وزارت نیرو

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

معاونت نظارت بر بهره برداری

واحد مدیریت مصرف انرژی و سامانه های کنترل

دستورالعمل انتخاب، نصب و بهره برداری

از کابل های قابل استفاده در چاه های آب شرب

برای ولتاژهای اسمی ۰,۶/۱ KV

(U_m = 1.2 KV)

کابل های قابل انعطاف

۱۳۸

آذرماه ۱۳۹۳

www.sbargh.ir

اسامی اعضاء کمیته تدوین دستور العمل راهنمای انتخاب ، نصب و نگهداری از کابل های برق چاه آب شرب

ردیف	نام و نام خانوادگی	سمت	شرکت
۱	سیستانا محمدقاسمی	مسئول امور انرژی	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
۲	محمد باقر پور عبداله	کارشناس	انجمن سیم و کابل ایران
۳	فرزاد نیکنام فر	عضو	انجمن سیم و کابل ایران
۴	شاهرخ ساسان	مشاور	انجمن سیم و کابل ایران
۵	هما قصری	رئیس گروه انرژی	شرکت آب و فاضلاب شهری استان البرز
۶	سیدمحمد حسنی صفات	رئیس گروه انرژی	شرکت آب و فاضلاب شهری استان کرمان
۷	غلامرضا مهرنوش	رئیس گروه مدیریت مصرف انرژی	شرکت آب و فاضلاب روستایی استان فارس
۸	محمدرضا افشار	رئیس گروه مدیریت مصرف انرژی	شرکت آب و فاضلاب شیراز

www.sbargh.ir

فهرست

عنوان	صفحه
۱- پیشگفتار	۳
۲- کلیات	۴
۳- انواع مختلف کابل مشمول این استاندارد	۵
۴- نحوه انجام آزمون های تضمین کیفیت کابل در دراز مدت	۱۱
۵- جدول انتخاب کابل متناسب با الکتروپمپ	۱۲
۶- نحوه نصب و بهره برداری از کابل	۱۴
۷- روش مفصل بندی کابلها	۱۵
۸- پایش کیفیت کابل بر اساس مقاومت عایقی	۱۷
۹- روش تست و بازرسی کابل به هنگام خرید	۲۵
۱۰- نحوه حمل و نقل ، انبارش و نگهداری کابل در انبار	۲۷
۱۱- نحوه ممیزی از تجهیزات تولید کابل	۳۲

www.sbargh.ir

۱- پیشگفتار:

استاندارد حاضر در رابطه با کابل های برق مخصوص چاه های آب شرب به منظور حفاظت شهروندان در مقابل نشر فلزات سنگین در آب و همچنین افزایش طول عمر تجهیزات و کاهش هزینه های استحصال آب و فاضلاب در سال ۹۳ در کمیته انتخاب و نصب و بهره برداری کابل برق چاه های آب شرب تدوین شده است.

www.sbargh.ir

کابل های قابل استفاده در چاه های آب شرب با سطح ولتاژ 600 / 1000 V

۲- کلیات

۲-۱- هدف و دامنه کاربرد:

هدف از تدوین این استاندارد، دستورالعمل انتخاب، نصب و بهره برداری و تعیین روش های آزمون کابل های با عایق و روکش قابل استفاده در چاه های آب شرب می باشد. آزمون های کاربردی برای این کابل ها در مشخصات ویژه (استانداردهای ملی ایران مطابق با جدول ۳ و همچنین استانداردی که در کمیته تدوین استاندارد و انتخاب کابل های قابل استفاده در آب شرب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور ایجاد شده) تعیین می شود.

۲-۲- مراجع الزامی

مراجع الزامی زیر، حاوی الزاماتی است که در متن این استاندارد به آن ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب این الزامات جزیی از این استاندارد مصوب می شود.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۲-۱- استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۸۴

۲-۲-۲- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۶۰۷

۲-۲-۳- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۳۵۶۹

۲-۲-۴- استاندارد ملی ایران شماره ۵۵۲۵ و ملحقات مربوطه

www.sbargh.ir

۳- انواع مختلف کابل های مشمول این استاندارد

کابل هایی که مطابق این استاندارد قابل تولید می باشند عبارتند از:

- کابل های تک رشته
- کابل های سه رشته گرد
- کابل های سه رشته تخت

- مشخصات فنی کابل های مخصوص چاه های آب شرب

۱- ولتاژ نامی: ۶۰۰/۱۰۰۰ ولت

۲- ساختار:

۲-۱- هادی:

هادی ها با الزامات داده شده دراستاندارد ISIRI 3084 برای هادی های گروه ۵ مطابقت می کند. هادی ها می توانند به صورت بانچ یا بانچ استرند به هم تابیده شوند.

۲-۲- نوار عایقی ویژه:

یک لایه نوار غیر جاذب رطوبت به صورت طولی یا عرضی بر روی هادی تابیده اعمال می شود. حداقل ضخامت نوار باید ۰/۰۳۶ میلیمتر با حداقل روی هم رفتگی ۲۰٪ عرض نوار باشد.

