لیست گزارشات

جمهوری اسلامی ایران
وزارت نیرو
پژوهشگاه نیرو

عنوان گزارش : مشخصات فنی هادی‌های خطوط هوایی توزیع

عنوان پروژه: "بررسی، تحقیق و تهیه ضوابط و معیارهای فنی"

کد پروژه: PTRVT02

کارفرما: سازمان توانیر

پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
گروه پژوهشی خط و پست
آبان‌ماه ۱۳۸۲

پیشگفتار

گزارشات حاضر براساس موافقتنامه ۱۰۱-۸۰-۲۷۳ مورخ ۸۰/۷/۲۲ با موضوع "بررسی، تحقیق و تهیه ضوابط و معیارهای فنی" که مابین شرکت توانیر و پژوهشگاه نیرو منعقد شده است تهیه گردیده است. این گزارشات براساس استانداردهای موجود در زمینه شبکه و تجهیزات توزیع فشار متوسط و فشار ضعیف تدوین شده است. فهرست کلیه گزارشات در جدول صفحه بعد قید شده است.

لیست گزارشات مربوط به پروژه "بررسی، تحقیق و تهیه ضوابط و معیارهای فنی"

رئوس کلی گزارشات	شبکه‌های توزیع نیروی برق فشار متوسط و ضعیف	تابلوهای فشار ضعیف و متوسط برق	پستهای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت هوایی و زمینی	انشعابات برق مشترکین
۱	- طراحی خطوط توزیع هوایی	- تابلوهای فشار ضعیف و متوسط	- پستهای هوایی توزیع	- مقررات عمومی و خصوصی انشعابات برق مشترکین
۲	- چگونگی خطوط هوایی توزیع		- کلیات پستهای توزیع ۲۰ و ۳۳ کیلوولت زمینی	- کنتورهای اکتیو
۳	- یراق‌آلات خطوط هوایی		- تاسیسات پستهای ۲۰ و۳۳ کیلوولت زمینی	- کنتورهای راکتیو
۴	- حریم خطوط هوایی		- معماری و ساختمان پستهای توزیع زمینی	- کنتورهای استاتیکی
۵	- کراس‌آرم‌ها و سرتیرهای خطوط توزیع هوایی		- سیستم زمین پستهای توزیع	- فیوزهای فشارضعیف
۶	- تیرهای فلزی، بتونی و چوبی		- ترانسفورماتورهای توزیع	- کلیدهای اتوماتیک
۷	- مقره‌های توزیع		- کلیدهای قدرت ۲۰ و ۳۳ کیلوولت	- کنتاکتورهای نوع ضعیف
۸			- سکسیونرهای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت	- کلیدهای قابل قطع زیربار
۹			- کابلهای فشار متوسط و ضعیف	- ترانسفورماتورهای ولتاژ ۲۰ و ۳۳ کیلوولت
۱۰			- کات‌اوت‌های فشار متوسط	- ترانسفورماتورهای جریان ۲۰ و ۳۳ کیلوولت
۱۱			- برقگیرهای فشار متوسط	- یراق‌آلات کابلهای شبکه‌های توزیع

بخش اول
اصول طراحی و مهندسی
(مصداق ندارد)

بخش دوم
معیارها و ویژگیهای فنی

لیست گزارشات

فهرست مطالب

۱-هدف و دامنه کاربرد ۱
۲-تعاریف ۱
۲-۱-مفتول ۱
۲-۲-هادی چند رشته ۱
۲-۳-هادی آلومینیم-فولاد ۱
۲-۴-قطر هادی ۱
۲-۵-جهت لایه ