85	16.07	34.35	39.26	0.537
3 × 50	1.4	1.8	15.78	18.3	40.14	45.51	0.374
3 × 70	1.4	1.9	17.76	20.6	45.68	51.49	0.264
3 × 95	1.6	2.1	20.19	23.42	52.17	58.5	0.200
3 × 120	1.6	2.2	22.05	25.58	57.35	64.1	0.161
3 × 150	1.8	2.3	24.35	28.25	63.85	71.12	0.129
3 × 185	2	2.5	26.35	30.57	69.05	76.73	0.106
3 × 240	2.2	2.7	28.35	32.89	74.25	82.34	0.0801

جدول ۳- ویژگی های غیر الکتریکی عایق و روکش کابل های قابل استفاده در چاه های آب شرب

شرح آزمون	واحد	حد استاندارد	بند دستورالعمل
ویژگی مکانیکی عایق وضعیت تحویل داده شده :			
حداقل مقدار میانه استحکام کششی	N/mm ²	۱۰	۸-۸
حداقل مقدار ازدیاد طول	%	۴۰۰	
وضعیت پس از کهنگی در کوره ، بدون هادی مسی :			
حداقل مقدار میانه استحکام کششی	N/mm ²	۷	
حداقل مقدار میانه ازدیاد طول پس از کهنگی	%	۲۸۰	
حداکثر تغییرات استحکام کششی	%	± ۳۰	
حداکثر تغییرات ازدیاد طول	%	± ۳۰	
وضعیت پس از کهنگی در کوره ، با هادی مسی :			
حداقل مقدار میانه استحکام کششی	N/mm ²	-	
حداقل مقدار میانه ازدیاد طول پس از کهنگی	%	-	
حداکثر تغییرات استحکام کششی	%	± ۳۰	
حداکثر تغییرات ازدیاد طول	%	± ۳۰	
ویژگی مکانیکی روکش وضعیت تحویل داده شده :			
حداقل مقدار میانه استحکام کششی	N/mm ²	۱۰	۸-۸
حداقل مقدار میانه ازدیاد طول	%	۴۰۰	
وضعیت پس از کهنگی در کوره :			
حداقل مقدار میانه استحکام کششی	N/mm ²	۷	
حداقل مقدار میانه ازدیاد طول پس از کهنگی	%	۲۸۰	
حداکثر تغییرات استحکام کششی	%	± ۳۰	
حداکثر تغییرات ازدیاد طول	%	± ۳۰	

جدول ۳ - ویژگی های غیر الکتریکی عایق و روکش (ادامه)

شرح آزمون	واحد	حد استاندارد	بند دستورالعمل
حداکثر مقدار فلزات سنگین آزاد شده در آب			
سرب	mg/L	۰/۰۱	۱۲-۸
کادمیم	mg/L	۰/۰۰۳	
کروم	mg/L	۰/۰۵	
نیکل	mg/L	۰/۰۷	
کبالت	mg/L	۰/۰۰۰۱	
حداکثر مقدار فلزات سنگین موجود در پلیمر عایق و روکش			
سرب	ppm	۰/۱	۱۹-۸
کادمیم	ppm	۰/۰۳	
کروم	ppm	۰/۵	
نیکل	ppm	۰/۷	
کبالت	ppm	۰/۰۰۱	
حداکثر مقدار مواد شیمیایی آلی آزاد شده در آب - دی (۲-اتیل هگزیل) فتالات (DEHP)	mg/L	۰/۰۰۱	۱۳-۸
بیشینه چگالی عایق و روکش	gr/cm3	۰/۹۳	۲۰-۸
کمینه سختی عایق و روکش	shore A	۸۰	۱۰-۸
خمش در دمای پایین عایق و روکش	-	عدم ترک خوردگی	۱۱-۸
جذب آب روکش و عایق			
الف) روش الکتریکی	-	عدم شکست الکتریکی در حین آزمون	۹-۸
ب) روش وزن سنجی	mg/cm ²	حداکثر ۵	
آزمون نفوذ آب	-	عدم نشی آب	۱۴-۸

جدول ۳- ویژگی های غیر الکتریکی عایق و روکش (ادامه)

شرح آزمون	واحد	حد استاندارد	بند دستورالعمل
آزمون پایداری نشانه گذاری	-	خوانا بودن نشانه	۱۵-۸
آزمون گرماسختی عایق با بار، بیشینه	%	۱۰۰	۱۶-۸
آزمون گرماسختی عایق پس از خنک شدن ، بیشینه	%	۲۵	
آزمون گرماسختی روکش با بار، بیشینه	%	۱۷۵	۱۷-۸
آزمون گرماسختی روکش پس از خنک شدن ، بیشینه	%	۲۵	
آزمون مقاومت در برابر ازن	-	بدون ترک خوردگی	۱۸-۸

جدول ۴- ویژگی های الکتریکی عایق

شرح آزمون	واحد	حد استاندارد	بند دستورالعمل
مقاومت الکتریکی هادی	Ω/km	مطابق جدول ۱ و ۲	۴-۸
حداقل مقاومت عایقی در دمای 20°C			
مقاومت حجمی	$\Omega.\text{cm}$	5×10^{14}	۶-۸
ثابت مقاومت عایقی	$\text{M}\Omega.\text{km}$	۳۶۷	
حداقل مقاومت عایقی در دمای 70°C			
مقاومت حجمی	$\Omega.\text{cm}$	5×10^{11}	۶-۸
ثابت مقاومت عایقی	$\text{M}\Omega.\text{km}$	۰/۳۷	
حداقل مقاومت عایقی در شرایط بهره برداری 15°C	$\text{M}\Omega.\text{km}$	۸۰	۳-۶-۸
آزمون ولتاژ روی رشته ها	ولت	تحمل ولتاژ ۳۵۰۰ a.c.	۵-۸
آزمون جرقه	ولت	تحمل ولتاژ مربوطه	۷-۸

۷ ساختمان و الزامات کلی بخش سیگنالینگ کابل های ترکیبی

۷-۱ کلیات

در این نوع از کابل ها علاوه بر الزامات کلی مندرج در بخش ۶ و زیر بندهای مربوطه ، می بایستی الزامات زیر در ساختار رشته های کنترل ۲ و ۳ رشته نیز رعایت گردد .

۷-۲ هادی

هادی رشته های کنترل باید از جنس مس آنیل شده ساده یا قلع اندود و مطابق گروه ۵ هادی ها در استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۸۴ (مطابق بند ۶-۲ این دستورالعمل) باشند .
در صورت آزمون هادی بر طبق استاندارد EN 10002-1 (Metallic materials – Tensile testing – Methods of test at ambient temperature) ، حداقل میانگین ازدیاد طول مفتول ها باید مطابق مقادیر مندرج در جدول ۱۳ فصل دوم این دستورالعمل باشد .

یادآوری ۱ – آزمون همه مفتول های هادی لازم نیست ، بهتر است ۵٪ مفتول ها یا تعداد ۱۰ مفتول، هر کدام که کمتر است ، به صورت تصادفی انتخاب شود .

مقاومت الکتریکی هر هادی در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد باید با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۸۴ (جداول ۱ و ۲ این دستورالعمل) مطابقت داشته باشد .

۷-۲-۱ ساختمان

ساختمان هادی رشته های کنترل باید با استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۸۴ (بند ۶-۲ این دستورالعمل) مطابقت داشته باشد .
انطباق با الزامات زیر بندهای ۲-۷ تا ۵-۷ باید به وسیله بازرسی و اندازه گیری ارزیابی شود .

۷-۳ سیستم عایق

عایق رشته های کنترل باید از جنس مواد اکستروژده شده طبق بند ۳-۱ دستورالعمل باشد و الزامات تعیین شده در بند ۷-۳-۱ را برآورده نماید .
میانگین ضخامت عایق باید حداقل ۰/۸ میلی متر بوده و حداقل ضخامت نقطه ای عایق نباید از ۰/۶۲ میلی متر کمتر شود .
مقاومت عایق نباید از ۰/۰۱ مگا اهم در کیلومتر کمتر شود .

۷-۳-۱ کاربرد عایق

عایق در رشته های کنترل باید به وسیله اکستروژده شدن به کار رود ، عایق باید شامل یک لایه اکستروژده شده باشد. سیستم عایق باید دارای ساختمان فشرده و یکنواخت بوده و باید کاملاً روی هادی قرار گیرد و برداشتن آن از روی هادی بدون آسیب دیدن هادی قلع اندود شده امکان پذیر باشد .
سیستم عایق باید صاف ، یکنواخت و کاملاً دایره ای به کار رود .

انطباق با الزامات فوق باید بوسیله بازرسی و اندازه گیری ارزیابی شود .

۷-۳-۲ شناسایی رشته های کنترل

رنگ بندی ترجیحی رشته های کنترل به شرح زیر است :

- کابل دو رشته : آبی ، مشکی

- کابل سه رشته : قهوه ای ، طوسی ، سفید

۷-۳-۳ لایه محافظ عایق (عایق دولایه)

لایه اکستروژن شده نازکی به ضخامت $0.3/0$ میلی متر از جنس پلی آمید (نایلون) بر روی عایق رشته های کابل می تواند قرار گیرد . وجود این لایه از پلی آمید بر روی رشته های کابل می تواند مزایایی شامل موارد زیر را برای افزایش کاربری و دوام کابل فراهم سازد :

- بالا بردن مقاومت الکتریکی عایق
- افزایش مقاومت عایق در برابر سایش
- افزایش مقاومت عایق در برابر نفوذ اشیاء تیز و جلوگیری از پارگی آن
- افزایش مقاومت کابل در برابر نفوذ رطوبت
- افزایش مقاومت کابل در برابر مواد شیمیایی

۷-۴ به هم پیچیدن رشته های کنترل و پرکننده ها

رشته ها بایستی به هم تابیده شوند و فضای خالی بین رشته ها با نخ های سدکننده آب پر شود .

یادآوری ۱- یک لایه نوار پیچشی غیر جاذب رطوبت به صورت عرضی بر روی رشته های کنترل تابیده باید اعمال شود. حداقل ضخامت نوار باید $0.36/0$ میلی متر با حداقل روی هم رفتگی 20% عرض نوار باشد .

یادآوری ۲- برای جلوگیری از نفوذ و انتقال آب در راستای محور طولی رشته های کنترل ، لازم است در فضاهای خالی از نخ ها و پودرهای بهداشتی نیز استفاده شود تا در فضاهای خالی بین رشته ها محلی برای امکان عبور آب وجود نداشته باشد .

۷-۵ حفاظ فلزی

برای جلوگیری از القاء میدان های الکتریکی بر روی رشته های کابل کنترل ، باید دو لایه شیلد به صورت زیر استفاده گردد :

- لایه ای از جنس نوار مسی به ضخامت حداقل $0.35/0$ میلی متر به صورت عرضی بر روی نوار پلی استر به صورتی که بخش فلزی آن به سمت بیرون کابل باشد .
- لایه ای از بافت مس با رشته هایی به قطر حداقل $0.12/0$ میلی متر با درصد پرکنندگی حداقل ۵۰ درصد .

۶-۷ لایه استحکام بخش

در شرایطی که به دلیل وجود پلیسه در جدار داخلی چاه ها امکان آسیب دیدگی به کابل وجود دارد توصیه می گردد در لایه زیرین روکش از نخ های آرامید بصورت تابیده بر لایه های زیرین کابل استفاده گردد تا در صورت آسیب رسیدن به روکش ، بخش های مهم داخلی از جمله عایق کابل دچار آسیب دیدگی نگردد . این لایه همچنین می تواند در افزایش استحکام کششی طولی کابل و تحمل وزن تجهیزات متصل در شرایط بحرانی موثر باشد .

۷-۷ روکش نهایی

روکش کابل های کنترل باید از جنس ماده اکسترود شده طبق بند ۳-۱ دستورالعمل باشد ، طوری که الزامات این نوع آمیزه را برآورده نماید .
روکش باید شامل یک لایه اکسترود شده باشد .
روکش باید به رنگ آبی باشد .
روکش باید دارای ساختمان فشرده و یکنواخت بوده و طوری به کار رود که کاملاً " روی رشته ها یا نوار جدا کننده قرار بگیرد . سطح بیرونی روکش باید صاف ، یکنواخت ، بدون برجستگی ، فرورفتگی یا دیگر عیوب باشد و نباید به رشته ها بچسبد .
روکش باید به آسانی و بدون هر گونه آسیب به عایق قابل برداشتن باشد .
حداقل میانگین ضخامت روکش باید ۱/۱ میلی متر و حداقل ضخامت نقطه ای آن بایستی ۰/۸۴ میلی متر باشد .

۸ آزمون ها

۱-۸ قطر کلی کابل

آزمون باید بر طبق استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۳-۵۵۲۵ به شرح زیر انجام گیرد :

- برای کابل های گرد با به کارگیری کولیس ، میکرومتر و یا نوار اندازه گیری قطر که در صورت استفاده از کولیس و یا میکرومتر اندازه گیری در دو محور عمود برهم و در یک نقطه از کابل و محاسبه میانگین این دو عدد انجام و با مقادیر جدول ۱ این دستورالعمل مقایسه می گردد .
- برای کابل های تخت قطرهای کوچک و بزرگ کابل در سه نقطه حداقل به فاصله ۳۰ سانتی متر از هم اندازه گیری شده و میانگین هر یک از قطرهای کوچک و بزرگ با مقادیر جدول ۲ این دستورالعمل مقایسه می گردد .

مقادیر بدست آمده باید در گستره مقادیر داده شده در جدول های ۱ و ۲ متناسب با اندازه کابل باشد .

۲-۸ ضخامت عایق

آزمون باید بر طبق استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۱-۵۵۲۵ به شرح زیر انجام گیرد :

برش نازکی از عایق در جهت عمود بر محور رشته کابل تهیه و نازک ترین ضخامت شعاعی ابتدا اندازه گیری و ۵ ضخامت دیگر که تقریباً ۶۰ درجه با یکدیگر زاویه دارند اندازه گیری و میانگین این ۶ نقطه و همچنین حداقل ضخامت نقطه ای با مقدار استاندارد مقایسه می گردد . لازم به توضیح است که مقدار میانگین به دست آمده به دهم اعشار باید گرد شود .
مقادیر بدست آمده نباید کمتر از مقادیر داده شده در جدول های ۱ و ۲ متناسب با اندازه کابل باشد .

۸-۳ ضخامت روکش

آزمون باید بر طبق استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۲-۵۵۲۵ به شرح زیر انجام گیرد :
برش نازکی از روکش کابل در راستای محور طولی کابل تهیه و مطابق روش زیر اندازه گیری انجام می گردد :
- برای کابل های گرد بسته به تعداد رشته ها ضخامت های مربوط به روکش در جنب هر رشته اندازه گیری و میانگین آن و همچنین حداقل ضخامت نقطه ای با استاندارد مقایسه می شود .
- برای کابل های تخت ضخامت های طرفین و همچنین ضخامت های بالا و پایین هر رشته در روکش اندازه گیری و حداقل ضخامت نقطه ای و میانگین این ضخامت های اندازه گیری شده با استاندارد مقایسه می شود .

روش اندازه گیری ضخامت روکش باید بر طبق مقطع نشان داده شده در شکل ۱ باشد .
مقادیر بدست آمده نباید کمتر از مقادیر داده شده در جدول های ۱ و ۲ متناسب با اندازه کابل باشد .

۸-۴ مقاومت الکتریکی هادی

آزمون باید بر طبق بند ۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۶۰۷ به شرح زیر انجام گیرد :
نمونه ای از کابل بدون اینکه رشته ها از هم باز شوند به طول حداقل یک متر در دستگاه اندازه گیری مقاومت مورد اندازه گیری قرار می گیرد و پس از تصحیح طول و دمای اندازه گیری در ۲۰ درجه سلسیوس با مقدار استاندارد مقایسه می گردد . در صورت لزوم تصحیح مقدار مقاومت نسبت به دمای ۲۰ درجه سلسیوس و طول یک کیلومتر باید با رابطه زیر انجام شود :

$$R_{20} = R_t \times \frac{254.5}{234.5+t} \times \frac{1000}{L}$$

که در آن :

t دمای نمونه در زمان اندازه گیری (بر حسب درجه سلسیوس)
 R_{20} مقاومت در ۲۰ درجه سلسیوس (بر حسب اهم بر کیلومتر)
 R_t مقاومت L متر سیم یا کابل در t درجه سلسیوس (بر حسب اهم)
 L طول نمونه سیم یا کابل ، بر حسب متر (L طول نمونه سیم یا کابل کامل می باشد و نه طول هر کدام از رشته ها)
لازم به توضیح است که نمونه تحت آزمون باید دست کم بمدت ۱۶ ساعت در دمای ثابت قرار گرفته باشد .
مقادیر بدست آمده نباید بیشتر از مقادیر داده شده در جدول های ۱ و ۲ متناسب با اندازه کابل باشد .

۸-۵ آزمون ولتاژ

۸-۵-۱ آزمون ولتاژ عایق

آزمون باید بر طبق بند ۱۵-۳ استاندارد ۱-۳۵۶۹ با استفاده از یک ولتاژ a.c یا d.c و تحت شرایط زیر انجام گیرد :

- طول نمونه ۲۰ متر
- زمان اعمال ولتاژ ۵ دقیقه
- دمای آزمون 20 ± 5 درجه سانتیگراد

مقدار ولتاژ آزمون باید مطابق جدول زیر باشد:

ولتاژ اسمی (U_0)	ولتاژ آزمون (r.m.s)	ولتاژ آزمون (d.c)
Kv	kV	kV
۰/۶	۳/۵	۸/۴

نباید هیچ گونه شکست الکتریکی در عایق رخ دهد.

۸-۵-۲ آزمون ولتاژ روی کابل تکمیل شده

آزمون باید بر طبق بند ۱۵-۳ استاندارد ۱-۳۵۶۹ با استفاده از یک ولتاژ a.c یا d.c و تحت شرایط تعیین شده در بند ۱۵-۳-۳ به شرح زیر انجام گردد :

- در کابل های چند رشته برق ولتاژ آزمون به مدت ۵ دقیقه بین هر هادی عایق دار و همه هادی های دیگر اعمال می گردد (مطابق جدول بند ۸-۵-۱ این دستورالعمل) .
- برای کابل های دو رشته و سه رشته شیلد دار بین رشته ها و همچنین بین رشته ها و حفاظ فلزی به مدت ۵ دقیقه ولتاژ ۱۰۰۰ ولت a.c اعمال می شود .