۲-۳- عایق:

عایق با آمیزه آلیاژ پلیمری خاص که ویژگی های آن در جداول مندرج در این استاندارد آمده است ، بر روی هادی اعمال میشود. میانگین ضخامت عایق باید با مقادیر داده شده در جداول مذکور مطابقت نماید.حداقل ضخامت نقطه ای عایق از فرمول زیر بدست می‌آید:

میلیمتر ۰/۱- (ضخامت نامی عایق) ۰/۹ میلیمتر ≤ حداقل ضخامت عایقی

حداقل مقاومت عایقی فاز به فاز کابل در دمای°C ۱۵ از مقادیر داده شده (در جداول پیوست برای دستورالعمل اندازه گیری مقاومت عایقی) نباید کمتر شود.(جدول شماره ۷)

- مطابق این دستورالعمل،باتوجه به نتایج آزمایش‌های انجام شده و بالابودن انتشار فلزات سنگین از کابل به آب ،پائین بودن مقاومت عایقی و انعطاف پذیری کم در کابل های PVC هموپلیمر(homo polymer) به هیچ وجه نباید از این نوع کابل برق برای چاه آب شرب استفاده گردد.

www.sbargh.ir

۲-۴- نحوه قرار گیری رشته های کابل:

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.

رنگ بندی عایق ها:

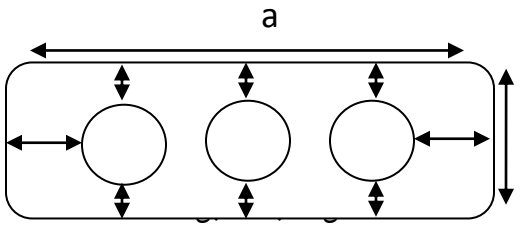
رنگ عایق رشته ها: مشکی، آبی و قهوه ای است که در کابل های تخت، رشته آبی رنگ باید بین رشته مشکی و قهوه‌ای قرار گیرد.

۲-۵- نوار پیچشی روی رشته های تابیده در کابل های گرد:

یک لایه نوار پیچشی غیر جاذب رطوبت به صورت عرضی با حداقل روی هم رفتگی ۲۰٪ عرض نوار، روی رشته های تابیده گرد قرار می گیرد که حداقل ضخامت نوار باید ۰/۰۳۶ میلیمتر باشد.

۲-۶- روکش:

روکش با آمیزه آلیاژ پلیمری خاص که ویژگی های آن در جداول مندرج در این استاندارد آمده است، بر روی رشته ها اعمال می شود. روکش باید به گونه ای به کار رود که از تشکیل هر گونه حفره در روی آن پرهیز شود. از طرفی روکش نباید به رشته ها بچسبد. در کابل های تخت، دو طرف روکش باید حالت گرد داشته باشد. رنگ روکش آبی است. حداقل میانگین ضخامت روکش کابل تخت که نباید از مقدار داده شده در جدول-۲ کمتر باشد ،به صورت زیر از میانگین هشت نقطه مشخص شده در شکل-۱ به دست می آید.



www.sbargh.ir

حداقل میانگین ضخامت روکش کابل های گرد نیز نباید از مقدار داده شده در جدول -۱ کمتر باشد.حداقل ضخامت نقطه‌ای روکش برای کابل های تخت و گرد از فرمول زیر بدست می‌آید:

میلیمتر ۰/۱ – (ضخامت نامی روکش) ۰/۸۵ میلیمتر≤ حداقل ضخامت نقطه ای روکش

حداقل و حداکثر پهنا (a در شکل -۱) و حداقل و حداکثر ضخامت (b در شکل -۱) برای کابل های تخت در جدول -۲ مشخص شده است.

- **آزمون ها:**

انطباق الزامات بند ۲ فوق(ساختار) باید با بازرسی و آزمون های مندرج در جدول-۳، مورد آزمون قرار گیرند.

www.sbargh.ir

جدول ۱: مشخصات کابل های گرد

سطح مقطع و تعداد رشته	ضخامت نامی عایق	ضخامت نامی روکش	میانگین قطر کابل	
			حداقل	حداکثر
$n \times mm^2$	mm	mm	mm	
3 × 1.5	0.8	1.8	10.8	12
3 × 2.5	0.8	1.8	11.7	12.5
3 × 4	1	1.8	12.66	14.45
3 × 6	1	1.8	13.81	15.73
3 × 10	1	1.8	15.83	17.98
3 × 16	1	1.8	18.42	20.87
3 × 25	1.2	1.8	21.88	24.72
3 × 35	1.2	1.8	24.37	27.5
3 × 50	1.4	1.8	28.4	32
3 × 70	1.4	1.9	32.25	36.27
3 × 95	1.6	2.1	36.85	41.41
3 × 120	1.6	2.2	40.40	45.37
3 × 150	1.8	2.3	45.01	50.50
3 × 185	2	2.5	49.62	55.64
3 × 240	2.2	2.7	54.23	60.78

جدول ۲: مشخصات کابل های تخت

سطح مقطع و تعداد رشته	ضخامت نامی عایق	ضخامت نامی روکش	میانگین قطر کابل			
			قطر کوچک		قطر بزرگ	
$n \times mm^2$	mm	mm	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
3 × 1.5	0.8	1.8	6.9	7.7	15.5	17.3
3 × 2.5	0.8	1.8	7.4	8.2	17	18.8
3 × 4	1	1.8	8.2	9.51	17.4	20.95
3 × 6	1	1.8	8.76	10.16	19.8	22.77
3 × 10	1	1.8	9.7	11.25	21.9	25.81
3 × 16	1	1.8	10.96	12.71	25.68	29.89
3 × 25	1.2	1.8	12.63	14.65	30.69	35.31
3 × 35	1.2	1.8	13.85	16.07	34.35	39.26
3 × 50	1.4	1.8	15.78	18.3	40.14	45.51
3 × 70	1.4	1.9	17.76	20.6	45.68	51.49
3 × 95	1.6	2.1	20.19	23.42	52.17	58.5
3 × 120	1.6	2.2	22.05	25.58	57.35	64.1
3 × 150	1.8	2.3	24.35	28.25	63.85	71.12
3 × 185	2	2.5	26.35	30.57	69.05	76.73
3 × 240	2.2	2.7	28.35	32.89	74.25	82.34

روش اندازه گیری مقاومت عایقی فاز به فاز: (این قسمت به عنوان پیوست در آخر مشخصات آورده شده است.)

www.sbargh.ir

جدول ۳: آزمون های مربوط به کابل ها

شماره مرجع	شرح آزمون	روش آزمون تشریح شده در استاندارد
۱	الکتریکی	
۱-۱	مقاومت الکتریکی هادی	ISIRI 607-2 بند ۲-۱
۱-۲	ولتاژ روی رشته های کابل تکمیل شده	ISIRI 3569-1 بند ۱۵-۳-۳
۱-۳	مقاومت عایقی در 15 °C (فاز به فاز)	مطابق با ماده ۸دستورالعمل
۲	بازرسی مربوط به خصوصیات ساختاری و ابعادی	
۲-۱	بازرسی انطباق با ویژگی های ابعادی	ISIRI 607-1 بازرسی آزمون دستی
۲-۲	اندازه گیری ضخامت عایق	ISIRI 5525-201
۲-۳	اندازه گیری ضخامت روکش	ISIRI 5525-202
۳	ویژگی های مکانیکی عایق	
۳-۱	استحکام کششی قبل از کهنگی	ISIRI 5525-501
۳-۲	استحکام کششی پس از کهنگی	ISIRI 5525-401
۳-۳	تلفات جرم	ISIRI 5525-409
۳-۴	جذب آب	ISIRI 5525-402
۳-۵	سختی shore A	ISIRI 16171-1
۴	ویژگی های مکانیکی روکش	
۴-۱	استحکام کششی قبل از کهنگی	ISIRI 5525-501
۴-۲	استحکام کششی پس از کهنگی	ISIRI 5525-401
۴-۳	تلفات جرم	ISIRI 5525-409
۴-۴	جذب آب	ISIRI 5525-402
۴-۵	سختی shore A	ISIRI 16171-1
۵	آزمون فشار در دمای بالا	
۵-۱	عایق	ISIRI 5525-508
۵-۲	روکش	ISIRI 5525-508
۶	کشسانی و استحکام در برابر ضربه در دمای پایین	
۶-۱	خمش برای عایق در دمای پایین	ISIRI 5525-504
۶-۲	خمش برای روکش در دمای پایین	ISIRI 5525-504
۶-۳	ضربه بر کابل در دمای پایین	ISIRI 5525-506
۷	شوک حرارتی	
۷-۱	عایق	ISIRI 5525-509
۷-۲	روکش	ISIRI 5525-509
-	میزان فلزات سنگین موجود در آب	بر اساس گواهی مراکز رسمی کشور (آزمایشگاه های مرجع)

www.sbargh.ir

- **الزامات آزمون های الکتریکی برای عایق**

- مقاومت الکتریکی هادی: بر اساس جدول گروه ۵ هادی ها در استاندارد ۳۰۸۴ ISIRI می‌باشد.

- ولتاژ روی کابل: ولتاژ ۳۵۰۰ ولت (3.5 کیلو ولت) AC یا ۸۴۰۰ ولت (8.4 کیلو ولت) DC به مدت ۵ دقیقه بین هر هادی و هادی های دیگر اعمال می شود. شکست عایقی نباید رخ دهد.

- مقاومت حجمی در °C ۲۰حداقل $5 \times 10^{14}\ \Omega.cm$ مطابق با بند ۱۷-۱ استاندارد۱-۳۵۶۹ ISIRI

- مقاومت حجمی در °C ۷۰حداقل $5 \times 10^{11}\Omega.cm$ مطابق با بند ۱۷-۱ استاندارد۱-۳۵۶۹ ISIRI

- ثابت مقاومت عایقی در °C ۲۰حداقل 367 MΩ.km مطابق با بند ۱۷-۱ استاندارد۱-۳۵۶۹ ISIRI

- ثابت مقاومت عایقی در °C ۷۰حداقل 0.37 MΩ.km مطابق با بند ۱۷-۱ استاندارد۱-۳۵۶۹ ISIRI

- مقاومت عایقی فاز به فاز: برای اندازه گیری مقاومت عایقی فاز به فاز در کابل تکمیل شده (محصول نهایی)، مطابق با ماده ۸دستورالعمل حداقل مقاومت عایقی فاز به فاز در ۱۰۰۰ متر در دمای °C ۱۵حداقل باید 80 MΩ.km باشد.

- **نگهداری**

برای بررسی این موضوع که آیا عایق روی هادی کابل های نصب شده در طول زمان به کارگیری به صورت تدریجی در حال افت کیفی است یا خیر، لازم است 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 گیرند. به گونه ای که پس از تصحیح دما در ۱۵ درجه سانتی گراد و تصحیح طول به ۱۰۰۰ متر و بعد از کاهش و تثبیت نسبی عایق کابل در ماه دوم پس از شروع آزمون، اولا عدد مقاومت عایقی از مقدار تعیین شده کمتر نباشد و ثانیا پس از این تثبیت تا پایان سال اول بعد از نصب، کاهش مقاومت عایقی از ۱۰ درصد مقدار تثبیت شده تجاوز نکند. 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 دقت کافی به عمل آید.