در نتیجه آزمون نباید هیچ گونه شکست الکتریکی رخ دهد .

۸-۵-۳ آزمون ولتاژ ۴ ساعته

آزمون باید بر طبق بند ۱۷-۳ استاندارد ۱-۳۵۶۹ به شرح زیر انجام گردد :

- پیش از انجام آزمون رشته های آزمون کابل باید در دمای محیط و حداقل به مدت یک ساعت در آب غوطه ور شوند .
- ولتاژی به اندازه ۲/۴ کیلوولت a.c به تدریج اعمال شده و به طور پیوسته به مدت ۴ ساعت بین هر هادی و آب ثابت نگه داشته شود .

در نتیجه آزمون نباید هیچ گونه شکست الکتریکی رخ دهد.

۸-۶ مقاومت عایقی

۸-۶-۱ مقاومت حجمی

مقاومت حجمی عایق کابل باید در دمای 20°C و 70°C بر طبق بند ۱۷-۱ و ۱۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۵۶۹-۱ به شرح زیر انجام گردد :

- این آزمون باید پیش از انجام هر آزمون الکتریکی دیگری بر روی آزمونه ها انجام شود . در این آزمون پوشش های بیرونی باید برداشته شوند و رشته ها پیش از آزمون در دمای محیط و همچنین در دمای 70°C درجه سلسیوس به مدت حداقل یکساعت در آب غوطه ور شوند .
- ولتاژ آزمون d.c باید بین ۸۰ ولت تا ۵۰۰ ولت باشد ، تا زمانی ادامه یابد که اندازه گیری نسبتاً ثابت شود ولی در هر حال این زمان نباید کمتر از ۱ دقیقه و بیشتر از ۵ دقیقه باشد .
- این اندازه گیری بین هر هادی و آب انجام شود و با استفاده از رابطه زیر مقدار مقاومت حجمی محاسبه می گردد :

$$\rho = \frac{2 \times \pi \times l \times R}{\ln \frac{D}{d}}$$

که در آن :

- ρ مقاومت حجمی بر حسب اهم سانتی متر
- R مقاومت عایقی اندازه گیری شده بر حسب اهم
- l طول کابل بر حسب سانتی متر
- D قطر بیرونی عایق بر حسب میلی متر
- d قطر میانی عایق بر حسب میلی متر است

نتیجه آزمون باید با جدول ۴ مطابقت داشته باشد .

۸-۶-۲ ثابت مقاومت عایقی

ثابت مقاومت عایق کابل باید در دمای 20°C و 70°C بر طبق بند ۱۷-۱ و ۱۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۵۶۹-۱ به شرح زیر انجام گردد :

- این آزمون مطابق بند ۸-۶-۱ این دستورالعمل انجام و با استفاده از رابطه زیر مقدار ثابت مقاومت عایقی محاسبه می گردد :

$$K_i = \frac{l \times R \times 10^{-11}}{\log \frac{D}{d}} = 10^{-11} \times 0.367 \times \rho$$

نتیجه آزمون باید با جدول ۴ مطابقت داشته باشد.

۸-۶-۳ مقاومت عایقی فاز به فاز

این آزمون برای بررسی افت مقاومت عایقی کابل تعریف شده است و می تواند بر حسب توافق بین تولید کننده و خریدار انجام گیرد . در این آزمون به طور مرتب و مطابق برنامه زمان بندی خاص ، آزمون مقاومت عایقی بر روی کابل انجام و داده های آن پس از جمع آوری مورد بررسی قرار می گیرند به گونه ای که پس از تصحیح دما در ۱۵ درجه سلسیوس و تصحیح طول به ۱۰۰۰ متر و بعد از کاهش و تثبیت نسبی عایق کابل در ماه دوم پس از شروع آزمون :

- (۱) عدد مقاومت عایقی از مقدار تعیین شده در جدول ۴ کمتر نباشد .
- (۲) پس از این تثبیت تا پایان سال اول بعد از نصب، کاهش مقاومت عایقی از ۱۰ درصد مقدار تثبیت شده تجاوز نکند .

باتوجه به اینکه اندازه گیری مقاومت عایقی فاز به فاز و فاز به بدنه در طول دوره بهره برداری صورت می گیرد و کابل موردنظر با سیم پیچ الکتروپمپ موازی می شود بنابراین چنانچه سیم پیچ الکتروموتور دارای اتصال بدنه یا مشکل عایقی باشد ، از آنجائیکه عدد اندازه گیری شده حاصل دومقاومت موازی است بنابراین مقاومت بدست آمده بسته به مقاومت سیم پیچ تغییر می کند ومقاومت عایقی کابل راکاهش می دهد لذا باید از سالم و یا قابل قبول بودن مقاومت عایقی سیم پیچ الکتروموتورشناور اطمینان داشته باشیم (بطور خلاصه کیفیت سیم پیچ الکتروموتور، مقاومت عایقی کابل رابا ابهام مواجه می نماید ، البته عکس این قضیه هم می تواند اتفاق بیافتد) ، بر این اساس جهت اندازه گیری مقاومت عایقی الزامات مندرج در بند ۵ (پایش کیفیت بر اساس مقاومت عایقی) می بایستی لحاظ گردد .

یادآوری - چون آزمون مقاومت عایقی و نتایج حاصله از آن به عواملی نظیر دما و رطوبت وابسته است، به همین دلیل در آماده سازی کابل باید کاملاً " دقت به عمل آید.

۸-۷ آزمون جرقه

آزمون باید بر طبق بند ۶-۵ استاندارد EN 50305 (Railway application – railway rolling stock) با استفاده از یکی از شرایط زیر انجام گیرد:

الف) آزمون ولتاژ 50 HZ (a.c) :

$$kV \text{ (ضخامت عایق مشخص شده)} \times 5 + 3 \text{ kV}$$

ب) آزمون ولتاژ d.c :

$$V_{a.c} \times 1.5$$

لازم به ذکر است که این آزمون به طور پیوسته در مرحله عایق و حین فرآیند تولید بر روی محصول انجام می شود .

۸-۸ آزمون مکانیکی

عایق و روکش باید بر طبق استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵-۵۰۱ به شرح زیر و با استفاده از شرایط زیر آزمون شوند :

- دما 2 ± 100 درجه سلسیوس

- زمان آماده سازی ۱۶۸ ساعت

- یک نمونه از هر رشته (یا عایق هر رشته) و یا روکش کابل تحت آزمون باید به مقدار لازم برای تهیه کمینه پنج قطعه آزمون به منظور انجام هر یک از آزمون های کشش بدون کهنگی و آزمون های کشش پس از هر عمل کهنگی (در صورت نیاز) برداشته شود . باید توجه داشت که طولی در حدود ۱۰۰ میلی متر برای تهیه هر قطعه آزمون لازم می باشد .
- در صورت امکان باید قطعات آزمون دمبل شکل به کار روند . این قطعات آزمون باید از نمونه های عایق که از هادی جدا شده و در راستای محور رشته بریده و باز شده اند و یا روکش که در جهت محور کابل بریده شده است تهیه گردد .
- چنانچه تهیه قطعات آزمون دمبل شکل امکان پذیر نباشد باید از قطعات آزمون لوله ای شکل استفاده نمود .
- سطح مقطع هر قطعه آزمون دمبل شکل از حاصل ضرب پهنا در کمترین ضخامت اندازه گیری شده (حداقل ضخامت سه مقدار اندازه گیری شده در طول سطح کشش) بدست می آید . همچنین جهت محاسبه سطح مقطع آزمون های لوله ای شکل می توان از رابطه زیر استفاده نمود :

$$A = \pi (D - \delta) \times \delta$$

که در آن :

δ مقدار ضخامت متوسط عایق بر حسب میلی متر

D مقدار متوسط قطر کلی (بیرونی) قطعه آزمون بر حسب میلی متر می باشد .

جهت هر عمل گهنگی باید بر روی حداقل ۵ قطعه آزمون مطابق شرایط بیان شده فوق اقدام نمود .

حداقل میزان استقامت کششی و درصد ازدیاد طول در نقطه پارگی برای آمیزه های عایق و روکش باید مطابق جدول ۳ این دستورالعمل باشند.

درصد تغییرات استقامت کششی و ازدیاد طول آمیزه های عایق و روکش پس از کهنگی باید در گستره تعیین شده در جدول ۳ این دستورالعمل باشد.

۸-۹ آزمون جذب آب روکش

۸-۹-۱ روش الکتریکی

آزمون باید بر روی کابل تکمیل شده مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵-۴۰۲ به شرح و با استفاده از شرایط زیر انجام گیرد :

- دمای آب 2 ± 70 درجه سلسیوس

- مدت زمان غوطه وری ۲۴۰ ساعت

آزمون مقدماتی :

- رشته ها به طول تقریبی ۳ متر باید در حمام آبی که آب آن تا دمای تعیین شده گرم شده است غوطه ور شوند .
- دو انتهای رشته کابل باید حدود ۲۵ سانتی متر از آب بیرون قرار گیرد که جریان نشستی روی سطح آنها هنگام اعمال ولتاژ لازم بین هادی ها و آب اشکال ایجاد نکند .
- پس از غوطه ور کردن رشته ها در آب به مدت یک ساعت یک ولتاژ متناوب ۴ کیلوولتی بین هادی ها و آب به مدت ۵ دقیقه اعمال می شود. اگر هریک از رشته ها دچار شکست ولتاژ شود باید از آب خارج شود و در آزمون بعدی به کار نرود . این کار در صورت مردود شدن می تواند حداکثر دوبار تکرار شود . هدف از انجام این آزمون مقدماتی تضمین استفاده از رشته های آسیب ندیده در آزمون اصلی است .

آزمون اصلی :

- در آزمون اصلی رشته هایی که در آزمون مقدماتی رضایت بخش بوده اند باید در حمام آب که دمای آن به حد گفته شده رسیده است باقی بماند .
- یک ولتاژ D.C مطابق جدول زیر باید بین هادی ها و آب به مدت ۲۴۰ ساعت به گونه ای اعمال شود که قطب منفی به هادی هر قطعه آزمون متصل شده باشد .

ولتاژ d.c (V)	ضخامت ، t ، عایق مقدار میانگین مشخص شده mm
۸۰۰	۰/۸ و ۰/۹
۱۰۰۰	۱ و ۱/۲
۱۴۰۰	$1/2 < t \leq 1/6$
۲۰۰۰	$1/6 < t \leq 2$
۲۵۰۰	$2 < t$

پس از آزمون نباید شکست الکتریکی در کابل رخ دهد.

۸-۹-۲ روش وزن سنجی

آزمون باید بر روی کابل تکمیل شده مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۴۰۲-۵۵۲۵ و با استفاده از شرایط زیر انجام گیرد :

- دمای آب 85 ± 2 درجه سلسیوس

- مدت زمان غوطه وری ۳۳۶ ساعت
پس از آزمون حداکثر افزایش وزن کابل نباید بیشتر از 5 mg/cm^2 باشد.

۸-۱۰ آزمون اندازه گیری سختی shore A

آزمون باید بر طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۱۷۱ به شرح زیر انجام گیرد :

- ضخامت آزمون ها باید حداقل ۶ میلی متر باشد . برای ضخامت های کمتر می توان حداکثر ۳ لایه از نمونه آماده کرد تا به حداقل ۶ میلی متر برسد .
- آزمون را بر روی سطح تخت ، سخت و صلب (مانند شیشه) قرار دهید پایه فشار را بر روی آزمون و یا بر عکس با حداکثر سرعت ممکن و بدون وارد آوردن هرگونه ضربه قرار دهید و پایه را به موازات سطح آزمون نگه دارید و مطمئن شوید که فرو رونده عمود بر سطح نمونه است .
- نیرویی مطابق با یک کیلوگرم در حدی که تماس کامل بین پایه فشار و آزمون حاصل شود اعمال کنید و در زمان ۱۵ ثانیه بعد از تماس کامل پایه فشار و آزمون نیرو را قرائت کنید .

میزان سختی shore A عایق و روکش کابل باید با مقادیر مندرج در جدول شماره ۳ این استاندارد مطابقت داشته باشد.

۸-۱۱ آزمون خمش در دمای پایین

آزمون خمش روکش و عایق کابل در دمای پایین باید بر طبق استاندارد ملی ایران شماره ۴-۵۵۲۵-۵۰۴ به شرح زیر انجام گیرد :

برای آزمون روکش یا عایق ، هر رشته تحت آزمون باید دو نمونه به طول حدوداً " ۵۰ سانتی متر برداشته شود . دستگاه آزمون را در طی آزمون و پیش از آن به مدت ۱۶ ساعت و در صورت سرد شدن قبلی دست کم ۴ ساعت در دمای ۱۵- درجه سلسیوس قرار می دهیم . قطعه آزمون را از درون لوله دستگاه و با انتخاب قالب های با سایز مورد نظر در دو سر لوله عبور داده و همچنین با انتخاب میله چرخان با قطر ۴ تا ۵ برابر قطر نمونه (برای کابل های تخت قطر کوچک ملاک می باشد) یک سر نمونه را بر روی میله چرخان قرار می دهیم و اجازه می دهیم یک ساعت در آن دما باقی بماند . پس از طی این زمان با سرعت هر دور ۵ ثانیه نمونه را دور میله با تعداد دور مشخص شده در جدول زیر می پیچیم .

تعداد دورها	قطر کلی قطعه آزمون (d) mm
۱۰	$d \leq 2/5$
۶	$2/5 < d \leq 4/5$
۴	$4/5 < d \leq 6/5$
۳	$6/5 < d \leq 8/5$
۲	$8/5 < d$

پس از آزمون نباید هیچ گونه ترک خوردگی روی روکش و عایق کابل با چشم غیر مسلح دیده شود .

۸-۱۲ آزمون نشر فلزات سنگین در آب

آماده سازی آزمون ها برای اندازه گیری میزان نشر فلزات سنگین از کابل به داخل آب بر طبق استاندارد های ملی ایران شماره ۷۱۷۱-۲-۱ و ۷۱۷۱-۲-۶ انجام گیرد .

اندازه گیری میزان نشر فلزات سنگین از کابل به داخل آب بر طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۵۳ انجام می گیرد .

میزان غلظت فلزات سنگین سرب ، کادمیم ، کروم ، نیکل و کبالت نباید از مقادیر تعیین شده در جدول ۳ این دستورالعمل و برای سایر فلزات سنگین از مقادیر تعیین شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۵۳ بیشتر باشد .

یادآوری ۱ - عدم انتشار فلزات سنگین سمی و انطباق آن با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۵۳ و بند ۸-۱۲ این دستورالعمل می بایستی توسط آزمایشگاه های رسمی معتبر (مطابق پیوست ۱) تضمین کننده کیفیت و سلامت آب شرب بررسی و نتایج آن توسط کارشناس معتمد خریدار صحه گذاری گردد .

۸-۱۳ آزمون نشر مواد شیمیایی آلی در آب

آماده سازی آزمون برای اندازه گیری میزان نشر مواد شیمیایی آلی از کابل به داخل آب بر طبق استاندارد های ملی ایران شماره ۷۱۷۱-۲-۱ و ۷۱۷۱-۲-۶ انجام گیرد .

اندازه گیری میزان نشر مواد شیمیایی از کابل به داخل آب بر طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۵۳ انجام می گیرد .

میزان غلظت مواد شیمیایی آلی نباید از مقادیر تعیین شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۵۳ بیشتر باشد .

یادآوری ۱ - عدم انتشار مواد شیمیایی آلی و انطباق آن با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۵۳ و بند ۸-۱۳ این دستورالعمل می بایستی توسط آزمایشگاه های رسمی معتبر (مطابق پیوست ۱) تضمین کننده کیفیت و سلامت آب شرب بررسی و نتایج آن توسط کارشناس معتمد خریدار صحه گذاری گردد .

۸-۱۴ آزمون نفوذ آب در کابل

۸-۱۴-۱ تجهیزات

مشخصات تجهیزات بکار رفته در این آزمون عبارتند از : دستگاه تست فشار با قابلیت ایجاد فشار تا ۴۰ بار



۸-۱۴-۲ وسایل و مواد

الف - آب مورد استفاده : آب شرب

ب - فشار سنج : گیج فشار از نوع آنالوگ (عقربه ای) یا دیجیتالی به ظرفیت ۶۰۰ psi (۴۰ bar)

۸-۱۴-۳ روش آزمون

آزمون نفوذ آب در کابل های مربوط به این استاندارد در دو مرحله به شرح زیر انجام می گیرد :

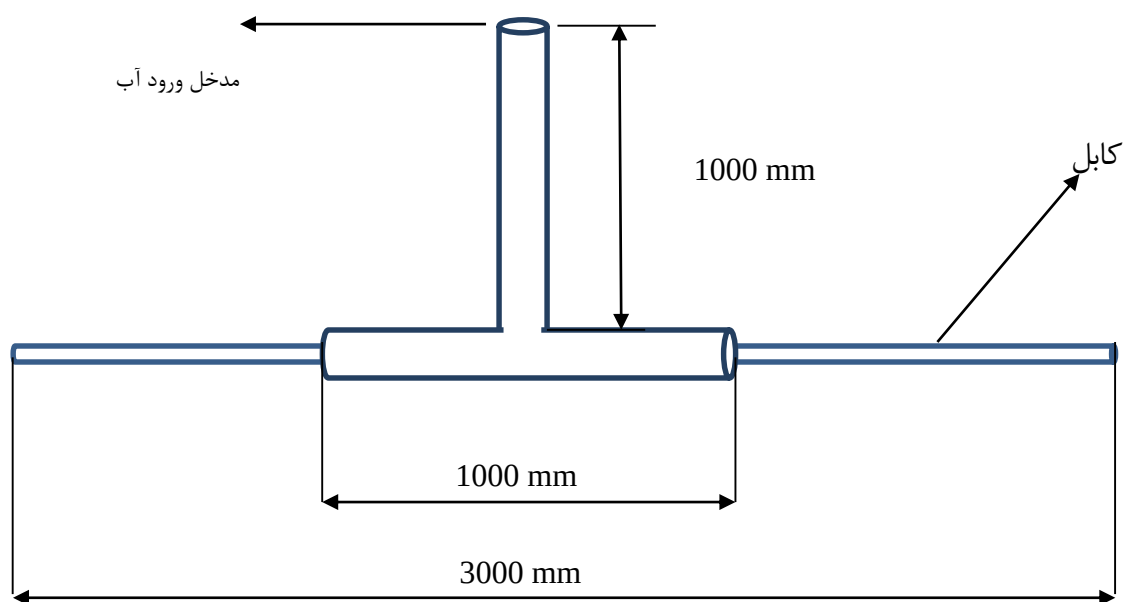
مرحله ۱:

نمونه ای از کابل به طول ۳ متر که تحت هیچ گونه آزمون دیگری قرار نگرفته است تهیه می شود. برشی مربعی شکل به ابعاد 2×2 سانتی متر برای کابل های با قطر بیرونی بیش از ۲۵ میلی متر و برای کابل های با قطر کمتر از ۲۵ میلی متر برشی مربعی به ابعاد 1×1 سانتی متر از وسط کابل برداشته به طوری که هیچ صدمه ای به عایق و سایر پوشش های میانی وارد نشود. نمونه را در یک لوله سه راهی شکل به اندازه ابعادی 1×1 متر مطابق شکل شماره ۲ قرار می دهیم. پس از قرار گرفتن کابل در داخل لوله مطابق روش نشان داده شده در شکل ۲ کابل از دو سر لوله آب بندی می شود.