www.sbargh.ir

جدول ۴: الزامات آزمون های نوعی غیر الکتریکی برای عایق و روکش

شرح آزمون	عایق	روکش
استحکام کششی، حداقل	13 N/mm^2	13 N/mm^2
ازدیاد طول در نقطه پارگی	%200	%200
پس از کهنگی در کوره هوا (بدون هادی):		
شرایط کهنگی:		
دما	100±2 °C	100±2 °C
مدت	168 ساعت	168 ساعت
استحکام کششی پس از کهنگی، حداقل	13 N/mm^2	13 N/mm^2
تغییرات، حداکثر	± %25	± %25
ازدیاد طول پس از کهنگی، حداقل	%200	%200
تغییرات، حداکثر	± %25	± %25
فشار تیغه در دمای بالا:		
دما	80 ±2 °C	80 ±2 °C
خمش در سرما:		
دما	- 15 ±2 °C	- 15 ±2 °C
ضربه در سرما:		
دما	- 15 ±2 °C	- 15 ±2 °C
شوک حرارتی:		
دما	150 ±3 °C	150 ±3 °C
مدت	۱ ساعت	۱ ساعت
جذب آب:		
روش الکتریکی	OK	OK
دما	70 ±2 °C	70 ±2 °C
مدت	۲۴۰ ساعت	۲۴۰ ساعت
جذب آب:		
روش گرانی سنجی	0.5 mg/cm^2	0.5 mg/cm^2
دما	40 ±2 °C	40 ±2 °C
مدت	۳۳۶ ساعت	۳۳۶ ساعت
حداکثر تغییرات در جرم	0.5 mg/cm^2	0.5 mg/cm^2
اندازه گیری سختی shore A	حداقل 5± 75	حداقل 5± 75
غلظت فلزات سنگین موجود در آب:		
زمان	۱ ماه	۱ ماه
طول نمونه کابل غوطه ور در آب	20 cm	20 cm
دمای آب	40 °C	40 °C
مقدار آب	1 Liter	1 Liter
سایز کابل مرجع ۳۵ × ۳ گرد[۱]	سطح در معرض آب برای هر ۱۶۰ سانتی متر مربع	
سرب	< 5 µg/L	<5 µg /L
کادمیوم	< 0.1 µg /L	<0.1 µg /L
کروم	< 1 µg /L	<1 µg /L
نیکل	< 5 µg /L	<5 µg /L
کبالت	< 0.1 µg /L	<0.1 µg /L

۱- برای سایر کابل ها قطر کابل را در عدد ۳,۱۴ ضرب نموده و حاصل را در طول کابل مورد آزمون در معرض آب ضرب نموده و برای هر ۱۶۰ سانتی متر مربع معیارهای مندرج در جدول به کار گرفته شود.

www.sbargh.ir

۴- 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- بررسی میزان محتوای فلزات سنگین ناشی از انتقال مواد قابل حل در آب از سوی مواد پلیمری روکش کابل توسط آزمایشگاه های رسمی معتبر تضمین کننده کیفیت و سلامت آب شرب و انطباق نتایج با معیارهای تعیین شده از مراکز فوق الذکر.

۲- بررسی ثبات مقاومت عایقی در آزمایشگاه کارخانه تولید کننده به مدت حداقل ۲ سال در آب نمک (با غلظت ۵ درصد)، آب حاوی کلر(با غلظت PPM ۴) و آب مقطر در دماهای ۴۰ و ۷۰ درجه سلسیوس صورت می‌پذیرد، به گونه ای که پس از تصحیح دما در ۱۵ درجه سانتی گراد و تصحیح طول به ۱۰۰۰ متر و بعد از کاهش و تثبیت نسبی عایق کابل در ماه دوم پس از شروع آزمون، اولا عدد مقاومت عایقی از مقدار تعیین شده کمتر نباشد و ثانیا 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 مناسب ساختاری و مقاومت عایقی کابل را تضمین نماید. نتایج بررسی آزمایشگاهی و مستندات مربوطه جهت تصمیم گیری به نمایندگان مصرف کننده باید ارائه شود.

۳- انجام آزمون تحمل فشار هیدرواستاتیکی حداقل۲۰bar 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.

۴- 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 می‌باشد :

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 آزمونه : ۶ میلیمتر (حداقل)

شرایط تهیه صفحه : مطابق با استاندارد ISIRI 14457

www.sbargh.ir

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- 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 سانتی گراد 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.

۵- 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 متغیرVSD) به شرح جداول ذیل می باشد:

جدول ۵: انتخاب کابل در حالت راه انداز ستاره مثلث(Y/Δ ~ ۳- ۵۰Hz – ۳۸۰ Volt)

سطح مقطع و تعداد رشته ها	جریان (A)	سطح مقطع کابل	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
		توان	حداکثر طول کابل بر حسب متر															
		HP / KW																
دو کابل سه رشته .... سطح مقطع بر حسب میلی متر مربع	20	12.5 / 9.2	60	99	160	239	397											
	24	15 / 11	50	83	133	199	332	531										
	28	17.5 / 13	43	71	114	171	285	455										
	32	20 / 15	37	62	100	150	249	399										
	40	25 / 18.5	29	50	80	119	198	317	496									
	47	30 / 22		43	68	102	170	272	425									
	52	33 / 24		39	62	92	154	245	384	537								
	60	41 / 30			53	80	133	212	331	464								
	80	52 / 37				60	100	160	249	349	498							
	96	62 / 45.5					83	133	208	290	415	581						
	115	75 / 55					69	111	173	242	347	485						
	133	85 / 62.5						96	150	210	299	419	568					
	155	100 / 73.5						83	130	181	259	363	492					
	187	125 / 92							106	149	213	299	405	512				
	222	150 / 110							86	126	179	251	341	430	538			
	264	175 / 130								105	151	211	286	362	452			
	307	200 / 150									130	181	246	311	389	479		
	380	252 / 185										146	199	252	314	388	500	
	445	300 / 220											170	215	269	331	431	538

www.sbargh.ir

جدول ۶: انتخاب کابل در حالت تک کابل – Soft Start-Stop و VSD (D.O.L~ ۳- ۵۰Hz – ۳۸۰ Volt)

سطح مقطع و تعداد رشته ها	جریان (A)	سطح مقطع کابل		1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400
		توان		حداکثر طول کابل بر حسب متر																
		HP	KW																	
یک کابل سه رشته ... سطح مقطع بر حسب میلی متر مربع	8.8	5.5	3.7	78	131	210	314	523												
	13	7.5	5.5	58	89	142	213	355												
	17	10	7.5	40	68	109	163	271	434											
	20	12.5	9.2	35	57	93	138	230	368	576										
	24	15	11	29	48	76	115	192	307	480										
	28	17.5	13		41	66	98	164	263	411										
	32	20	15		36	57	87	145	230	360	504									
	40	25	18.5			46	70	116	186	290	407	581								
	47	30	22				59	98	157	245	343	490								
	52	33	24				53	89	142	221	310	443								
	60	41	30					70	113	177	248	354	496							
	80	52	37						92	144	201	288	403	547						
	96	62	45.5						77	120	168	240	336	456						
	115	75	55							100	140	200	280	378	476					
	133	85	62.5							86	121	173	242	329	415	519				
	155	100	73.5								104	148	208	282	356	446				
	187	125	92									123	172	234	295	369	456			
	222	150	110										145	197	249	311	384	498		
	264	175	130											165	209	261	323	419		
	307	200	150											142	180	225	277	360	450	
	380	252	185													181	224	291	363	485
	445	300	220														191	248	310	414

www.sbargh.ir

۶- نحوه نصب و بهره برداری از کابل

۶-۱- قبل از نصب و مفصل بندی کابل الکتروپمپ لازم است مقاومت عایقی فاز به فاز و فاز به بدنه الکتروپمپ اندازه‌گیری شود. (مقدار قابل قبول بالای ۵۰ مگااهم 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 سانتیگراد باشد.

۶-۲- تابلو فرمان بایستی از نوع خود ایستا با پایه مناسب باشد بطوریکه امکان جابجایی آسان آن توسط نیروی کششی کابل و سایر عوامل وجود نداشته باشد.

۶-۳- در طراحی تابلو فرمان چاه به گونه‌ای باید عمل شود که ارتفاع مناسب 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 خم‌های نامناسب توسط اپراتور جلوگیری می شود. حداقل شعاع خمش کابل بایستی از ۱۵ برابر قطر کابل گرد یا کوچکترین قطر کابل تخت کمتر نشود.

۶-۴- درصورت کم بودن قطر چاه نسبت به قطر الکتروپمپ جهت جلوگیری ازآسیب دیدن کابل (محل عبور کابل ازروی پمپ) لازم است به هرشکل ممکن کابل را محافظت نمود.

۶-۵- ورودی کابل ها بایستی بر اساس مسیر عبور کابل از پائین تابلو و توسط گلند مناسب پیش بینی شود.

۶-۶- انتهای کلیه کابل‌ها بایستی از کابلشوهای مرغوب 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).

۶-۷- 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.

۶-۸- به منظور اتصال کابل سرویس به کابل الکتروپمپ استفاده از مفصل رزینی با رعایت دستورالعمل مربوطه الزامی است.

۶-۹- 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 آبده مهارگردد. استفاده از شیلنگ پلاستیکی (شیلنگ تراز) جهت بستن کابل به لوله مناسب نبوده و ممکن است به مرور زمان دراثر سنگینی وزن کابل باعث پارگی کابل و سقوط کابل در چاه شود.

۶-۱۰- 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.

۶-۱۱- در هنگام پایین رفتن الکترو پمپ و کابل به داخل چاه می‌بایست 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.

۶-۱۲- در انتخاب سایز کابل فاصله از سر چاه تا تابلو فرمان مد نظر قرار گیرد.

۶-۱۳- 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).

۶-۱۴- محل عبور کابل ارتباطی بین تابلوها (کنتور وفرمان) بایستی در یک کانال مناسب یا سینی کابل باشد.

www.sbargh.ir

۶-۱۵- در صورت نیاز برای اتصال کابل مسی به کابل آلومینیومی استفاده از کابلشو و انگشتی بی‌متال به جهت عدم خوردگی الکترو شیمیایی الزامی است.

۶-۱۶- توصیه می‌شود 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 (به عنوان مثال EPDM,SWR به کابل زمینی در خروجی چاه)، موضوع در اندازه گیری مقاومت عایقی مد نظر قرار گیرد.

۶-۱۷- 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 به طور مناسب (با پوشش مناسب مانند پتو، برزنت و...) پیچیده شود تا گرمای خود را حفظ کند.

۶-۱۸- لازم است حدفاصل سر چاه تا تابلو فرمان، کابل سرویس الکتروپمپ جهت حفظ مقاومت عایقی (کاهش اثر دما روی کابل) با پوشش مناسب از جمله قرار دادن در کانال مناسب و... قرار گیرد.

۷- 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 ازمفصل حرارتی

۳- روش استفاده از مفصل رزینی

۷-۱- روش استفاده از آپارات:

این روش سنتی‌ترین شیوه مفصل بندی است. در این روش ابتدا سر سیم ها را برای مف زدن آماده می‌کنیم. برای این کار روکش سیم را به اندازه مورد نیاز از مس جدا می‌نمائیم.

مف قطعه‌ای مسی است برای دو سر سیم که روی آنها پرس می‌شود. ضمناً سایز مف باید با سایز سیم برابر باشد و با پرس فشاری سایز مناسب پرس شود. زیرا پرس کمتر، باعث قطع شدن مس سیم ها و پرس سایز بالا باعث جدا شدن و رها شدن مس‌های داخل مف می‌شود.