پس از آب بندی دو سر لوله ، لوله عمودی را پر از آب نموده و باید به مدت ۲۴ ساعت در این حالت قرار گیرد.

پس از مدت زمان فوق نباید هیچ گونه نشانه ای از نشت آب در دو سر کابل مشاهده شود. برای راحتی می توان زیر دوسر کابل یک تکه کاغذ سفید قرار داد تا در صورت نشت رطوبت تشخیص آن با خیس شدن کاغذ آسانتر بررسی شود.

یادآوری - مرجع مورد استفاده برای تعریف این آزمون پیوست ج استاندارد ملی ایران به شماره ۳۵۶۹-۲ با در نظر گرفتن تغییراتی از قبیل آماده سازی نمونه و نحوه انجام آزمون بشرح فوق می باشد .

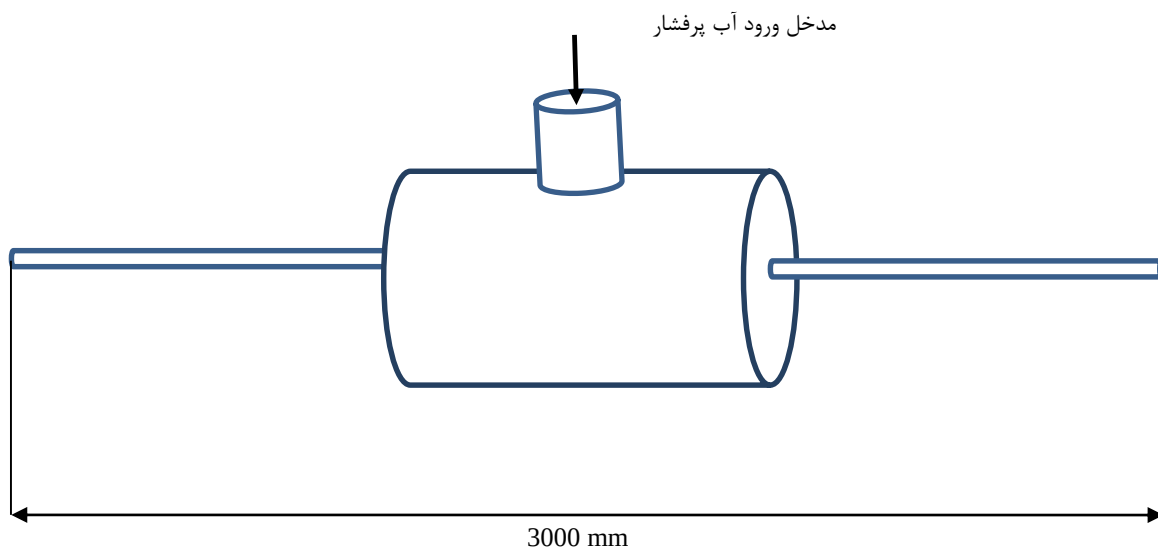


شکل ۲- شماتیک تجهیزات آزمون نفوذ آب در کابل

مرحله ۲:

نمونه کابل آزمون شده در مرحله ۱ در دستگاه آزمون نفوذ آب تحت فشار مطابق شکل ۳ قرار دهید. محل خروج کابل در دو طرف مخزن را آب بندی کنید. سپس محفظه را از آب پر کرده و پس از هواگیری فشار هیدرواستاتیکی محفظه را توسط کمپر سور به آرامی به ۴۰ بار برسانید. فشار را مدت زمان ۱۵ دقیقه روی کابل اعمال کنید .

پس از مدت زمان فوق نباید هیچ گونه نشتی آب در دو سر کابل مشاهده شود.



شکل ۳- آزمون نفوذ آب تحت فشار بالا

یادآوری ۱ - میزان نفوذ آب در کابل و انطباق آن با بند ۸-۱۴ این دستورالعمل می بایستی توسط آزمایشگاه های رسمی معتبر (مطابق پیوست ۱) بررسی و نتایج آن توسط کارشناس معتمد خریدار صحه گذاری گردد .

۸-۱۵ آزمون پایداری نشانه گذاری

پایداری نشانه گذاری روی کابل باید با ۱۰ بار کشیدن پارچه خیس روی خط نشانه انجام گیرد. پس از آزمون خط نشانه روی کابل نباید پاک و یا ناخوانا شود .

۸-۱۶ آزمون گرما سختی عایق

این آزمون می بایستی بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵۰۷-۵۵۲۵ به شرح و با استفاده از شرایط زیر انجام گیرد :

- دمای آزمون 20.0 ± 3 درجه سلسیوس

- مدت زمان زیر بار بودن ۱۵ دقیقه

- فشار مکانیکی 0.2 N/mm^2

نمونه ها به ترتیب اولویت از نوع دمبل فرم بزرگ ، دمبل فرم کوچک و یا لوله ای انتخاب می شود و برای نوع دمبل فرم بزرگ و لوله ای در وسط آزمون به اندازه ۲۰ میلی متر و برای دمبل فرم کوچک ۱۰ میلی متر نشانه گذاری شود . آزمون ها به تعداد دو قطعه در گیره دستگاه به صورت آویزان قرار گرفته و در قسمت پائینی آن وزنه محاسبه شده فوق با توجه به سطح مقطع آزمون آویزان می شود . پس از قرارگیری در مدت و دمای تعیین شده فاصله بین دو نشانه گذاری به سرعت اندازه گیری و اختلاف آن با مقدار فاصله دو نشانه قبل از آزمون بر مقدار فاصله دو نشانه اولیه تقسیم و مقدار حاصله با مقدار استاندارد مقایسه می گردد .

پس از این مرحله با برش بخش پائینی آزمون وزنه پائینی از آزمون جدا و مجدداً داخل کوره قرار داده می شود ، پس از رسیدن مجدد دما و یا مدت زمان تعیین شده هرکدام که بیشتر است مجدداً " دستگاه و آزمون از کوره بیرون کشیده شده و اجازه داده می شود تا به دمای محیط برسد پس از آن فاصله دو نشانه اندازه گیری و همانند روش قبلی مقدار درصد اختلاف آن با مقدار فاصله دو نشانه اولیه محاسبه و با مقدار استاندارد مقایسه می گردد .

۸-۱۷ آزمون گرما سختی روکش

این آزمون می بایستی بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵۰۷-۵۵۲۵ به شرح مندرج در بند ۸-۱۶ این دستورالعمل و با استفاده از شرایط زیر انجام گیرد:

- دما 20.0 ± 3 درجه سلسیوس

- مدت زمان زیر بار بودن ۱۵ دقیقه

- فشار مکانیکی 0.2 N/mm^2

۸-۱۸ آزمون مقاومت در برابر ازن

این آزمون می بایستی بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۴۰۳ - ۵۵۲۵ به شرح و با استفاده از شرایط زیر انجام گیرد :

- غلظت ازن (حجمی) ۲۵ تا ۳۰ درصد
- مدت آزمون بدون ترک خوردگی ۲۴ ساعت
- آزمون ها باید دست کم به مدت ۱۶ ساعت پس از اکستروود شدن و کراس لینک شدن به مدت ۳ ساعت در دمای محیط نگهداری شوند .
- برای عایق ، فقط یک رشته برای آزمون کافی است و باید از ۱/۵ متری انتهای کابل دو قطعه آزمون انتخاب شود .
- برای روکش نیز باید ۲ قطعه آزمون انتخاب شود .
- برای روکش باید ۲ قطعه آزمون دمبل شکل به ضخامت دست کم ۰/۶ میلی متر تهیه گردد . اگر آزمون دمبل شکل امکان پذیر نباشد همانند عایق آزمون لوله ای تهیه می شود .
- یک قطعه آزمون عایق باید در جهت و در صفحه خمیدگی فعلی آن بدون ایجاد پیچش ، یک دور کامل حول میله خم و در محل تقاطع دو انتها به نوار یا نخ چند لا وصل شود . قطعه دیگر آزمون از همان رشته باید به طور مشابه در صفحه خمیدگی فعلی ولی در جهت مخالف خم شود . خمش را باید در دمای ۲۰ تا ۲۸ درجه سلسیوس روی یک میله برنجی و یا آلومینیومی با قطر ارائه شده در جدول زیر انجام داد .

قطر بیرونی رشته عایق شده (d) mm	قطر میله (به صورت ضربی از قطر بیرونی رشته عایق شده)
$d \leq 12/5$	$4 \pm 0/1$
$12/5 < d \leq 2$	$5 \pm 0/1$
$20 < d \leq 3$	$6 \pm 0/1$
$30 < d \leq 45$	$8 \pm 0/1$
$45 < d$	$10 \pm 0/1$

- سطح هر قطعه آزمون عایق باید با یک پارچه تمیز پاک شود تا رطوبت و کثیفی زدوده گردد .
- پیش از شروع آزمون قطعات آزمون باید روی میله ها در دمای محیط بدون هرگونه عملیات دیگر به مدت ۳۰ تا ۴۵ دقیقه نگه داشته شود .
- هر قطعه آزمون روکش باید با پارچه تمیز پاک شود تا کثیفی و رطوبت زدوده شود .
- سپس قطعه آزمون (عایق یا روکش) باید دست کم به مدت ۱۶ ساعت در دمای 23 ± 5 درجه سلسیوس در دسیکاتور نگهداری شود . دو انتهای قطعه آزمون را با گیره ها نگهداشته و به اندازه 33 ± 2 درصد ازدیاد طول دهید و با این ازدیاد طول بین گیره ها نگهدارید .
- قطعات آزمون آماده سازی شده باید در وسط اتاقک آزمون مجهز به شیر قرار داده شود و باید دست کم ۲۰ میلی متر از یکدیگر فاصله داشته باشند .

- قطعات آزمون در دمای 25 ± 2 درجه سلسیوس نگهداشته شوند و در معرض گردش جریان هوای خشک با غلظت ازن لازم قرار گیرند .
- هوا با غلظت ازن لازم باید با نرخ بین ۲۸۰ تا ۵۰۰ لیتر در ساعت جریان داشته باشد و فشار هوا کمی بیش از فشار جو حفظ شود .
- پس از مدت زمان مشخص شده قطعات آزمون از اتاقک برداشته شده و با چشم عادی یا عینک طبی بدون بزرگ نمایی بررسی می شوند .
- عایق در قسمت ۱۸۰ درجه خم شده در دورترین نقطه از گره باید بدون ترک خوردگی باشد .
- سطوح بخش های باریک میانی قطعات آزمون دمبل شکل نیز باید بدون ترک خوردگی باشد .

۸-۱۹ آزمون فلزات سنگین موجود در پلیمر عایق و روکش

آماده سازی آزمون ها برای اندازه گیری میزان فلزات سنگین موجود در پلیمر عایق و روکش بصورت خاکستر و بر طبق استاندارد های بین المللی ISO 247-1 و ISO 247-2 انجام می گیرد. بررسی نمونه های خاکستر جهت آزمون فلزات سنگین می بایستی مطابق با استانداردهای بین المللی ASTM F-2617-15 و ASTM D-4075-06(2017) انجام گردد.

میزان غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیم، کروم، نیکل و کبالت نباید از مقادیر تعیین شده در جدول ۳ این دستورالعمل بیشتر باشد.

یادآوری ۱- میزان فلزات سنگین سمی پلیمر عایق و روکش و انطباق آن با الزامات بند ۸ - ۱۹ این دستورالعمل می بایستی توسط آزمایشگاه های رسمی معتبر (مطابق پیوست ۱) بررسی و نتایج آن توسط کارشناس معتمد خریدار صحه گذاری گردد .

۸-۲۰ اندازه گیری چگالی پلیمر عایق و روکش

اندازه گیری چگالی پلیمر عایق و روکش می بایستی براساس استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۶-۵۵۲۵ به شرح زیر انجام گیرد :

- قطعاتی از عایق یا روکش بین ۱ تا ۵ گرم برداشته و با برش به تعدادی قطعات کوچک تبدیل می گردد .
- این قطعات باید در دمای 23 ± 2 درجه سلسیوس قرار گیرند .
- پس از وزن کردن پیکنومتر خالی و خشک مقداری بین ۱ تا ۵ گرم از قطعات آزمون را در پیکنومتر وزن می نماییم .
- قطعات آزمون باید در مایعی مانند الکل ۹۶ درصد غوطه ور و تمام حباب های اطراف آزمون ها از آنها جدا شود (مثلاً" با استفاده از یک مکنده متصل به پیکنومتر واقع در دسیکاتور) . سپس مکنده را از دسیکاتور جدا کرده و پیکنومتر را با مایع مورد نظر پر می کنیم و دمای آن را در یک حمام مایع به 23 ± 0.5 درجه سلسیوس می رسانیم . سپس باید قسمت بیرونی پیکنومتر را خشک و پاک نمود و با محتویاتش توزین کرد . پس از آن پیکنومتر را خالی می کنیم و با مایع مورد نظر پر می کنیم . مطابق روش قبلی هوا را از آن خارج کرده و پیکنومتر را به همراه محتویات مایع در دمای 23 ± 0.5 درجه سلسیوس وزن می کنیم .

چگالی عایق و روکش باید از رابطه زیر محاسبه شود :

$$\frac{m}{m_1 - m_2} \times d = \text{چگالی در دمای } 23 \text{ درجه سلسیوس}$$

که در آن :

m جرم قطعه آزمون بر حسب گرم

m₁ جرم مایع مورد نیاز برای پر کردن پیکنومتر بر حسب گرم

m₂ جرم مایع مورد نیاز برای پر کردن پیکنومتر حاوی قطعه آزمون بر حسب گرم

d چگالی الکل اتیلیک ۹۶ درصد ، در دمای ۲۳ درجه سلسیوس برابر با ۰/۷۹۸۸ گرم بر میلی لیتر است .

۹ طرح آزمون ها

جدول ۵- طرح آزمون های کابل های مورد استفاده در صنعت آب آشامیدنی

شماره بند مرجع استاندارد	شرح آزمون	روش آزمون تشریح شده در استاندارد
۱-۸	ابعاد قطر کابل	ISIRI ۵۵۲۵ - ۲۰۳
۲-۸	ضخامت عایق	ISIRI ۵۵۲۵ - ۲۰۱
۳-۸	ضخامت روکش	ISIRI ۵۵۲۵ - ۲۰۲
۴-۸	آزمون های الکتریکی مقاومت الکتریکی هادی	ISIRI ۶۰۷-۲
۵-۸	آزمون ولتاژ عایق	ISIRI ۳۵۶۹-۱
۲-۵-۸	ولتاژ روی رشته های کابل تکمیل شده	ISIRI ۳۵۶۹-۱
۳-۵-۸	آزمون ولتاژ ۴ ساعته	
۶-۸	آزمون مقاومت عایقی	
۳-۶-۸	مقاومت عایقی در 15°C (فاز به فاز)	مطابق با ماده ۸ دستورالعمل شرکت مهندسی آب و فاضلاب (مرجع ۱ کتابنامه)
۷-۸	آزمون جرقه	EN 50305
۸-۸	ویژگی های مکانیکی عایق و روکش استحکام کششی و ازدیاد طول قبل از کهنگی	ISIRI ۵۵۲۵ - ۵۰۱
۸-۸	استحکام کششی و ازدیاد طول پس از کهنگی	ISIRI ۵۵۲۵ - ۵۰۱
۹-۸	آزمون جذب آب	ISIRI ۵۵۲۵ - ۴۰۲
۱۰-۸	سختی shore A	ISIRI ۱۶۱۷۱-۱
۱۱-۸	خمش برای عایق و روکش در دمای پایین	ISIRI ۵۵۲۵ - ۵۰۴
۱۲-۸	آزمون اندازه گیری نشر فلزات سنگین از کابل در آب	ISIRI ۷۱۷۱-۲-۱ ISIRI ۷۱۷۱-۲-۶ ISIRI ۱۰۵۳
۱۳-۸	آزمون اندازه گیری نشر مواد آلی از کابل در آب (فتالات ها)	ISIRI ۷۱۷۱-۲-۱ ISIRI ۷۱۷۱-۲-۶ ISIRI ۱۰۵۳

جدول ۵- طرح آزمون های کابل های مورد استفاده در صنعت آب آشامیدنی (ادامه)

شماره بند مرجع استاندارد	شرح آزمون	روش آزمون تشریح شده در استاندارد
۱۴-۸	آزمون نفوذ آب تحت فشار	ISIRI ۳۵۶۹-۲ و بند ۸-۱۴ دستورالعمل
۱۵-۸	آزمون پایداری نشانه گذاری	--
۱۶-۸	آزمون گرما سختی عایق	ISIRI ۵۵۲۵ - ۵۰۷
۱۷-۸	آزمون گرما سختی روکش	ISIRI ۵۵۲۵ - ۵۰۷
۱۸-۸	آزمون مقاومت در برابر ازن	ISIRI ۵۵۲۵ - ۴۰۳
۱۹-۸	آزمون فلزات سنگین موجود در پلیمر عایق و روکش	ASTM D - 4075-06
۲۰-۸	اندازه گیری چگالی پلیمر عایق و روکش	ISIRI ۵۵۲۵ - ۶۰۶

فصل دوم

۱- نحوه انجام آزمون های تضمین کیفیت کابل در دراز مدت

به منظور تضمین عملکرد کابل در درازمدت و اطمینان از عمر مفید کابل و همچنین عدم آسیب دیدگی تجهیزات متصل به کابل (الکتروپمپ و تابلوی فرمان) و با توجه به تنوع شرایط آب و هوایی کشور و تفاوت در کیفیت آب ، مواد محلول در آن و نیز دماهای متفاوت آن در نقاط و عمق های مختلف ، تولید کننده باید شرایط و امکانات آزمون های ذیل را فراهم نماید .