- **مزایا و معایب روش آپاراتی:**

حسن این روش نیاز نداشتن به ابزارآلات خاص می‌باشد 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 می‌کند.

۷-۲- روش استفاده ازمفصل 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، ارتفاع سیم به اندازه کافی 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 می‌شود ولی روش استفاده از مفصل حرارتی به دلیل اینکه در زمان نصب، مقاومت مکانیکی در فشارهای گوناگون وجود ندارد، توصیه نمی شود زیرا در صورت صدمه دیدن، نفوذ آب را در بر خواهد داشت.

۷-۳- 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 می‌گیرد این است که فازها وقتی قرار است بهم متصل شوند نقاطی که بهم میرسند، باید جدا از هم باشند تا وقتی مف ها به هم می خورند با هم اتصال نداشته باشند، ضمنا بحث رنگ بندی هم مهم است.

دقت نمایید تاریخ چسب مورد استفاده در این روش منقضی نشده باشد زیرا در این حالت چسب پس از مدتی مثل خمیر جدا می‌شود و استحکام ندارد. در برخی شرایط محیطی که امکان استفاده ازهمه ابزار استاندارد مانند مف نیست باید دو قطعه از سیم که عایق الکتریکی آن برداشته شده روی هم قرار گیرد و با سیم مسی از جنس خودش کاملا 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 می‌شود نصاب و اپراتور جرثقیل ،این زمان را در نظر نگرفته اند.

www.sbargh.ir

- **نحوه صحیح و غلط مفصل بندی:**

نحوه صحیح به این صورت است که مف ها تاحدی از هم فاصله داشته باشند که تحت هیچ شرایطی تماس الکتریکی بین فازها به وجود نیاید و اما نحوه اشتباه به صورتی است که مف ها 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 احیانا سایز 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 نمایید فازها باید حتما از هم جدا باشند تا که اگر احیانا 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 می‌بندیم 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 درب محفظه را می‌بندیم و صبر می‌کنیم 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 مفصل‌بندی رزینی**

مفصل‌بندی رزینی برای پمپ شناور بهترین روش می‌باشد. زیرا مقاومت عایقی و مکانیکی آن بسیار بالا است. در این روش از رزین استفاده می‌شود که بیشترین مقاومت را دارا بوده و از نفوذ آب جلوگیری می‌نماید. 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 می‌شود. اخیراً شیوه ای جدید برای مفصل بندی ابداع شده است که ترکیبی از سه شیوه مذکور می‌باشد و در این روش می توان از بروز صدمات متعدد به کابل و در نتیجه نفوذ آب به مفصل و در نهایت سوختن الکترو موتور جلوگیری نمود.

۸- 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 می‌شود. به این آزمون ها آزمون "نصب" و " تعمیر و نگهداری" 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) سایز 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

www.sbargh.ir

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 تعمیر و نگهداری

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[۲]" 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 "تعمیر و نگهداری" 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 کافی به عمل آید. 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 جداکنید 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.

www.sbargh.ir

[2] Go/No Go

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 حائز اهیمت 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 -۹ ارائه شده است. دمای مرجع ۱۵ ° C 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 سیلسیوس.

$T_{standard}$= دمای مورد نظر برای عایق بر حسب سیلسیوس.

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.

K= 1.16

$T_{measured}$ = 50° C

$R_{measured}$ = 2.7 MΩ

$T_{standard}$ = 15° C

با به کارگیری رابطه فوق مقاومت عایقی در دمای مورد نظر(۱۵ ° C) مساوی با ۴۸۷ MΩ 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 -۹ در دمای مورد نظر تصحیح گرد. در این حالت، دمای استاندارد ۱۵ ° C انتخاب شده است. ضریب تصحیح مقاومت عایقی در رابطه زیر به کار گرفته می شود:

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

www.sbargh.ir

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 ۱۵ ° C محاسبه کنیم:

K= 1.16

$T_{measured}$ = 50° C

$R_{measured}$ = 2.7 MΩ

از روی جدول -۹ 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 (۱۵ ° C) عبارت است از:

$R_{standard}$ = 2.7 × 180.31= 487 MΩ

- **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:

$$R_{Insulation} = (V_{rated} + 1) . (\frac{304.8}{L})$$

که در آن:

$R_{Insulation}$ = 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 -۷ زیر آمده است. (استاندارد IEEE 525)

جدول ۷: 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

www.sbargh.ir

- **آزمون هنگام نصب**

آزمون مقاومت عایقی عموماً بر روی کابل برقدار 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 KV ۵ 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: داده های زیر را از روی بر چسب یا پلاک قرقره ثبت کنید.

- شماره قرقره یا کلاف
- تاریخ تولید کابل
- طول کابل
- نوع کابل
- سایز 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 مناسب ترین قرائت 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 دراندازه 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

www.sbargh.ir

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 نامناسب 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 تعمیر و نگهداری پیشگیرانه**

آزمون تعمیر و نگهداری 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 KV ۵و 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 مقدارممکن است سبب ایجاد تنش درکابل 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 سایز 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.

www.sbargh.ir

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 نظردر آزمون مردود است.

د: رشته های کابل را از یکدیگر و نیز از سیم اتصال زمین جدا کنید تا امکان مناسب ترین قرائت 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 دراندازه 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 مناسب است:

جدول ۸: 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	$R_{Insulation} = (V_{rated} + 1) . (\frac{304.8}{L})$	**حداقل مقاومت عایقی قابل قبول**

www.sbargh.ir

جدول ۹: ضریب تصحیح دمای مقاومت عایقی

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

www.sbargh.ir

۹- روش تست و بازرسی کابل به هنگام خرید:

جدول- ۱۰: الزامات مربوط هادی و ابعاد کابل‌های تخت و گرد

سطح مقطع	حداکثر قطر مفتول	حداکثر مقاومت هادی در 20 °C	حداقل میانگین ضخامت عایق	حداقل ضخامت نقطه‌ای عایق	حداکثر ضخامت میانگین عایق
mm^2	mm	Ω/km	mm	mm	mm
1.5	0.26	12.9	0.8	0.62	1
2.5	0.26	7.7	0.8	0.62	1
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- ۱۱: الزامات مربوط به ضخامت کابل‌های تخت و گرد

سایز کابل	حداقل ضخامت میانگین روکش (گرد و تخت)	حداکثر ضخامت میانگین روکش (تخت و گرد)	حداقل ضخامت نقطه‌ای 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

www.sbargh.ir

جدول ۱۲: حداقل ازدیاد طول هادی

سایز هادی نامی	0.25	0.3	0.4	0.5
حداقل ازدیاد طول%	15	20	20	20

جدول ۱۳: ابعاد خارجی کابل گرد

سایز کابل	حداقل قطر کابل	حداکثر قطر کابل
3 × 1.5	10.8	12
3 × 2.5	11.7	12.5
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 ۱۴: ابعاد خارجی کابل تخت

سایز کابل	قطر بزرگ		قطر کوچک	
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
3 × 1.5	15.5	17.3	6.9	7.7
3 × 2.5	17	18.8	7.4	8.2
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

www.sbargh.ir

- **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.

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

۱۰-۱- مسئولیت:

۱۰-۱-۱. مسئولیت نظارت و اجرای بخش های تحویل، انبارش و مونتاژ قرقره با واحد انبار می باشد.

۱۰-۱-۲. قرقره های تحویلی می بایستی حایز شرایط زیر باشند:

الف- چوب فلنج و بارل می‌بایستی از جنسی با رنگ روشن، استحکام مناسب و خشک انتخاب شوند تا بمرور زمان تغییر شکل ندهند.

ب – چوب فلنج و بارل می بایستی کاملا" صاف و صیقلی بوده و عاری از هرگونه زائده و تراشه باشد.

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

د – فلنج قرقره هائی با سایز مشابه می باید کاملا" از لحاظ ابعادی و مشخصات مشابه هم باشد.

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

ز – سوراخ های محل عبور مفتول می باید کاملا" 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.

۱۰-۲- 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 مایعی مناسب (روغن و یا گازوئیل و .....) نگهداری شوند.

www.sbargh.ir

۱۰-۳- شرایط مونتاژ قرقره ها:

۱۰-۳-۱. کلیه قرقره ها می بایستی با بهره گیری از ملزومات (فلنج، چوب رابط، میلگرد و ....) مطابق با جدول مشخصات فنی قرقره های چوبی مونتاژ گردند، لذا استفاده از هرگونه ملزومات نامنطبق ممنوع است.

۱۰-۳-۲. جهت مونتاژ نمودن قرقره ها می بایستی حتما" از میلگرد با انتهای T شکل - به همراه یک واشر فلزی در انتها و در قسمت زیرین بخش T شکل - که جوش آن کاملا" 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.

۱۰-۳-۳. قرقره می بایستی به گونه ای مونتاژ گردد که حداقل فاصله بین چوب های رابط وجود داشته و این چوب ها کاملا" عمود بر فلنج قرار گرفته باشند.

۱۰-۳-۴. می بایستی دقت گردد سوراخ عبور کابل حتما" بر روی فلنج، در قسمت خارجی بارل و در سمت رزوه دار میلگرد قرار گرفته باشد.

۱۰-۳-۵. کلیه قرقره ها پس از مونتاژ و قبل از تحویل به خط تولید می بایستی آچارکشی شده باشند.

۱۰-۳-۶. مونتاژ و تحویل قرقره های با چوب مرطوب تحت هر شرایطی ممنوع است.

۱۰-۴- شرایط پیچیدن محصول بر روی قرقره:

۱۰-۴-۱. 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.

۱۰-۴-۲. قرقره خالی قبل از استفاده می بایستی توزین گردیده و وزن خالی آن قید گردد.

۱۰-۴-۳. 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 بنحو مناسبی پوشش دهد.

✓ تذکر:

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

۱۰-۴-۴. 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.

۱۰-۴-۵. برروی قرقره پس از پیچیده شدن کابل، می بایستی به میزان حداقل۲ برابر قطر محصول از لبه فلنج فاصله خالی باقی بماند.

۱۰-۴-۶. انتهای کابل - بر روی قرقره - می بایستی توسط بست کمربندی بگونه ای ثابت گردد که ۲۰ سانتی متر آن آزاد باشد.

۱۰-۴-۷. قبل از پیاده نمودن قرقره از روی جمع کن می بایستی متراژ ابتدا و انتها، سایز و نوع محصول و نیز فلش مشخص کننده‌ی جهت مجاز چرخش قرقره بر روی فلنج – سمت رزوه دار – توسط ماژیک و شابلون درج گردد.

۱۰-۴-۸. قرقره پس از پیاده سازی از روی جمع کن می بایستی آچارکشی گردد.

۱۰-۴-۹. قرقره پس از تولید می بایستی توزین گردیده و وزن پر درج گردد .

www.sbargh.ir

۱۰-۵- شرایط بارگیری قرقره ها:

۱۰-۵-۱. 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 ـ حک شده باشد.

۱۰-۵-۲. 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 مناسب انتخاب گردد بنحوی که سطح محصول نمایان نگردد).

۱۰-۵-۳. 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 درقرقره های سایز ۸۰ و به بالا می بایستی حتما" کمربند از روی بارل و یا از داخل سوراخ فلنج عبور نماید.