۱-۱- بررسی میزان محتوای فلزات سنگین و مواد شیمیایی سمی ناشی از انتقال مواد قابل حل در آب از سوی مواد پلیمری عایق و روکش کابل توسط آزمایشگاه های رسمی معتبر تضمین کننده کیفیت و سلامت آب شرب و انطباق نتایج با معیارهای تعیین شده این دستورالعمل .

یادآوری ۱ - نتایج آزمایشگاهی بررسی های فوق می بایستی توسط کارشناس معتمد خریدار صحه گذاری گردد .

۱-۲- برای بررسی ثبات مقاومت عایقی در آزمایشگاه کارخانه تولید کننده باید تجهیزات مورد نیاز شامل مخازن دارای آب نمک (با غلظت ۵ درصد) ، آب حاوی کلر (با غلظت ۴ PPM) و آب مقطر در دماهای ۴۰ و ۷۰ درجه سلسیوس تامین و مورد بهره برداری قرار گیرد .

برای تامین نتایج فرآوری شده ثبات مقاومت عایقی ، تولید کننده باید مستنداتی را دال بر احراز شرایط زیر در دراز مدت فراهم کند :

پس از انجام آزمون و تصحیح دما در ۱۵ درجه سلسیوس و تصحیح طول به ۱۰۰۰ متر و بعد از کاهش و تثبیت نسبی مقاومت عایق کابل در ماه دوم پس از شروع آزمون ، اولاً " عدد مقاومت عایقی از مقدار تعیین شده کمتر نباشد و ثانیاً " پس از این تثبیت تا پایان سال اول بعد از شروع آزمون ، کاهش مقاومت عایقی از ۱۰ درصد مقدار تثبیت شده تجاوز نکند . این آزمون ها به منظور تضمین عملکرد کابل در شرایط بهره برداری صورت می گیرد. آزمون اندازه گیری مقاومت عایقی در شرایط پس از نصب در محل چاه و آغاز بهره برداری از تجهیزات پمپاژ توسط مصرف کننده نیز باید همانند نتایج گفته شده در شرایط آزمایشگاهی ، عملکرد مطلوب ساختاری و مقاومت عایقی کابل را تضمین نماید .

یادآوری ۱ - نتایج مکتوب بررسی های مدت زمان فوق می بایستی توسط کارشناس معتمد خریدار صحه گذاری گردد.

۱-۳- انجام آزمون تحمل فشار هیدرواستاتیکی حداقل ۲۰ bar توسط کابل و مفصل مرتبط با آن به منظور بررسی سازگاری کابل با مفصل و تحمل فشار لایه های فوقانی آب :

در این آزمون قطعه ای از کابل به طول ۲ متر که در بخش میانی آن مفصل به کار رفته است در دستگاه اندازه گیری فوق قرار گرفته و پس از ۱۶۸ ساعت (یک هفته) تراوش آب از دو سر کابل مورد بررسی قرار گیرد. هیچ گونه آثار تراوش آب از دو سر کابل نباید مشاهده شود. نوع مفصل مبنا رزینی است .

یادآوری ۱- نتایج بررسی فوق می بایستی توسط کارشناس معتمد خریدار صحه گذاری گردد .

۴-۱- انجام آزمون تحمل کابل در برابر سوراخ شدگی (اندازه گیری سختی سوزنی) :

تجهیزات آزمون شامل وسیله اندازه گیری و شرایط تولید نمونه صفحه از مواد پلیمری در استاندارد ISIRI 16171-1 و ISIRI 14457 آمده است و خلاصه آن به شرح زیر می باشد :

روش آزمون : اندازه گیری سختی سوزنی Shore A

زمان اندازه گیری : ۱۵ ثانیه

وزنه مورد استفاده : یک کیلو گرم

تعداد نقاط اندازه گیری : ۵ نقطه

ضخامت صفحه آزمون : ۶ میلیمتر (حداقل)

شرایط تهیه صفحه : مطابق با استاندارد ISIRI 14457

این آزمون برای بررسی تحمل کابل در برابر سوراخ شدگی و پارگی حین نصب و برخورد آن با پلیسه های فلزی درون چاه صورت میگیرد .

۵-۱- بررسی عدم اتلاف بیش از حد انرژی در کابل :

برای این منظور کابل در دمای محیط توسط مصرف کننده ای که حداکثر جریان مجاز کابل را مصرف نماید به مدت ۲ ساعت تحت آزمون قرار می گیرد. حسگرهای دمایی نصب شده در طول ۱۰ متر از کابل (ابتدا ، انتها و بخش میانی کابل) نباید دمایی بیش از ۵۵ درجه سلسیوس را نشان دهد. جریان مجاز کابل از جدول پیوست دستورالعمل کابل های مورد نظر انتخاب می شود . تولید کننده باید تجهیزات مربوطه شامل Power Analyzer و بار مصرفی برای تامین جریان مجاز کابل را برای انجام بررسی های کارشناسی در محل تولید، تامین و آماده به کار نماید .

۲- جدول انتخاب کابل متناسب با الکتروپمپ

جداول انتخاب کابل در حالت راه اندازی ستاره مثلث و راه اندازی مستقیم : (راه انداز نرم -Soft Start Stop - درایو دور متغیر VSD) با احتساب افت ولتاژ ۲/۵ درصد به شرح جداول ذیل می باشد :

جدول ۶: انتخاب کابل در حالت راه انداز ستاره مثلث (۳-Δ/Y ~ ۵۰Hz- ۳۸۰ Volt)

(جدول انتخاب کابل در حالت راه اندازی ستاره مثلث) $3 \sim Y/\Delta$ - ۵۰ Hz - ۳۸۰ Volt

سطح مقطع و تعداد رشته ها	نوع موتور	جریان (A)	سطح مقطع کابل		۱.۵	۲.۵	۴	۶	۱۰	۱۶	۲۵	۳۵	۵۰	۷۰	۹۵	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۵	۲۴۰	۳۰۰	۴۰۰
			توان		حداکثر طول کابل بر حسب متر																
			HP	KW																	
یک کابل سه رشته سطح مقطع بر حسب میلی متر مربع	۹۳/۲	۲۰ A	۱۳.۵	۹.۲	۴۸	۸۰	۱۲۸	۱۹۲	۳۲۰	۵۱۳	۸۰۱	۱۱۲۱									
	۱۱۳/۲	۲۴ A	۱۵	۱۱	۴۰	۶۷	۱۰۷	۱۶۱	۲۶۸	۴۲۹	۶۷۰	۹۳۸	۱۳۴۱								
	۱۳۳/۲	۲۸ A	۱۷.۵	۱۳	۳۴	۵۷	۹۱	۱۳۶	۲۲۷	۳۶۳	۵۶۷	۷۹۴	۱۱۳۴								
	۱۵۳/۲	۳۲ A	۲۰	۱۵	۲۹	۴۹	۷۹	۱۱۸	۱۹۷	۳۱۴	۴۹۱	۶۸۸	۹۸۳	۱۳۷۶							
	۱۸۳/۲	۴۰ A	۲۵	۱۸.۵	۴۰	۶۴	۹۶	۱۵۹	۲۵۵	۳۹۹	۵۵۸	۷۹۷	۱۱۱۶								
	۲۲۳/۲	۴۷ A	۳۰	۲۲	۳۳	۵۴	۸۰	۱۳۴	۲۱۴	۳۳۵	۴۶۹	۶۷۰	۹۳۸	۱۳۷۳							
	۲۴۳/۲	۵۲ A	۳۳	۲۴			۴۸	۷۲	۱۱۹	۱۹۱	۲۹۸	۴۱۸	۵۹۷	۸۳۶	۱۱۳۴						
	۳۰۳/۲	۶۰ A	۴۱	۳۰			۴۰	۶۱	۱۰۱	۱۶۲	۲۵۳	۳۵۴	۵۰۶	۷۰۸	۹۶۱	۱۲۱۴					
	۳۷۳/۲	۸۰ A	۵۲	۳۷				۴۶	۷۶	۱۲۲	۱۹۱	۲۶۷	۳۸۱	۵۳۴	۷۲۵	۹۱۶	۱۱۴۴				
	۴۵۳/۲	۹۶ A	۶۲	۴۵.۵					۶۵	۱۰۴	۱۶۳	۲۲۸	۳۲۵	۴۵۵	۶۱۸	۷۸۰	۹۷۵				
	۵۵۳/۲	۱۱۵ A	۷۵	۵۵					۵۴	۸۶	۱۳۴	۱۸۸	۲۶۸	۳۷۶	۵۱۰	۶۶۴	۸۰۵	۹۹۳			
	۶۲۳/۲	۱۳۳ A	۸۵	۶۲.۵						۷۲	۱۱۳	۱۵۸	۲۲۶	۳۱۶	۴۲۹	۵۴۱	۶۷۷	۸۳۵	۱۰۸۳		
	۷۳۳/۲	۱۵۵ A	۱۰۰	۷۳.۵						۶۴	۱۰۱	۱۴۱	۲۰۱	۲۸۲	۳۸۳	۴۸۳	۶۰۴	۷۴۵	۹۶۶		
	۹۲۳/۲	۱۸۷ A	۱۲۵	۹۲							۸۱	۱۱۳	۱۶۲	۲۲۷	۳۰۸	۳۸۹	۴۸۶	۶۰۰	۷۷۸	۹۷۳	
	۱۱۰۳/۲	۲۲۲ A	۱۵۰	۱۱۰								۹۷	۱۳۸	۱۹۴	۲۶۳	۳۳۲	۴۱۵	۵۱۱	۶۶۴	۸۲۹	۱۱۰۶
	۱۳۰۳/۲	۲۶۴ A	۱۷۵	۱۳۰								۸۰	۱۱۴	۱۶۰	۲۱۷	۲۷۴	۳۴۳	۴۲۳	۵۴۹	۶۸۶	۹۱۴
	۱۵۰۳/۲	۳۰۷ A	۲۰۰	۱۵۰									۹۸	۱۳۸	۱۸۷	۲۳۶	۲۹۵	۳۶۴	۴۷۲	۵۹۰	۷۸۶
	۱۸۵۳/۲	۳۸۰ A	۲۵۲	۱۸۵										۱۱۴	۱۵۵	۱۹۶	۲۴۵	۳۰۲	۳۹۲	۴۹۰	۶۵۳
	۲۲۰۳/۲	۴۴۵ A	۳۰۰	۲۲۰											۱۳۰	۱۶۴	۲۰۵	۲۵۲	۳۲۷	۴۰۹	۵۴۶

جدول ۷: انتخاب کابل در حالت تک کابل (۳~D.O.L) VSD و Soft Start-Stop (۳۸۰ Volt- ۵۰Hz)

(جدول انتخاب کابل در حالت تک کابل) $3 \sim D.O.L$ - ۵۰ Hz - ۳۸۰ Volt

جدول انتخاب کابل در حالت تک کابل (۳ ~ ۵۰ Hz - ۲۸۰ Volt)																							
سطح مقطع و تعداد رشته ها	نوع موتور	جریان (A)	سطح مقطع کابل		۱.۵	۲.۵	۴	۶	۱۰	۱۶	۲۵	۳۵	۵۰	۷۰	۹۵	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۵	۲۴۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	
			توان																				
			HP	KW																			
حداکثر طول کابل بر حسب متر																							
یک کابل سه رشته سطح مقطع بر حسب میلی متر مربع	۳۳/۲	۸.۸ A	۵.۵	۴	۶۴	۱۰۷	۱۷۱	۲۵۶	۴۲۷	۶۷۴	۱۰۶۸												
	۵۳/۲	۱۳ A	۷.۵	۵.۵	۴۶	۷۷	۱۲۳	۱۸۵	۳۰۸	۴۹۲	۷۶۹	۱۰۷۷											
	۷۳/۲	۱۷ A	۱۰	۷.۵	۳۴	۵۷	۹۱	۱۳۶	۲۲۷	۳۶۳	۵۶۸	۷۹۵	۱۱۳۵										
	۹۳/۲	۲۰ A	۱۲.۵	۹.۲	۲۸	۴۶	۷۴	۱۱۱	۱۸۵	۲۹۶	۴۶۳	۶۴۸	۹۲۵	۱۲۹۵									
	۱۱۳/۲	۲۴ A	۱۵	۱۱		۳۹	۶۲	۹۳	۱۵۵	۲۴۸	۳۸۷	۵۴۲	۷۷۴	۱۰۸۴									
	۱۳۳/۲	۲۸ A	۱۷.۵	۱۳		۳۳	۵۳	۷۹	۱۳۱	۲۱۰	۳۲۹	۴۶۰	۶۵۷	۹۲۰	۱۲۴۹								
	۱۵۳/۲	۳۲ A	۲۰	۱۵		۲۸	۴۶	۶۸	۱۱۴	۱۸۲	۲۸۴	۳۹۸	۵۶۹	۷۹۶	۱۰۸۱								
	۱۸۳/۲	۴۰ A	۲۵	۱۸.۵			۳۷	۵۵	۹۲	۱۴۷	۲۳۰	۳۲۲	۴۶۰	۶۴۴	۸۷۴	۱۱۰۴							
	۲۲۳/۲	۴۷ A	۳۰	۲۲				۴۶	۷۷	۱۲۴	۱۹۴	۲۷۱	۳۸۷	۵۴۲	۷۳۶	۹۲۹	۱۱۶۲						
	۲۴۳/۲	۵۲ A	۳۳	۲۴				۴۲	۷۰	۱۱۲	۱۷۵	۲۴۵	۳۵۰	۴۹۰	۶۶۵	۸۴۰	۱۰۵۰	۱۲۹۵					
	۳۰۳/۲	۶۰ A	۴۱	۳۰					۶۱	۹۷	۱۵۲	۲۱۲	۳۰۳	۴۲۵	۵۷۶	۷۲۸	۹۱۰	۱۱۲۲					
	۳۷۳/۲	۸۰ A	۵۲	۳۷					۴۵	۷۲	۱۱۳	۱۵۸	۲۲۵	۳۱۵	۴۲۸	۵۴۰	۶۷۵	۸۳۳	۱۰۸۰				
	۴۵۳/۲	۹۶ A	۶۲	۴۵.۵						۶۰	۹۴	۱۳۱	۱۸۸	۲۶۳	۳۵۶	۴۵۰	۵۶۳	۶۹۴	۹۰۰	۱۱۲۵			
	۵۵۳/۲	۱۱۵ A	۷۵	۵۵							۷۸	۱۱۰	۱۵۷	۲۱۹	۲۹۷	۳۷۶	۴۷۰	۵۷۹	۷۵۱	۹۳۹	۱۲۵۲		
	۶۲۳/۲	۱۳۳ A	۸۵	۶۲.۵							۶۸	۹۵	۱۳۵	۱۸۹	۲۵۷	۳۲۵	۴۰۶	۵۰۱	۶۵۰	۸۱۲	۱۰۸۳		
	۷۳۳/۲	۱۵۵ A	۱۰۰	۷۳.۵									۸۱	۱۱۶	۱۶۳	۲۲۱	۲۷۹	۳۴۸	۴۳۰	۵۵۷	۶۹۷	۹۲۹	۱۱۶۱
	۹۲۳/۲	۱۸۷ A	۱۲۵	۹۲										۹۴	۱۳۲	۱۷۹	۲۲۶	۲۸۲	۳۴۸	۴۵۲	۵۶۵	۷۵۳	۹۴۱
	۱۱۰۳/۲	۲۲۲ A	۱۵۰	۱۱۰											۱۱۲	۱۵۲	۱۹۲	۲۴۱	۲۹۷	۳۸۵	۴۸۱	۶۴۱	۸۰۲
	۱۳۰۳/۲	۲۶۴ A	۱۷۵	۱۳۰												۱۲۷	۱۶۰	۲۰۰	۲۴۷	۳۲۰	۴۰۰	۵۳۳	۶۶۷
	۱۵۰۳/۲	۳۰۷ A	۲۰۰	۱۵۰													۱۳۶	۱۷۰	۲۱۰	۲۷۲	۳۴۰	۴۵۳	۵۶۷
	۱۸۵۳/۲	۳۸۰ A	۲۵۲	۱۸۵															۱۷۱	۲۲۲	۲۷۸	۳۷۱	۴۶۳
	۲۲۰۳/۲	۴۴۵ A	۳۰۰	۲۲۰																۱۹۰	۲۳۷	۳۱۶	۳۹۶

یادآوری ۱- مبنای محاسبات جداول فوق ولتاژ ۳۸۰ ولت ، پاور فاکتور ۰/۸ ، دمای محیطی ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتیگراد و افت ولتاژ ۲/۵ درصد می باشد . و براساس محاسبات صورت گرفته میزان افت ولتاژ در تمام حالات زیر ۱۰ ولت خواهد بود .

یادآوری ۲- در صورتی که دمای محیط بیش از مقادیر مندرج در یادآوری ۱ باشد می بایستی ضرایب مربوط به تصحیح دما اعمال گردد .

یادآوری ۳- محاسبات این جداول براساس حالت نصب کابل درون چاه انجام پذیرفته است و چنانچه فاصله تابلو تا چاه زیاد باشد ، کابل می بایستی در عمقی از زمین قرار داده شود که درجه حرارت آن از ۳۰ درجه سلسیوس تجاوز ننماید .

۳- نحوه نصب و بهره برداری از کابل

۳-۱- قبل از نصب و مفصل بندی کابل الکتروپمپ لازم است مقاومت عایقی فاز به فاز و فاز به بدنه الکتروپمپ اندازه گیری شود (مقدار قابل قبول بالای ۵۰ مگا اهم است) . همچنین لازم است مقاومت عایقی رشته های کابل نسبت به هم اندازه گیری شده و از سالم بودن کابل اطمینان حاصل نمود . در حالت اخیر کابل در موقعیت عدم اتصال به الکتروپمپ باید دارای مقاومت عایقی حداقل 80 MΩ.km در دمای ۱۵ درجه سلسیوس باشد .

۳-۲- تابلو فرمان بایستی از نوع خود ایستا با پایه باشد بطوریکه امکان جابجایی آسان آن توسط نیروی کششی کابل و سایر عوامل وجود نداشته باشد .

۳-۳- در طراحی تابلو فرمان چاه به گونه ای باید عمل شود که ارتفاع از کف تابلو فرمان تا سطح زمین وجود داشته باشد. این امر باعث مانور بهتر کابل در زیر تابلو شده و از صدمات ناشی از ایجاد شعاع خمش های کوچک جلوگیری می شود. حداقل شعاع خمش کابل بایستی از ۱۵ برابر قطر کابل گرد یا کوچکترین قطر کابل تخت کمتر نشود .

۳-۴- در صورت کم بودن قطر چاه نسبت به قطر الکتروپمپ جهت جلوگیری از آسیب دیدن کابل (محل عبور کابل از روی پمپ) لازم است به هر شکل ممکن کابل را محافظت نمود .

۳-۵- ورودی کابل ها بایستی بر اساس مسیر عبور کابل از پائین تابلو و توسط گلند متناسب با قطر کابل پیش بینی شود .

۳-۶- انتهای کلیه کابل ها بایستی از کابلشوهای مسی و استاندارد و حتماً توسط پرس هیدرولیک و دستی اتصال زده شود (به منظور جلوگیری از معیوب شدن کابلشو و سر کابل از وارد کردن ضربه توسط چکش یا سنگ جلوگیری شود) .

۳-۷- انتهای لوله جدار بالای چاه در داخل و خارج اتاقک به شکلی طراحی شود که در مسیر عبور کابل باعث زدگی و تحت فشار قرار گرفتن کابل و نهایتاً اتصال کابل نگردد .

۳-۸- به جز در مواردی که بدلیل قطر کم جدار چاه امکان بهره گیری از مفصل رزینی خصوصاً در کابل های با قطر بالا وجود ندارد ، به منظور اتصال کابل سرویس به کابل الکتروپمپ استفاده از مفصل رزینی با رعایت دستورالعمل مربوطه الزامی است .

۳-۹- در طول نصب الکتروپمپ و کابل درون چاه لازم است کابل سرویس به فاصله هر ۳ متر با طناب پلاستیکی یا بست مخصوص کابل یا نخ عدل بند به لوله آبدۀ مهار گردد . استفاده از شیلنگ پلاستیکی (شیلنگ تراز) جهت بستن کابل به لوله مجاز نبوده و ممکن است به مرور زمان در اثر سنگینی وزن کابل باعث پارگی کابل و سقوط کابل در چاه شود .

۳-۱۰- در طول نصب الکتروپمپ و کابل درون چاه ، جهت اطمینان از آسیب ندیدن کابل لازم است هر ۵۰ متر انتقال کابل و الکتروپمپ به درون چاه یکبار مقاومت عایقی اندازه گیری شود .

۳-۱۱- در هنگام پایین رفتن الکترو پمپ و کابل به داخل چاه می بایست به صورت کاملاً صاف انجام شده و از تاب خوردگی و چرخیدن قلاب جرثقیل جلوگیری گردد ، در غیر اینصورت باعث افزایش طول کابل در داخل چاه شده و احتمال کاهش طول آن در بیرون چاه می باشد .

۳-۱۲- در انتخاب سائز کابل فاصله از سر چاه تا تابلو فرمان مد نظر قرار گیرد .

۳-۱۳- اضافه کابل و حلقه کردن آن مخصوصاً کابل های تک رشته در سر چاه مجاز نبوده و باعث افت ولتاژ و افزایش جریان می شود (حالت ترانسفورمری) .

۳-۱۴- محل عبور کابل ارتباطی بین تابلوها (کنتور و فرمان) بایستی در داخل یک کانال یا سینی کابل باشد .

۳-۱۵- در صورت نیاز برای اتصال کابل مسی به کابل آلومینیومی استفاده از کابلشو و انگشتی بی متال به جهت عدم خوردگی الکترو شیمیایی الزامی است .

۳-۱۶- توصیه می شود به منظور حفظ مقاومت عایقی ، جنس کابل الکتروپمپ و کابل سرویس یکسان باشد . با توجه به اثر گذاری مواد پلیمری متفاوت بر مقاومت عایقی لازم است در صورت استفاده از کابل های دارای پلیمرهای متفاوت ، موضوع در اندازه گیری مقاومت عایقی مد نظر قرار گیرد .

۳-۱۷- حتی المقدور از نصب کابل در دمای زیر صفر به علت ترک خوردن عایق و روکش کابل خودداری گردد . در صورت ضرورت نصب در دمای زیر صفر لازم است کابل به همراه قرقره در گرم خانه گرم شده و در طول جابجایی تا محل مصرف توسط پوشش (مانند پتو، برزنت ونظائر آن) پیچیده شود تا گرمای خود را حفظ کند .

۳-۱۸- لازم است حداقل سر چاه تا تابلو فرمان ، کابل سرویس الکتروپمپ جهت حفظ مقاومت عایقی (کاهش اثر دما روی کابل) با روش هایی از جمله قرار دادن در داخل کانال یا لوله مورد حفاظت قرار گیرد .

۴- روش مفصل بندی کابل ها

در حال حاضر سه شیوه رایج مفصل بندی کابل ها در کشور وجود دارد که عبارتند از :

۱- روش استفاده از آپارات

۲- روش استفاده از مفصل حرارتی

۳- روش استفاده از مفصل رزینی

۴-۱- روش استفاده از آپارات:

این روش سنتی ترین شیوه مفصل بندی است . در این روش ابتدا سر سیم ها را برای مف زدن آماده می کنیم . برای این کار روکش سیم را به اندازه مورد نیاز از مس جدا می نماییم . مف قطعه ای مسی است برای دو سر سیم که روی آنها پرس می شود . ضمناً سائز مف باید با سائز سیم برابر باشد و با پرس فشاری پرس شود . زیرا پرس کمتر، باعث قطع شدن مس سیم ها و پرس سائز بالا باعث جدا شدن و رها شدن مس های داخل مف می شود .

• مزایا و معایب روش آپاراتی :

حسن این روش نیاز نداشتن به ابزارآلات خاص می باشد اما مقاومت عایقی و مقاومت فشاری آن در برابر فشار مکانیکی کمتر است . در این روش مفصل ها آب بندی نشده و آب به داخل آن نفوذ پیدا می کند .

۴-۲- روش استفاده از مفصل حرارتی :

در پک مفصل بندی حرارتی برای کابل سه رشته باید یک ترموفیت بزرگ ، سه عدد ترموفیت کوچک و سه عدد مف در اختیار داشته باشیم .

اولین نکته در این مفصل بندی این است که عایق کابل باید به مقدار بیشتری برداشته شود که برای اتصال مف، طول هادی متناسب با اندازه مف باشد . فیت های حرارتی را روی مف ها قرار داده و حرارت می دهیم تا فیت ها کاملاً منقبض شوند . سپس روکش نهایی را روی هر سه فیت آورده و حرارت می دهیم تا به صورت کامل بسته شود و در نهایت ابتدا و انتهای مفصل را توسط چسب برق ، عایق می کنیم تا آب به آن نفوذ نکند.

• مزایا و معایب روش حرارتی :

حسن این روش این است که بسیار سریع انجام می شود ولی روش استفاده از مفصل حرارتی به دلیل اینکه در زمان نصب ، مقاومت مکانیکی در فشارهای گوناگون وجود ندارد ، توصیه نمیشود زیرا در صورت صدمه دیدن، نفوذ آب را در بر خواهد داشت .

۴-۳- روش استفاده از مفصل رزینی :

بهترین شیوه مفصل بندی ، مفصل بندی رزینی است که از لحاظ مقاومت عایقی و مقاومت مکانیکی از دو روش دیگر بهتر است. پکیج این مدل شامل ۲ عدد قاب طلق ، ۱ عدد در پوش ، چسب رزین و جدا کننده فاز کابل می باشد که در بازار موجود است. چسب رزین از ترکیب ۲ مدل چسب می باشد که پس از مخلوط شدن بعد از ۱ ساعت خشک می شود.

یکی از مواردی که در هر روش مورد استفاده قرار می گیرد این است که فازها وقتی قرار است بهم متصل شوند نقاطی که بهم میرسند ، باید جدا از هم باشند تا وقتی مفاصل ها به هم می خورند با هم اتصال نداشته باشند ، ضمناً بحث رنگ بندی هم مهم است و سعی شود مفاصل هر فاز روبروی فاز دیگر قرار نگرفته و بصورت پله ای درون مفصل انجام شود .

دقت نمایید تاریخ چسب مورد استفاده در این روش منقضی نشده باشد زیرا در این حالت چسب پس از مدتی مثل خمیر جدا می شود و استحکام ندارد. در برخی شرایط محیطی که امکان استفاده از همه ابزار استاندارد مانند مفاصل نیست باید دو قطعه از سیم که عایق الکتریکی آن برداشته شده روی هم قرار گیرد و با سیم مسی از جنس خودش کاملاً بسته بندی شود و کل قسمت بسته بندی با لحیم آب کاری کامل شود. این تنها شیوه ای است که می تواند از اتصال کامل برخوردار باشد . بقیه شیوه ها پس از مرور زمان اتصال خود را رها کرده و باعث به وجود آمدن جریان نشتی می شوند . باید توجه داشت که مفصل بندی با روش رزینی بهترین نوع مفصل بندی است اما دارای اشکالات اجرایی زیر می باشد :

رزینی که در داخل پک طلقی قرار می گیرد برای خشک شدن زمان زیادی نیاز دارد که در تابستان این زمان بین نیم ساعت تا یک ساعت و در زمستان امکان افزایش این زمان به علت سردی هوا تا ۳ ساعت نیز هست. بنابراین قبل از مفصل بندی باید زمان خشک شدن را در نظر بگیریم . بسیار پیش آمده که در چاه های آب یا در مناطقی که از چاهک ها استفاده می شود نصاب و اپراتور جرثقیل ، این زمان را در نظر نگرفته اند .

• نحوه صحیح مفصل بندی:

نحوه صحیح مفصل بندی به این صورت است که مفاصل ها تا حدی از هم فاصله داشته باشند که تحت هیچ شرایطی تماس الکتریکی بین فازها به وجود نیاید و اما نحوه اشتباه به صورتی است که مفاصل بهم نزدیک هستند و امکان دارد به واسطه ی همین نزدیک بودن باعث اتصال کوتاه شوند . در انتهای طلق های مفصل رزینی شیارهایی قرار داده شده که اگر احیاناً سائز کابل بزرگ تر بود بتوان شیارها را جدا کرد تا کابل در درون طلق به طور کامل قرار گیرد . پس از آماده کردن چسب جداکننده ، فازها را روی کابل ها قرار می دهیم .

دقت شود فازها باید حتماً از هم جدا باشند تا که اگر احیاناً " جداکننده در دسترس نبود از غلاف بیرونی کابل ها هم بتوان استفاده کرد . سپس کابل را در قاب طلقی خود قرار داده و برای جلوگیری از خروج احتمالی چسب ابتدا و انتهای طلق را با چسب برق می بندیم و چسب را داخل محفظه طلقی می ریزیم پس از ریختن نصف چسب با تکان دادن آهسته محفظه ، حباب های هوای روی چسب را تخلیه کرده و بقیه چسب را داخل محفظه پر می کنیم . سپس دوباره به آرامی هوای داخل محفظه را تخلیه می کنیم. در

انتها در حفظه را می بندیم و صبر می کنیم تا چسب درون محفظه سفت شود . زمانی که چسب ها در حال سفت شدن هستند از تکان دادن آن جداً خودداری گردد تا حباب های جدید به وجود نیاید.

• مزایا و معایب مفصل بندی رزینی

مفصل بندی رزینی برای پمپ شناور بهترین روش می باشد . زیرا مقاومت عایقی و مکانیکی آن بسیار بالا است. در این روش از رزین استفاده می شود که بیشترین مقاومت را دارا بوده و از نفوذ آب جلوگیری می نماید. ولی این روش دارای دو ایراد است :

اول اینکه به دلیل داشتن حجم زیاد کابل های قطور، امکان نصب در برخی چاه ها وجود ندارد و دوم اینکه سفت نشدن مایع داخل رزین در زمان کوتاه باعث صرف وقت می شود . اخیراً شیوه ای جدید برای مفصل بندی ابداع شده است که ترکیبی از سه شیوه مذکور می باشد و در این روش میتوان از بروز صدمات متعدد به کابل و در نتیجه نفوذ آب به مفصل و در نهایت سوختن الکترو موتور جلوگیری نمود .

۵- پایش کیفیت کابل بر اساس مقاومت عایقی :

در روش آزمون مقاومت عایقی (که عموماً آزمون Megger نامیده می شود) کابل های ولتاژ ضعیف (کمتر از ۵ KV) را شامل می شود . به این آزمون ها آزمون "نصب" و "نگهداری و تعمیرات" می گویند. آزمون باید توسط پرسنل با تجربه و کارآمدی که آشنایی کاملی با آزمون مقاومت عایقی دارند و از چگونگی عملکرد ایمن تجهیزات آزمون مطلعند ، انجام پذیرد. مقادیر مقاومت عایقی واقعی به سادگی قابل دستیابی نیستند، زیرا به عوامل متعددی شامل موارد زیر بستگی دارد :

- (۱) جنس عایق
- (۲) سائز هادی
- (۳) دمای عایق روی هادی (مثلاً در صورتی که در معرض نور مستقیم خورشید قرار گیرد)
- (۴) رطوبت (مثلاً در حالتی که کابل مرطوب باشد)
- (۵) طول کابل
- (۶) شرایط کابل (مثلاً اینکه عایق کابل عقب کشیده نشده باشد ، یا سر رشته های کابل از هم جدا نشده باشند)

چهار نوع آزمون برای اندازه گیری مقاومت عایقی وجود دارد :

- (۱) آزمون نوعی / آزمون تصدیق / آزمون انطباق
- (۲) آزمون کارخانه ای
- (۳) آزمون نصب
- (۴) آزمون نگهداری و تعمیرات

آزمون نوعی (که به آن آزمون تصدیق یا انطباق هم می گویند) عموماً بر روی یک کابل جدید یا کابل با طراحی اصلاح شده انجام می شود و هدف از انجام این آزمون اثبات مطابقت کابل با استانداردهای معتبر می باشد . این نوع آزمون در حین فرایند تولید انجام نمی شود .

آزمون مقاومت عایقی کارخانه ای هنگامی انجام می شود که لازم باشد مطابقت کابل با استانداردها یا مشخصات فنی مورد نظر در محل کارخانه بررسی شود . این آزمون بر طبق روش مندرج در استاندارد صورت می گیرد. آزمون های نصب مستقیماً بلافاصله پس از نصب تنها در مورد سیم و کابل هایی که جدیداً نصب شده است صورت می گیرد . به این نوع آزمون اصطلاحاً آزمون نوع "برو/نرو" می گویند و منظور از انجام این آزمون آن است که بررسی شود که آیا عایق کابل در هنگام نصب آسیب دیده است یا خیر.

آزمون مقاومت عایقی " نگهداری و تعمیرات " را می توان طبق برنامه زمانی مشخصی انجام داد و داده های مربوطه را جمع آوری نمود و پس از بررسی این داده ها مشخص نمود که آیا عایق روی هادی کابل در طول زمان به کارگیری از آن به صورت تدریجی در حال افت کیفیت است یا خیر. در صورتی که مقاومت عایقی از حداقل مقدار قابل پذیرش توسط مصرف کننده کاهش یابد یا در طول زمان به کارگیری از کابل به یکباره افت کند، کابل را با کابل جدید دیگری جایگزین کنند .

• اقداماتی که پیش از اندازه گیری مقاومت عایقی باید انجام شود :

آزمون مقاومت عایقی و نتایج حاصل از آن به عواملی نظیر دما و رطوبت وابسته است . به همین دلیل در آماده سازی کابل مورد آزمون باید دقت شود . برای دستیابی به بهترین نتیجه :

(۱) کابل را از حالت بهره برداری خارج کنید . کابل را از هر گونه مدار یا تجهیزات متصل به آن قطع کنید. همچنین هر گونه اتصالات و ملحقات و سرکابل ها را از کابل جدا کنید و در هر دو سر کابل رشته ها را از هم جدا کنید . مطمئن شوید که هادی ها از یکدیگر عایق شده اند.

(۲) کابل را صرفاً زمانی آزمون کنید که دمای هادی آن بالاتر از نقطه شبنم باشد . در غیر این صورت رطوبت بر روی سطح عایق تشکیل می شود که در صورت جذب شدن رطوبت توسط عایق می تواند منجر به مردود شدن نتیجه آزمون شود .

(۳) مطمئن شوید که سطح هادی عایق عاری از کربن یا هر گونه مواد هدایت کننده جریان برق است .

(۴) از حد تعیین شده پیشنهادی برای ولتاژ آزمون کابل تجاوز نکنید . در غیر این صورت عایق روی هادی امکان پر تنش شدن یا حتی آسیب دیدگی خواهد داشت .