۱۰-۵-۴. پس از قرار دادن قرقره درداخل ماشین می بایستی کلیه قرقره ها کاملا" آچارکشی گردیده و از سفت بودن مهره ها اطمینان حاصل گردد.

۱۰-۶- حمل و نقل قرقره ها:

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

۱۰-۶-۱. در صورت نیاز به غلتاندن قرقره سیم برر وی زمین، باید به جهت مجاز چرخش قرقره(فلش روی لبه قرقره) توجه نمود. لازم به ذکر است که هرگز نباید قرقره پر در خلاف فلش مشخص شده برروی لبه قرقره غلتانده شود.

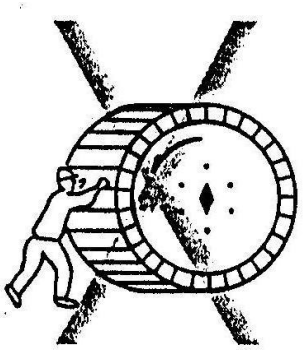
۱۰-۶-۲. با توجه به اینکه خوابانیدن قرقره از سمت مسطح آن، موجب وارد آمدن فشار زیاد بر حلقه پایینی قرقره می گردد، قرقره باید از جهت دوار آن برروی کف کامیون قرار داده شود.

۱۰-۶-۳. در صورت حمل بیش از یک قرقره توسط تریلر، قرقره ها باید بصورت ردیفی و پشت سرهم، در راستای طولی کف تریلر قرار گیرند.

۱۰-۶-۴. در صورت بلند کردن قرقره توسط لیفتراک، قرقره باید از سمت مدور آن برروی لیفتراک قرار گیرد. لازم به ذکر است که در هر بارگیری فقط حمل یک قرقره توسط لیفتراک مجاز می باشد.

www.sbargh.ir

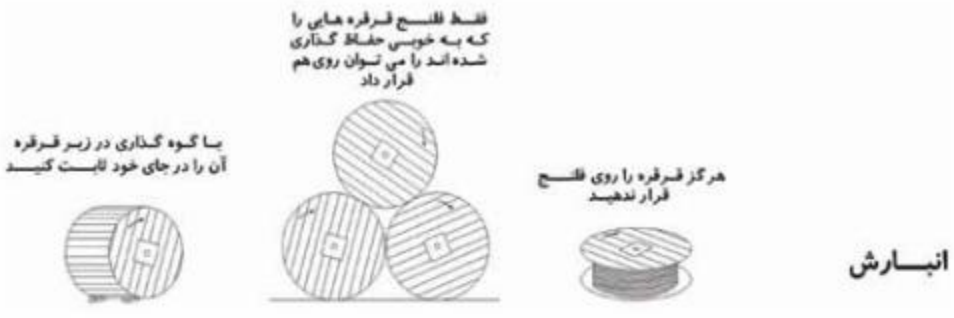
www.sbargh.ir

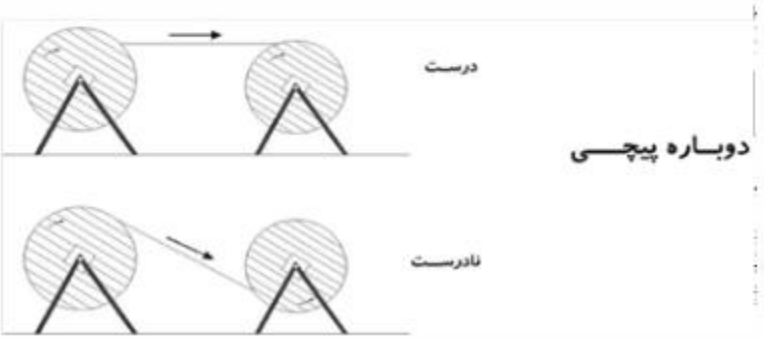


شکل۲- نحوه نادرست جابجا کردن یک قرقره پر

www.sbargh.ir

شکل۳- نحوه صحیح حمل یک قرقره پر





شکل۴- نحوه صحیح حمل و انبارش ، بازکردن و دوباره پیچی کابل

www.sbargh.ir

۱۱- نحوه ممیزی از تجهیزات تولید کابل:

۱۱-۱- 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.

۱۱-۲- 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.

۱۱-۳- بانچر: بخش ورودی (پی آف) این دستگاه باید مجهز به کنترل تنش مناسب باشد تا از کش آمدگی و کاهش قطر مفتول ها جلوگیری به عمل آید. در ورودی های چند سیمه ، پی آف مناسب 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 مناسب 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 مناسب نیست و برای تولید این کابل ها قابل قبول نمی باشد.

۱۱-۴- نوار پیچ: به دلیل ایجاد همپوشانی مناسب 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 مناسب کنترل تنش نوار از جمله مواردی است که ضرورت دارد در تجهیزات مربوط به نوار پیچ در نظر گرفته شود.

۱۱-۵- اکسترودر عایق: مناسب ترین 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 مناسب نمی باشد.
- دستگاه اکسترودر باید به تجهیزات کنترل‌کیفی شامل کنترل‌کننده قطر روی عایق و دستگاه اسپارک تستر(حداقل AC- KV ۱۵) مجهز شود تا از ضخامت مناسب عایق و عدم وجود سوراخ و سوختگی در عایق کابل اطمینان حاصل شود.

۱۱-۶- 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 مناسب باشد و همچنین باید کنترل تنش آن قابل قبول باشد.

www.sbargh.ir

۱۱-۷- اکسترودر روکش: برای این اکسترودر نیز همانند اکسترودر عایق مشخصات زیر مناسب است:

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

www.sbargh.ir