(۵) دمای عایق روی هادی را پیش از هر اندازه گیری مقاومت عایقی ثبت کنید . در غیر این صورت مقاومت عایقی اندازه گیری شده می تواند بسیار کمتر یا بیشتر از مقدار واقعی آن باشد .

• نحوه اعمال ضریب دما بر مقاومت عایقی

توجه به این نکته بسیار حایز اهمیت است که دمای عایق ممکن است بسیار بالاتر یا پایین تر از دمای محیط باشد . هر گاه دمای عایق یا مقاومت عایقی اندازه گیری شده در آن دما معلوم باشد ، می توان مقاومت عایقی در هر دمای دیگری را محاسبه نمود . ضرایب مربوط به تصحیح دما در مقاومت عایقی در جدول شماره ۱۰- ارائه شده است. دمای مرجع ۱۵ درجه سلسیوس است .

• محاسبات:

مقاومت عایقی را می توان با به کارگیری رابطه زیر در دمای مشخصی محاسبه کرد :

$$R_{standard} = \frac{R_{measured}}{e^{(T_{standard}-T_{measured}) \cdot \ln(K)}}$$

که در آن:

- $R_{measured}$ = مقاومت عایقی اندازه گیری شده عموماً بر حسب مگا اهم یا گیگا اهم .
- $R_{standard}$ = مقاومت عایقی در دمای مورد نظر، همان واحد اندازه گیری مقاومت عایقی اندازه گیری شده .
- $T_{measured}$ = دمای اندازه گیری شده عایق بر حسب سلسیوس .
- $T_{standard}$ = دمای مورد نظر برای عایق بر حسب سلسیوس .
- K = ضریب مخصوص برای نوع ماده عایقی.

به عنوان مثال می توانیم مقاومت عایقی در دمای مورد نظر را با به کارگیری داده های زیر محاسبه کنیم .

$$\begin{aligned} K &= 1.16 \\ T_{measured} &= 50^{\circ} \text{ C} \\ R_{measured} &= 2.7 \text{ M}\Omega \\ T_{standard} &= 15^{\circ} \text{ C} \end{aligned}$$

با به کارگیری رابطه فوق مقاومت عایقی در دمای مورد نظر (15° C) مساوی با $487 \text{ M}\Omega$ خواهد بود. توجه داشته باشید ۳۵ درجه تفاوت در دما، حدود ۲۰۰ برابر تغییر در مقاومت عایقی ایجاد خواهد کرد.

• به کارگیری ضریب تصحیح دما در مقاومت عایقی

به روش دیگر مقاومت عایقی را می توان با استفاده از ضرایب مندرج در جدول ۱۰- در دمای مورد نظر تصحیح کرد. در این حالت ، دمای استاندارد 15° C انتخاب شده است. ضریب تصحیح مقاومت عایقی در رابطه زیر به کار گرفته می شود :

$$R_{standard} = R_{measured} \cdot F$$

که در آن R_{standard} و R_{measured} به همان معنای پیش گفته و F ضریب تصحیح مقاومت عایقی است که از جدول پیوست به دست می آید .
مثلاً می توانیم با استفاده از داده های زیر، مقاومت عایقی را در دمای استاندارد 15°C محاسبه کنیم :

$$\begin{aligned}K &= 1.16 \\T_{\text{measured}} &= 50^{\circ}\text{C} \\R_{\text{measured}} &= 2.7\text{ M}\Omega\end{aligned}$$

از روی جدول شماره-۱۰ در می یابیم که ضریب تصحیح دما برای مقاومت عایقی (F) برای ماده عایقی با ضریب ویژه 1.16 مساوی 180.31 است. به کارگیری این ضریب مقاومت عایقی در دمای استاندارد (15°C) عبارت است از:

$$R_{\text{standard}} = 2.7 \times 180.31 = 487\text{ M}\Omega$$

• حداقل مقاومت عایقی قابل قبول (مقاومت برو/نرو)

آزمون برو/نرو بر روی کابل هایی که تازه نصب شده اند انجام می شود تا مشخص شود که عایق کابل در حین نصب آسیب دیده است یا خیر. حداقل مقاومت عایقی قابل قبول با رابطه زیر محاسبه می شود :

$$R_{\text{Insulation}} = (V_{\text{rated}} + 1) \cdot \left(\frac{304.8}{L}\right)$$

که در آن:

$R_{\text{Insulation}}$ = حداقل مقاومت عایقی قابل قبول بر حسب مگا اهم.

V_{rated} = ولتاژ نامی کابل (که بر روی کابل درج می شود). بر حسب کیلو ولت.

L = طول کابل بر حسب متر

در مورد کابل هایی با ولتاژ نامی ۶۰۰ ولت حداقل مقاومت عایقی برای کابل های به طول ۳۰ تا ۳۰۰ متر در جدول ۸- زیر آمده است. (استاندارد IEEE 525)

جدول ۸ : حداقل مقاومت عایقی برای کابل های به طول ۳۰ تا ۳۰۰ متر

طول کابل	حداقل مقاومت عایقی قابل قبول
۳۰/۵	۱۶
۶۱	۸
۹۱/۴	۵/۳
۱۲۲	۴
۱۵۲	۳/۲
۱۸۳	۲/۷
۲۱۳	۲/۳
۲۴۴	۲
۲۷۴	۱/۸
۳۰۵	۱/۶

• آزمون هنگام نصب

آزمون مقاومت عایقی عموماً بر روی کابل برقرار نشده ، بلافاصله پس از نصب و پیش از اتصال آن به هر گونه تجهیزات یا ملحقات انجام می شود . این آزمون برای بررسی آسیب دیدگی احتمالی عایق روی هادی در هنگام نصب کابل صورت می گیرد. این نوع آزمون را به اصطلاح آزمون "برو/نرو" (یا آزمون استقامت دی الکتریک) می نامند ، زیرا در صورتیکه هیچگونه شکست ولتاژ در عایق رخ ندهد ، کابل در این آزمون پذیرفته می شود. ولتاژی که در این آزمون انتخاب می شود کمتر از 5 KV و به مدت حداکثر تا یک دقیقه ، یا تا زمانی که مقدار خوانده شده مقاومت عایقی عدد ثابتی را نشان دهد ، اعمال می شود. ولتاژ آزمون همان ولتاژ نامی کابل (ولتاژ خط به خط) انتخاب میشود . انتخاب هر ولتاژ دیگری بیش از این مقدار ممکن است سبب ایجاد تنش در کابل و آسیب دیدگی زود هنگام در آن شود .

• روش آزمون

برای هر کابل مورد آزمون :

الف : داده های زیر را از روی بر چسب یا پلاک قرقره ثبت کنید.

- شماره قرقره یا کلاف
- تاریخ تولید کابل
- طول کابل
- نوع کابل
- سائز هادی کابل

ب : دمای عایق هادی کابل را اندازه گیری و ثبت نمایید . برای کابلی که دارای چند رشته سیم عایق شده است ، اندازه گیری و ثبت دمای عایق یکی از رشته ها کافی است. این دما ممکن است با دمای محیط متفاوت باشد. خصوصاً در صورتی که کابل در معرض مستقیم نور خورشید قرار گرفته باشد .

ج : دو سر رشته های کابل را درست مطابق حالتی که می خواهید به برق ورودی و تجهیزات مربوطه متصل کنید ، لخت نمایید. (روکش کابل را بردارید ، رشته های کابل را از هم جدا کنید و دو سر رشته های کابل را عایق برداری کنید) کابل را باید از هر دو سر از هر گونه تجهیزات جدا کنید . این تجهیزات شامل سویچ ، پریز و هر وسیله دیگری است که ممکن است به هادی متصل شده باشد . حتی سویچ بازی که به کابل متصل شده باشد می تواند مداری با مقاومت کم را به دست دهد و اینگونه نشان دهد که کابل مورد نظر در آزمون مردود است .

د : رشته های کابل را از یکدیگر و نیز از سیم اتصال زمین جدا کنید تا امکان قرائت صحیح برای مقاومت عایقی فراهم شود .

ه : هادی های لخت شده در دو سر کابل را از هر گونه کثیفی و آلودگی به خوبی تمیز نمایید . هنگام آزمون ، هادی های دو سر کابل باید به طور کامل خشک شده باشند . این موضوع باعث بهبود در اندازه گیری می شود. و : آزمون مقاومت عایقی را مطابق دستورالعمل سازنده دستگاه تست انجام دهید . اعمال ولتاژ بین هر دو رشته از سیم های کابل ، بین هر رشته کابل با سیم لخت اتصال زمین ، شیلد ها و زره کابل توصیه می گردد. همه هادی های لخت اتصال زمین باید به یکدیگر و همچنین به شیلد و یا زره وصل و همگی به ارت متصل شوند . هر هادی عایق دار باید به طور جداگانه آزمون شده و نتیجه آزمون آن ثبت شود . در مورد کابل سه فاز ، شامل سه هادی عایق دار (A, B, C) که با یک رشته سیم لخت اتصال زمین (G) به صورت کابل درآمده است . آزمون های پیشنهادی به صورت زیر می باشد :

- A به B
- B به C
- C به A
- A به G
- B به G
- C به G

ز : اندازه گیری های ثبت شده را بررسی کنید . در پایان توجه داشته باشید که این آزمون از نوع برو/نرو است . بدین معنی که همه مقادیر اندازه گیری شده مقاومت عایقی باید بیش از مقدار محاسبه شده مورد قبول که قبلاً گفته شد ، باشند . مقادیری که نزدیک به حد بالای قرائت دستگاه و بسیار بزرگ باشند ممکن است ناشی از اتصالات ضعیف در سیستم باشد . مقادیری که صفر یا نزدیک به آن باشند ممکن است در اثر بروز عیب در نقطه ای از عایق باشد ، کابل تحت آزمون به خوبی آماده سازی نشده باشد . (یعنی هنوز تجهیزات به کابل متصل باشند و یا سر رشته های کابل از هم جدا نشده باشد).

• آزمون نگهداری پیشگیرانه و تعمیر

آزمون نگهداری و تعمیر پیشگیرانه عموماً بر روی کابلی انجام می شود که قبلاً به مدت زمان طولانی به کار گرفته شده است . (این زمان می تواند چند ماه یا چند سال باشد) این آزمون برای نشان دادن هر گونه افت کیفیت در عملکرد عایق در طول زمان به کارگیری کابل می باشد . ثبت دقیق تاریخ انجام آزمون ، مقاومت عایقی و همچنین دمای عایق هادی کابل باید دقیقاً انجام گیرد و بایگانی شود. این داده ها را می توان برای بررسی وضعیت کیفی عایق به کار گرفت .

ولتاژی که در این آزمون انتخاب می شود کمتر از 5 KV و به مدت حداکثر تا یک دقیقه ، یا تا زمانی که مقدار خوانده شده مقاومت عایقی عدد ثابتی را نشان دهد ، اعمال می شود. ولتاژ آزمون همان ولتاژ نامی کابل (ولتاژ خط به خط) انتخاب می شود . انتخاب هر ولتاژ دیگری بیش از این مقدار ممکن است سبب ایجاد تنش در کابل و آسیب دیدگی زود هنگام در آن شود .

✓ روش آزمون

برای هر کابل مورد آزمون :

الف : طول کابل را اندازه گیری و ثبت نمایید . همچنین نوع کابل و سائز هادی آن را یادداشت نمایید .
ب : دمای عایق هادی کابل را اندازه گیری و ثبت نمایید . برای کابلی که دارای چند رشته سیم عایق شده است ، اندازه گیری و ثبت دمای عایق یکی از رشته ها کافی است . این دما ممکن است با دمای محیط متفاوت باشد . خصوصاً در صورتی که کابل در معرض مستقیم نور خورشید قرار گرفته باشد .

ج : دو سر رشته های کابل را از همه تجهیزات و وسائل قطع کنید . این تجهیزات و وسایل شامل سویچ ها، پریز و هر گونه وسیله دیگری است که ممکن است به هادی های کابل متصل باشند ، حتی سویچ بازی که به کابل متصل باشد ، می تواند مداری با مقاومت کم را به دست دهد و اینگونه نشان دهد که کابل مورد نظر در آزمون مردود است .

د : رشته های کابل را از یکدیگر و نیز از سیم اتصال زمین جدا کنید تا امکان قرائت صحیح برای مقاومت عایقی فراهم شود .

ه : هادی های لخت شده در دو سر کابل را از هر گونه کثیفی و آلودگی به خوبی تمیز نمایید . هنگام آزمون، هادی های دو سر کابل باید به طور کامل خشک شده باشند . این موضوع باعث بهبود در اندازه گیری می شود.
و: آزمون مقاومت عایقی را مطابق دستورالعمل سازنده دستگاه تست انجام دهید . اعمال ولتاژ بین هر دو رشته از سیم های کابل ، بین هر رشته کابل با سیم لخت اتصال زمین ، شیلد ها و زره کابل توصیه می گردد . همه هادی های لخت اتصال زمین باید به یکدیگر و همچنین به شیلد و یا زره وصل و همگی به ارت متصل شوند. هر هادی عایق دار باید به طور جداگانه آزمون شده و نتیجه آزمون آن ثبت شود . در مورد کابل سه فاز، شامل سه هادی عایق دار (A, B, C) که با یک رشته سیم لخت اتصال زمین (G) به صورت کابل درآمده است. آزمون های پیشنهادی به صورت زیر می باشد :

• A به B

• B به C

• C به A

- A به G
- B به G
- C به G

ز : اندازه گیری های ثبت شده را بررسی کنید . این اندازه گیری ها به دلایل بررسی وضعیت کابل طی مرور زمان ثبت می شوند و تنها با مقادیر قبلی همان کابل مقایسه می گردند . باید توجه نمود که همه مقادیر مقاومت عایقی یا باید در دماهای یکسان ثبت شوند و یا مقادیر ثبت شده باید در دمای خاصی تصحیح شوند تا امکان مقایسه بین آنها فراهم شود . این نوع آزمون را معمولاً در فواصل زمانی معینی انجام دهند . پیشنهاد می شود فواصل زمانی سالیانه یا در سال یکبار برای این آزمون در نظر گرفته شود. جدول زیر برای جمع بندی آزمون های مقاومت عایقی میدانی مورد استفاده قرار می گیرد :

جدول ۹ : جمع بندی آزمون های مقاومت عایقی میدانی

تعمیر و نگهداری	نصب	
موضوعی	برو/ نرو	نوع آزمون
کاربرد ندارد	الزامی	شماره کلاف یا قرقره
کاربرد ندارد	الزامی	تاریخ ساخت کابل
الزامی	الزامی	طول کابل
الزامی	الزامی	نوع کابل
الزامی	الزامی	سایز هادی
الزامی	اختیاری	دمای عایق
ولتاژ نامی کابل = ولتاژ آزمون	ولتاژ نامی کابل = ولتاژ آزمون	ولتاژ آزمون
تا یک دقیقه	تا یک دقیقه	مدت زمان آزمون
الزامی	اختیاری	ثبت نتایج مقاومت عایقی اندازه گیری شده
بر اساس داده های جمع آوری شده به مرور زمان	$R_{Insulation} = (V_{rated} + 1) \cdot \left(\frac{304.8}{L}\right)$	حداقل مقاومت عایقی قابل قبول

جدول ۱۰: ضریب تصحیح دمای مقاومت عایقی

دمای بر حسب سلسیوس	ضریب تصحیح	دمای بر حسب سلسیوس	ضریب تصحیح	دمای بر حسب سلسیوس	ضریب تصحیح
52	242.63	28.5	7.42	5	0.23
52.5	261.32	29	7.99	5.5	0.24
53	281.45	29.5	8.6	6	0.26
53.5	303.13	30	9.27	6.5	0.28
54	326.48	30.5	9.98	7	0.31
54.5	351.63	31	10.75	7.5	0.33
55	378.72	31.5	11.58	8	0.35
55.5	407.9	32	12.47	8.5	0.38
56	439.32	32.5	13.43	9	0.41
56.5	473.16	33	14.46	9.5	0.44
57	509.61	33.5	15.58	10	0.48
57.5	548.86	34	16.78	10.5	0.51
58	591.14	34.5	18.07	11	0.55
58.5	636.68	35	19.46	11.5	0.59
59	685.73	35.5	20.96	12	0.64
59.5	738.55	36	22.57	12.5	0.69
60	795.44	36.5	24.31	13	0.74
60.5	856.72	37	26.19	13.5	0.80
61	922.71	37.5	28.20	14	0.86
61.5	993.79	38	30.38	14.5	0.93
62	1070.35	38.5	32.72	15	1.00
62.5	1152.8	39	35.24	15.5	1.08
63	1241.61	39.5	37.95	16	1.16
63.5	1337.25	40	40.87	16.5	1.25
64	1440.26	40.5	44.02	17	1.35
64.5	1551.21	41	47.41	17.5	1.45
65	1670.7	41.5	51.07	18	1.56
65.5	1799.4	42	55	18.5	1.68
66	1938.02	42.5	59.24	19	1.81
66.5	2087.31	43	63.8	19.5	1.95
67	2248.1	43.5	68.72	20	2.10
67.5	2421.28	44	74.01	20.5	2.26
68	2607.79	44.5	79.71	21	2.44
68.5	2808.68	45	85.85	21.5	2.62
69	3025.04	45.5	92.46	22	2.83
69.5	3258.07	46	99.59	22.5	3.04
70	3509.05	46.5	107.26	23	3.28
70.5	3779.36	47	115.52	23.5	3.53
71	4070.5	47.5	124.42	24	3.80
71.5	4384.06	48	134	24.5	4.10
72	4721.78	48.5	144.33	25	4.41
72.5	5085.51	49	155.44	25.5	4.75
73	5477.26	49.5	167.42	26	5.12
73.5	5899.19	50	180.31	26.5	5.51
74	6353.62	50.5	194.2	27	5.94
74.5	6843.06	51	209.16	27.5	6.39
75	7370.2	51.5	225.28	28	6.89

۶- روش تست و بازرسی کابل به هنگام خرید:

جدول ۱۱: الزامات مربوط هادی و ابعاد کابل های تخت و گرد

سطح مقطع	حداکثر قطر مفتول	حداکثر مقاومت هادی در 20 °C	حداقل میانگین ضخامت عایق	حداقل ضخامت نقطه ای عایق	حداکثر ضخامت میانگین عایق
mm ²	mm	Ω/km	mm	mm	mm
1.5	0.26	12.9	1	0.8	1.2
2.5	0.26	7.7	1	0.8	1.2
4	0.31	4.8	1	0.8	1.2
6	0.31	3.2	1	0.8	1.2
10	0.41	1.85	1	0.8	1.2
16	0.41	1.17	1	0.8	1.2
25	0.41	0.757	1.2	0.98	1.4
35	0.41	0.537	1.2	0.98	1.4
50	0.41	0.374	1.4	1.16	1.6
70	0.51	0.264	1.4	1.16	1.6
95	0.51	0.2	1.6	1.34	1.8
120	0.51	0.161	1.6	1.34	1.8
150	0.51	0.129	1.8	1.52	2
185	0.51	0.106	2	1.7	2.2
240	0.51	0.0801	2.2	1.88	2.4

جدول ۱۲: الزامات مربوط به ضخامت کابل های تخت و گرد

سایز کابل	حداقل ضخامت میانگین روکش (گرد و تخت)	حداکثر ضخامت میانگین روکش (تخت و گرد)	حداقل ضخامت نقطه ای روکش
	mm	mm	mm
3 × 1.5	1.8	2	1.43
3 × 2.5	1.8	2	1.43
3 × 4	1.8	2	1.43
3 × 6	1.8	2	1.43
3 × 10	1.8	2	1.43
3 × 16	1.8	2	1.43
3 × 25	1.8	2	1.43
3 × 35	1.8	2	1.43
3 × 50	1.8	2	1.43
3 × 70	1.9	2.2	1.52
3 × 95	2.1	2.3	1.64
3 × 120	2.2	2.4	1.77
3 × 150	2.3	2.5	1.86
3 × 185	2.5	2.7	2.03
3 × 240	2.7	2.9	2.2

جدول ۱۳ : حداقل ازدیاد طول هادی

0.5	0.4	0.3	0.25	قطر نامی رشته های هادی (میلی متر)
20	20	20	15	حداقل ازدیاد طول (درصد)

جدول ۱۴ : ابعاد خارجی کابل گرد

سایز کابل	حداقل قطر کابل	حداکثر قطر کابل
3 × 1.5	11.2	12.4
3 × 2.5	12.1	12.9
3 × 4	12.66	14.45
3 × 6	13.81	15.73
3 × 10	15.83	17.98
3 × 16	18.42	20.87
3 × 25	21.88	24.72
3 × 35	24.37	27.2
3 × 50	28.4	32
3 × 70	32.25	36.27
3 × 95	36.85	41.41
3 × 120	40.40	45.37
3 × 150	45.01	50.50
3 × 185	49.62	55.64
3 × 240	54.23	60.78

جدول ۱۵ : ابعاد خارجی کابل تخت

سایز کابل	قطر بزرگ		قطر کوچک	
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
3 × 1.5	16.1	17.9	7.3	8.1
3 × 2.5	17.6	19.4	7.8	8.6
3 × 4	17.4	20.95	8.2	9.51
3 × 6	19.08	22.77	8.76	10.16
3 × 10	21.9	25.81	9.7	11.25
3 × 16	25.68	29.89	10.96	12.71
3 × 25	30.69	35.31	12.63	14.65
3 × 35	34.35	39.26	13.85	16.07
3 × 50	40.14	45.51	15.78	18.3
3 × 70	45.68	51.49	17.76	20.6
3 × 95	52.17	58.5	20.19	23.42
3 × 120	57.35	64.1	22.05	25.58
3 × 150	63.85	71.12	24.35	28.25
3 × 185	69.05	76.73	26.35	30.57
3 × 240	74.25	82.34	28.3	32.89

۷- نحوه بسته بندی ، حمل نقل ، انبارش و نگهداری کابل در انبار

الف- بسته بندی

بسته بندی کابل باید روی قرقره های محکم چوبی یا فلزی انجام شود . حداکثر طول کابل روی هر قرقره ۱۰۰۰ متر می باشد . بدنه داخلی صفحه قرقره و همچنین روی استوانه قرقره باید به خوبی با لایه های پلاستیکی پوشیده شود . تا از آسیب به کابل حین حمل و نقل و نصب جلوگیری شود . لایه بیرونی کابل پیچیده شده بر روی قرقره نیز باید با نوار پلاستیکی پوشیده شود . درج پیکان نشان دهنده جهت چرخش قرقره بر روی بدنه خارجی قرقره الزامی است . دو سر کابل باید با کپ حرارتی کاملاً آب بندی شود .

ب- نحوه حمل و نقل، انبارش و نگهداری کابل در انبار

۷-۱- مسئولیت :

۷-۱-۱ مسئولیت نظارت و اجرای بخش های تحویل ، انبارش و مونتاژ قرقره با واحد انبار می باشد .

۷-۱-۲ قرقره های تحویلی می بایستی چوبی نو یا آهنی و حایز شرایط زیر باشند :

الف- چوب فلنج و بارل می بایستی از جنسی با رنگ روشن ، مستحکم (فاقد پوسیدگی و گره سست) و خشک انتخاب شوند تا بمرور زمان تغییر شکل ندهند .

ب - چوب فلنج و بارل می بایستی کاملاً صاف و صیقلی بوده و عاری از هرگونه زائده و تراشه باشد .

ج - سر یا ته میخ ها تحت هیچ شرایطی نباید خارج از چوب قرار گیرند و می بایستی به صورت کامل داخل چوب فلنج فرو رفته باشند .

د - فلنج قرقره هایی با ساین مشابه می باید کاملاً از لحاظ ابعادی و مشخصات مشابه هم باشد .

ر- سوراخ وسط قرقره ها می باید کاملاً در مرکز فلنج قرار گرفته باشد .

ز - سوراخ های محل عبور مفتول می باید کاملاً از یک الگو تبعیت نموده و در امتداد یکدیگر قرار داشته باشند .

س - سوراخ های محل عبور محصول می باید داخل شیار و یا در نزدیکترین فاصله زیر شیار قرار داشته باشد.

۷-۲- شرایط نگهداری و انبارش :

کلیه قرقره ها و ملزومات آنها می بایستی در محلی بدور از تابش مستقیم خورشید ، تاثیرات رطوبت و تغییرات جوی نگهداری گردند .

✓ تذکر:

با توجه به اینکه عدم تاثیر رطوبت در نگهداری میلگردها بسیار حایز اهمیت است لذا کلیه میلگردها می بایستی جهت جلوگیری از زنگ زدگی درون مایعات نگهدارنده مانند روغن یا گازوئیل نگهداری شوند.

۷-۳- شرایط مونتاژ قرقره ها:

۷-۳-۱ کلیه قرقره ها می بایستی با بهره گیری از ملزومات (فلنج ، چوب رابط، میلگرد) مطابق با جدول مشخصات فنی قرقره های چوبی مونتاژ گردند ، لذا استفاده از هرگونه ملزومات نامنطبق ممنوع است .

۷-۳-۲ جهت مونتاژ نمودن قرقره ها می بایستی حتماً از میلگرد با انتهای T شکل - به همراه یک واشر فلزی در انتها و در قسمت زیرین بخش T شکل - که جوش آن کاملاً مستحکم و قابل اطمینان باشد ، استفاده گردد .

✓ تذکر:

نحوه قرارگیری بخش T شکل بر روی فلنج می بایست به گونه ای باشد که همواره بصورت عمود بر شیارهای چوب باشد .

۷-۳-۳ قرقره می بایستی به گونه ای مونتاژ گردد که حداقل فاصله بین چوب های رابط وجود داشته و این چوب ها کاملاً عمود بر فلنج قرار گرفته باشند .

۷-۳-۴ می بایستی دقت گردد سوراخ عبور کابل حتماً بر روی فلنج ، در قسمت خارجی بارل و در سمت رزوه دار میلگرد قرار گرفته باشد .

۷-۳-۵ کلیه قرقره ها پس از مونتاژ و قبل از تحویل به خط تولید می بایستی آچارکشی شده باشند .

۷-۳-۶ مونتاژ و تحویل قرقره های با چوب مرطوب تحت هر شرایطی ممنوع است .

۷-۴- شرایط پیچیدن محصول بر روی قرقره :

۷-۴-۱ قرقره های مورد استفاده در خط تولید می بایستی حایز شرایط ذکر شده در بند ۳ باشند ، در غیر اینصورت استفاده از آنها مجاز نمی باشد .

۷-۴-۲ قرقره خالی قبل از استفاده می بایستی توزین گردیده و وزن خالی آن قید گردد .

۷-۴-۳ جهت جلوگیری از آسیب دیدگی محصول ، بر روی بارل قرقره پیش از مصرف می بایستی لفافه ای از جنس پلاستیک کشیده شود بصورتی که سطح بارل را تماماً پوشش دهد .

✓ تذکر :

در قرقره های سایز ۹۰ و به بالا - که عمدتاً "محصولات سنگین بر روی آنها پیچیده میشود- می بایستی از تخریب سطح روکش بدلیل تماس با دیواره داخلی فلنج با استفاده از لفافه های محافظ - منجمله بهره گیری از کارتن پلاست بر روی قسمت داخلی فلنج - بر روی قرقره جلوگیری گردد .

۴-۴-۷ تراورس محصولات می بایستی بسیار دقیق و منظم انجام شده و از ایجاد فاصله بین رشته ها ، روی هم افتادگی رشته ها و شل بودن آنها ممانعت گردد .

۵-۴-۷ بر روی قرقره پس از پیچیده شدن کابل ، می بایستی به میزان حداقل ۲ برابر قطر محصول از لبه فلنج فاصله خالی باقی بماند .

۶-۴-۷ انتهای کابل - بر روی قرقره - می بایستی توسط بست کمربندی بگونه ای ثابت گردد که ۲۰ سانتی متر آن آزاد باشد .

۷-۴-۷ قبل از پیاده نمودن قرقره از روی جمع کن می بایستی متراژ ابتدا و انتها ، سایز و نوع محصول و نیز فلش مشخص کننده جهت مجاز چرخش قرقره بر روی فلنج - سمت رزوه دار- توسط مائیک و شابلون درج گردد .

۸-۴-۷ قرقره پس از پیاده سازی از روی جمع کن می بایستی آچارکشی گردد .

۹-۴-۷ قرقره پس از تولید می بایستی توزین گردیده و وزن پر درج گردد .

۵-۷- شرایط بارگیری قرقره ها :

۱-۵-۷ تمامی قرقره های آماده شده می بایستی حاوی پلاک مشخصات بوده ، متراژ کل کابل و نشان استاندارد ملی ایران توسط رنگ قرمز با استفاده از شابلون بر روی فلنج - سمت رزوه دار - حک شده باشد .

۲-۵-۷ قرقره ها می بایستی توسط لایه محافظ - کارتن پلاست - پوشش گردیده و این پوشش توسط کمربند پلاستیکی بسته شده باشد (کارتن پلاست می بایستی یک تکه و باعرض متناسب با عرض بارل قرقره انتخاب گردد بنحوی که سطح محصول نمایان نگردد) .

۳-۵-۷ کلیه قرقره ها می بایستی جهت جلوگیری از ورود فشار غیر متعارف بر روی فلج بر روی شاخک لیفتراک حمل گردد .

✓ تذکر:

در صورت استفاده از قلاب و کمربند می بایستی در نظر داشت که در قرقره های سایز ۸۰ و به بالا می بایستی حتماً " کمربند از روی بارل و یا از داخل سوراخ فلنج عبور نماید .

۷-۵-۴ پس از قرار دادن قرقه در داخل ماشین می بایستی کلیه قرقه ها کاملاً "آچارکشی گردیده و از سفت بودن مهره ها اطمینان حاصل گردد .

۷-۶- حمل و نقل قرقه ها :

برای حمل و نقل و جابجایی قرقه های پر معمولاً از لیفتراک استفاده میشود ، در صورت استفاده از لیفتراک باید توجه داشت که قدرت لیفتراک باید با وزن نهایی قرقه متناسب باشد . رعایت نکات ذیل هنگام حمل و نقل قرقه های پر توسط وسائل نقلیه توصیه میگردد :

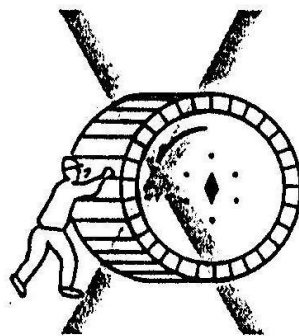
۷-۶-۱ در صورت نیاز به غلتاندن قرقه سیم بر روی زمین ، باید به جهت مجاز چرخش قرقه (فلش روی لبه قرقه) توجه نمود . لازم به ذکر است که هرگز نباید قرقه پر در خلاف فلش مشخص شده بر روی لبه قرقه غلتانده شود .

۷-۶-۲ با توجه به اینکه خوابانیدن قرقه از سمت مسطح آن، موجب وارد آمدن فشار زیاد بر حلقه پایینی قرقه میگردد ، قرقه باید از جهت دوار آن بر روی کف کامیون قرار داده شود .

۷-۶-۳ در صورت حمل بیش از یک قرقه توسط تریلر ، قرقه ها باید بصورت ردیفی و پشت سرهم ، در راستای طولی کف تریلر قرار گیرند .

۷-۶-۴ در صورت بلند کردن قرقه توسط لیفتراک ، قرقه باید از سمت مدور آن بر روی لیفتراک قرار گیرد . لازم به ذکر است که در هر بارگیری فقط حمل یک قرقه توسط لیفتراک مجاز میباشد .

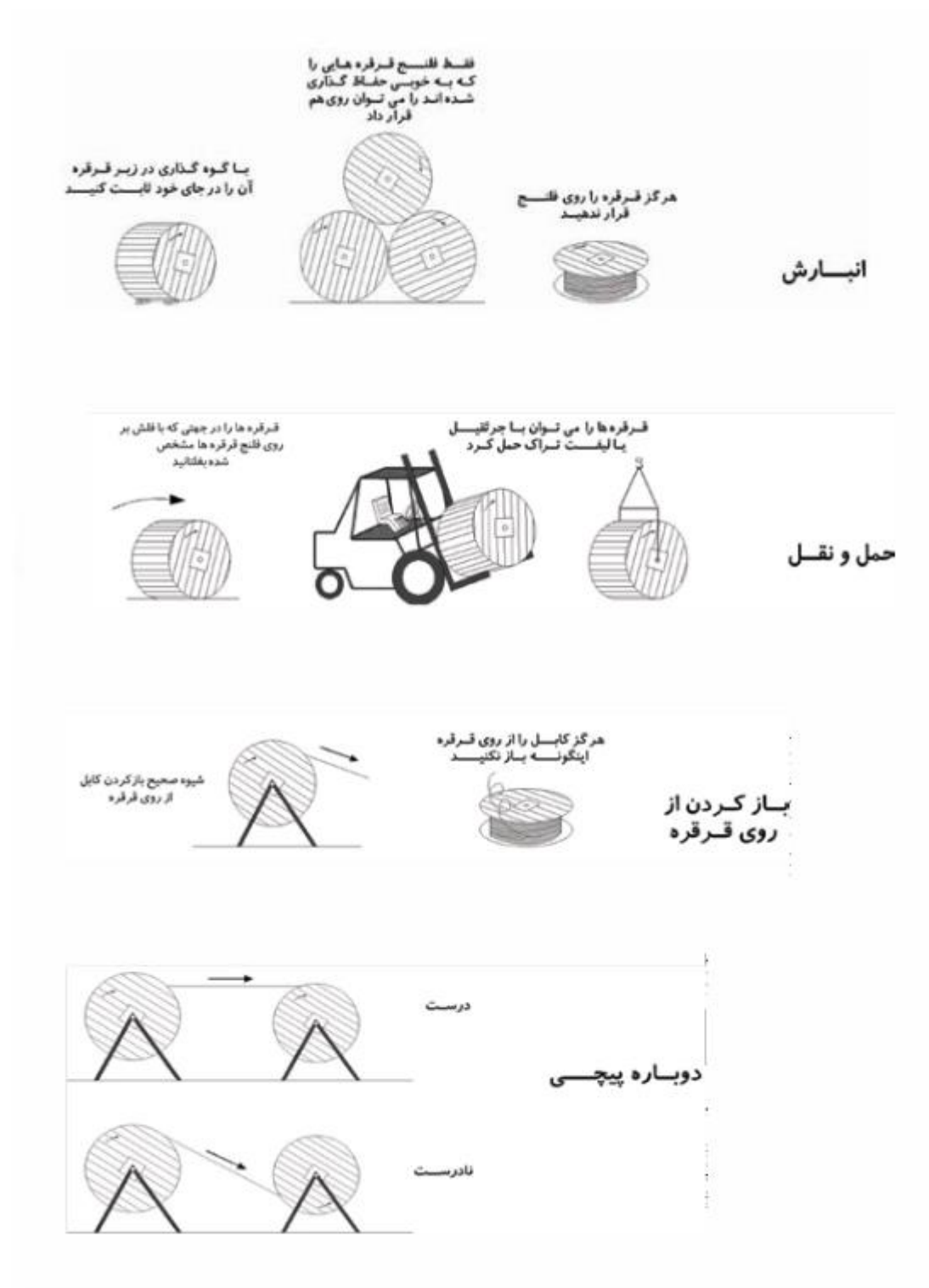
۷-۶-۵ جهت جلوگیری از پیچ خوردن کابل ، برای باز کردن کابل از روی قرقه می بایستی مطابق شکل شماره ۴ قرقه بر روی سه پایه متناسب با ابعاد قرقه قرار گرفته و با چرخش قرقه ، کابل در جهت پیکان مشخص شده بر روی قرقه باز شود .



شکل ۲- نحوه نادرست جابجا کردن یک قرقه پر



شکل ۳- نحوه صحیح حمل یک قرقره پر



شکل ۴- نحوه صحیح حمل و انبارش ، باز کردن و دوباره پیچی کابل

۸- نحوه ممیزی از تجهیزات تولید کابل :

۸-۱ کشش راد : این دستگاه به دلیل اینکه در محصول نهایی نقش اساسی ندارد و محصول خروجی آن در دستگاه کشش فاین تبدیل به محصولی می شود که در کابل های نهایی مورد استفاده قرار می گیرد ، به امکانات پیچیده نیاز ندارد . تنها بررسی سطح ظاهری مفتول خروجی از جهت بند بند نبودن و صیقلی و صاف بودن سطح آن کفایت می کند .

۸-۲ کشش فاین : این دستگاه به منظور یکنواختی کیفیت آنیل مس حتما باید مجهز به آنیلر پیوسته مقاومتی باشد که بخش های پیش گرم ، کوره ، خنک کن و خشک کن در آن به درستی عمل کنند .

به دلیل تعداد رشته های زیاد مفتول در هادی کابل های انعطاف پذیر نوع چند سیمه این دستگاه بر نوع تک سیمه ارجحیت دارد .

۸-۳ بانچر : بخش ورودی (پی آف) این دستگاه باید مجهز به کنترل تنش باشد تا از کش آمدگی و کاهش قطر مفتول ها جلوگیری به عمل آید . در ورودی های چند سیمه ، کارآمدترین پی آف از نوع موتور دار است تا سرعت ورودی با سرعت پیچش سیم روی قرقره خروجی هماهنگ شود . از بخش های مهم این دستگاه می توان به سیستم متوقف کننده دستگاه در صورت بروز پارگی در سیم های ورودی اشاره کرد . این سیستم باید بتواند با حسگرهای تعبیه شده پارگی سیم را کشف و در این حالت دستگاه را متوقف نماید .

از جمله بخش های مهم دیگر در این دستگاه ، قسمت کنترل تنش در قسمت جمع کن است . سیستم کلاچ مکانیکی به دلیل نوسانی که در قطر مفتول های خروجی (در حالت قرقره خالی و قرقره پر) ایجاد می کند کارایی نداشته و برای تولید این کابل ها قابل قبول نمی باشد .

۸-۴ نوار پیچ : به دلیل ایجاد همپوشانی یکنواخت در نوار پیچ عرضی (پیچشی) استفاده از این نوع نوار پیچ به جای نوار پیچ طولی ، کیفیت بهتری در کابل های نهایی از نظر یکنواختی قطرسیم عایق شده ایجاد می کند . سیستم کنترل تنش نوار (به جز روش مکانیکی) از جمله مواردی است که ضرورت دارد در تجهیزات مربوط به نوار پیچ در نظر گرفته شود .

۸-۵ اکسترودر عایق :

اکسترودر برای عایق کردن روی رشته های هادی کابل ، شامل مشخصات به شرح ذیل است :

- نسبت طول به قطراستوانه اکسترودر حداقل باید ۲۴ باشد .
- سیستم کنترل دمایی اکسترودر باید از نوع SSR بوده و کنترل دمایی از نوع کنتاکتوری که در آن صرفاً گرمکن یا فن خنک کن در مدار قرار می گیرد توصیه نمی گردد .
- دستگاه اکسترودر باید به تجهیزات کنترل کیفی شامل کنترل کننده قطر روی عایق و دستگاه اسپارک تستر (حداقل ۱۵ KV-AC) مجهز شود تا از ضخامت استاندارد عایق و عدم وجود سوراخ و سوختگی در عایق کابل اطمینان حاصل شود .

۸-۶ دستگاه کابل کننده (برای کابل های گرد)

برای جلوگیری از پیچش هر رشته از سیم عایق شده در مرحله تابیدن رشته ها (کابل کردن) این دستگاه باید دارای سیستم Back Twist باشد تا از آسیب رسیدن به عایق تا حد امکان جلوگیری به عمل آید .
نوار پیچ پس از عمل تاب باید از نوع پیچشی یا عرضی با اعمال همپوشانی حداقل ۲۰ درصدی باشد و همچنین باید کنترل تنش آن قابل قبول باشد .
۸-۷ اکسترودر روکش : برای این اکسترودر نیز همانند اکسترودر عایق دارای مشخصات زیر می باشد :

- نسبت طول به قطر استوانه اکسترودر حداقل باید ۲۴ باشد .
- سیستم کنترل دمایی اکسترودر باید از نوع SSR بوده و کنترل دمایی از نوع کنتاکتوری توصیه نمی گردد
- برای تولید کابل های گرد وجود دستگاه کنترل قطر در خط اکسترودر الزامی است .

پیوست ۱- لیست آزمون های ضروری و آزمایشگاه های مرجع معتبر

آزمون های تعیین کیفیت برای کابل ها به تفکیک در جداول ۴ و ۳ صفحات ۱۵ الی ۱۷ این دستورالعمل ارائه گردیده است . بر این اساس اولویت های آزمون ها بر اساس فهرست زیر می باشد .

شماره بند مرجع استاندارد	شرح آزمون	روش آزمون تشریح شده در استاندارد
۱-۸	ابعاد قطر کابل	ISIRI ۵۵۲۵ - ۲۰۳
۲-۸	ضخامت عایق	ISIRI ۵۵۲۵ - ۲۰۱
۳-۸	ضخامت روکش	ISIRI ۵۵۲۵ - ۲۰۲
۴-۸	آزمون های الکتریکی مقاومت الکتریکی هادی	ISIRI ۶۰۷-۲
۵-۸	آزمون ولتاژ عایق	ISIRI ۳۵۶۹-۱
۲-۵-۸	ولتاژ روی رشته های کابل تکمیل شده	ISIRI ۳۵۶۹-۱
۳-۵-۸	آزمون ولتاژ ۴ ساعته	
۶-۸	آزمون مقاومت عایقی	
۳-۶-۸	مقاومت عایقی در 15°C (فاز به فاز)	مطابق با ماده ۸ دستورالعمل شرکت مهندسی آب و فاضلاب (مرجع ۱ کتابنامه)
۷-۸	آزمون جرقه	EN 50305
۸-۸	ویژگی های مکانیکی عایق و روکش استحکام کششی قبل از کهنگی	ISIRI ۵۵۲۵ - ۵۰۱
۸-۸	استحکام کششی پس از کهنگی	ISIRI ۵۵۲۵ - ۵۰۱
۹-۸	آزمون جذب آب	ISIRI ۵۵۲۵ - ۴۰۲
۱۰-۸	سختی shore A	ISIRI ۱۶۱۷۱-۱
۱۱-۸	خمش برای عایق و روکش در دمای پایین	ISIRI ۵۵۲۵ - ۵۰۴
۱۲-۸	آزمون اندازه گیری نشر فلزات سنگین از کابل در آب	ISIRI ۷۱۷۱-۲-۱ ISIRI ۷۱۷۱-۲-۶ ISIRI ۱۰۵۳
۱۳-۸	آزمون اندازه گیری نشر مواد آلی از کابل در آب (فتالات ها)	ISIRI ۷۱۷۱-۲-۱ ISIRI ۷۱۷۱-۲-۶ ISIRI ۱۰۵۳

جدول ۵- طرح آزمون های کابل های مورد استفاده در صنعت آب آشامیدنی (ادامه)

شماره بند مرجع استاندارد	شرح آزمون	روش آزمون تشریح شده در استاندارد
۱۴-۸	آزمون نفوذ آب تحت فشار	ISIRI ۳۵۶۹-۲ و بند ۸-۱۴ دستورالعمل
۱۵-۸	آزمون پایداری نشانه گذاری	--
۱۶-۸	آزمون گرما سختی عایق	ISIRI ۵۵۲۵ - ۵۰۷
۱۷-۸	آزمون گرما سختی روکش	ISIRI ۵۵۲۵ - ۵۰۷
۱۸-۸	آزمون مقاومت در برابر ازن	ISIRI ۵۵۲۵ - ۴۰۳
۱۹-۸	آزمون فلزات سنگین موجود در پلیمر عایق و روکش	ASTM D - 4075 - 06
۲۰-۸	اندازه گیری چگالی پلیمر عایق و روکش	ISIRI ۵۵۲۵ - ۶۰۶

برای انجام آزمون های ضروری که یا امکانات تجهیزاتی در واحد تولیدی مورد نظر وجود نداشته باشد و یا اینکه بررسی همزمان نتایج برخی از آزمون ها در آزمایشگاه مرجع دیگری لازم باشد از آزمایشگاه های زیر می توان به منظور انجام این آزمون ها و دریافت نتایج آزمون بهره برد :

- ۱- پژوهشگاه نیرو
- ۲- شرکت آزمایشگاه های صنایع انرژی (اپیل)
- ۳- پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
- ۴- پژوهشگاه شیمی و مهندسی شیمی ایران

پیوست ۲- چک لیست ممیزی از تجهیزات تولید در کارخانه و تجهیزات آزمون کابل ، گواهینامه ها ، بسته بندی ، انبارش و حمل

چک لیست ممیزی از تجهیزات تولید در کارخانه و تجهیزات آزمون کابل و آزمایشگاه ، گواهینامه ها ، بسته بندی ، انبارش و حمل

الف: تجهیزات خط تولید

ارزیابی وجود آزمایشگاه و تجهیزات بررسی ثبات مقاومت عایقی – امتیاز ۷۵ – ۰

عنوان تجهیز / قسمت	شرح ویژگی	وضعیت مطلوب	امتیاز	وضعیت نامطلوب	امتیاز
کشش راد	وضعیت ظاهری مفتول خروجی	سطح صاف و بدون پلیسه	۳	سطح ناصاف	۰
کشش فاین	نوع دستگاه	چند سیمه	۶	تک سیمه	۰
	نوع آنیل	پیوسته	۶	کوره	۰
بانچر	وضعیت پی آف دستگاه	مجهز به کنترل تنش	۶	فاقد کنترل تنش	۰
	سیستم توقف در صورت پارگی	دارد	۶	ندارد	۰
	نحوه کنترل تنش در جمع کن	کلاچ مغناطیسی یا کنترل تنش با موتور	۶	کلاچ مکانیکی	۰
نوار پیچ	نوع نوار پیچ	عرضی	۳	طولی	۰
اکسترودر عایق	نسبت طول به قطر استوانه اکسترودر	بیشتر یا مساوی ۲۴	۳	کمتر از ۲۴	۰
	نوع سیستم کنترل دمائی	از نوع SSR	۶	کنتاکتوری	۰
	وجود کنترل قطر روی خط	دارد	۶	ندارد	۰
	وجود اسپارک تستر	دارد	۶	ندارد	۰
کابل کننده	دارای سیستم Back Twist	دارد	۶	ندارد	۰
اکسترودر روکش	نسبت طول به قطر استوانه اکسترودر	بیشتر یا مساوی ۲۴	۳	کمتر از ۲۴	۰
	نوع سیستم کنترل دمائی	از نوع SSR	۳	کنتاکتوری	۰
	وجود کنترل قطر برای کابل های گرد	دارد	۶	ندارد	۰

ب: تجهیزات آزمون ها و ارزیابی آزمایشگاه

برای انجام آزمون های مندرج در دستورالعمل تجهیزات زیر می بایستی مورد استفاده قرار گیرد و ارزیابی آزمایشگاه بر اساس جداول زیر می باشد .

ارزیابی مستندات و پرسنل آزمایشگاه - امتیاز ۲۰ - *

ردیف	شرح	امتیاز
۱	ثبت سوابق کیفی مواد اولیه ، محصول میانی و ساخته شده	۵
۲	گواهینامه کالیبراسیون تجهیزات	۵
۳	استقرار سیستم ردیابی محصول	۵
۴	نسبت پرسنل کنترل کیفیت و آزمایشگاه به پرسنل تولیدی	۵

ارزیابی وجود آزمایشگاه و تجهیزات بررسی ثبات مقاومت عایقی - امتیاز ۲۰ - *

ردیف	شرح	امتیاز
۱	وجود فضای آزمایشگاهی مستقل جهت بررسی ثبات مقاومت عایقی	۸
۲	وجود مخزن آب نمک ۴۰ با دمای درجه سلسیوس	۲
۳	وجود مخزن آب نمک ۷۰ با دمای درجه سلسیوس	۲
۴	وجود مخزن آب کلردار ۴۰ با دمای درجه سلسیوس	۲
۵	وجود مخزن آب کلردار ۷۰ با دمای درجه سلسیوس	۲
۶	وجود مخزن آب مقطر ۴۰ با دمای درجه سلسیوس	۲
۷	وجود مخزن آب مقطر ۷۰ با دمای درجه سلسیوس	۲

ارزیابی وجود آزمایشگاه و تجهیزات تست محصول – امتیاز ۲۰ -

شرح تجهیز	وضعیت مطلوب	امتیاز	وضعیت نامطلوب	امتیاز
وسیله اندازه گیری قطر هادی	میکرومتر عقربه ای به دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ mm	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
وسیله اندازه گیری ضخامت عایق و روکش	پروفایل پروژکتور یا دیجیتال آنالایزر	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
وسیله اندازه گیری مقاومت هادی	میکرو اهم متر با دقت ۰/۱ mΩ	۲	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
اندازه گیری ولتاژ روی رشته های تکمیل شده	دارای دستگاه HV مناسب	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
اندازه گیری مقاومت عایقی در ۱۵ درجه سلسیوس	دارای مگا اهم متر مناسب	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
اندازه گیری استحکام کششی قبل و بعد از کهنگی	دارای دستگاه تنسایل مناسب	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
آزمون جذب آب	دارای تجهیزات الکتریکی و گرانی	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
آزمون تلفات جرم	دارای آون مناسب	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
	دارای ترازو با حساسیت ۰/۱ mg	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
سختی سنجی shore A	دارای سختی سنج shore A	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
آزمون فشار در دمای بالا	دارای تیغه و وزنه مناسب	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
	دارای کوره مناسب	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
آزمون خمش در سرما	دارای تجهیزات جدید مجهز به لوله هدایت کننده	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
	دارای فریزر حداقل ۱۵- درجه سلسیوس با تثبیت دما	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
آزمون شوک حرارتی	دارای میله های استاندارد	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
	دارای کوره مناسب	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
آزمون ضربه در سرما	دارای تجهیزات منطبق با استاندارد	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
اتاق نگهداری کابل در دمای ثابت	دارد	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰
آزمون گرماسختی و تعیین چگالی	دارای تجهیزات مورد نیاز	۱	فاقد تجهیز ذکر شده	۰

ارزیابی وجود تجهیزات آزمون نفوذ آب – امتیاز ۴۰ -

ردیف	شرح	امتیاز
۱	دارابودن دستگاه تست فشار با قابلیت ایجاد فشار تا ۴۰ بار	۳۰
۲	دارابودن تجهیز آزمون ۲۴ ساعته بررسی نفوذ آب	۱۰

ارزیابی گواهینامه های کیفی محصول - امتیاز ۱۰۰ - *

امتیاز	شرح
۲۰	ارائه گواهی آزمایشگاه معتبر (مطابق لیست مندرج در دستورالعمل انتخاب ، نصب و بهره برداری از کابل های قابل استفاده در چاه های آب شرب) مبنی بر عدم وجود پلی وینیل کلراید (PVC) در ساختار پلیمر عایق و روکش محصول مطابق با بند ۳-۱ دستورالعمل
۲۰	ارائه گواهی آزمایشگاه معتبر (مطابق لیست مندرج در دستورالعمل انتخاب ، نصب و بهره برداری از کابل های قابل استفاده در چاه های آب شرب) مبنی بر نتایج انطباق ویژگی های محصول با الزامات استاندارد های بند ۱
۱۵	ارائه گواهی آزمایشگاه معتبر (مطابق لیست مندرج در دستورالعمل انتخاب ، نصب و بهره برداری از کابل های قابل استفاده در چاه های آب شرب) مبنی بر نتایج انطباق محتوای فلزات سنگین سمی پلیمر با الزامات دستورالعمل
۱۵	ارائه گواهی آزمایشگاه معتبر (مطابق لیست مندرج در دستورالعمل انتخاب ، نصب و بهره برداری از کابل های قابل استفاده در چاه های آب شرب) مبنی بر نتایج انطباق محتوای مواد شیمیائی آلی پلیمر با الزامات دستورالعمل
۱۵	ارائه تأییدیه اولیه معاونت غذا و دارو وزارت بهداشت مبنی بر عدم وجود فلزات سنگین سمی در پلیمر
۱۵	ارائه گواهی آزمایشگاه معتبر (مطابق لیست مندرج در دستورالعمل انتخاب ، نصب و بهره برداری از کابل های قابل استفاده در چاه های آب شرب) مبنی بر نتایج بررسی بیشینه چگالی پلیمر مطابق با بند ۸-۲۰ دستورالعمل

ارزیابی نظام کیفیت - امتیاز ۶۰ - *

ردیف	شرح	امتیاز
۱	استقرار سیستم مدیریت کیفیت ISO 9001 (دارا بودن و ارائه گواهینامه) به مدت بیش از ۳ سال	۵
۲	استقرار سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی ISO 45001 (دارا بودن و ارائه گواهینامه) به مدت بیش از ۳ سال	۵
۳	استقرار سیستم مدیریت زیست محیطی ISO 14001 (دارا بودن و ارائه گواهینامه) به مدت بیش از ۳ سال	۵
۴	استقرار سیستم مدیریت رسیدگی به شکایات مشتری ISO 10002 (دارا بودن و ارائه گواهینامه) به مدت بیش از ۳ سال	۱۰
۵	دارا بودن تندیس طلایی ملی رعایت حقوق مصرف کنندگان	۵
۶	دارا بودن گواهینامه استقرار سیستم کنترل کیفیت (QC PLAN)	۲۵
۷	دارا بودن گواهینامه ۱۷۰۲۵ و آزمایشگاه همکار استاندارد	۵

ارزیابی بسته بندی محصولات - امتیاز ۱۰ - ۰

ردیف	شرح	امتیاز
۱	کیفیت و نحوه بسته بندی محصول	۵
۲	کیفیت انبارش محصول	۵

کتابنامه

استاندارد ملی ایران شماره ۱-۳۵۶۹ : کابل های قدرت با عایق اکستروود شده و تجهیزات جانبی آن
برای ولتاژ های اسمی از ۱ kV ($U_m=1,2$ Kv) تا و خود ۳۰ kV ($U_m=36$ Kv) - قسمت دوم :
کابل های با ولتاژ اسمی ($U_m=7,2$ kv) 6kV و 30 ($U_m=36$ kv) kV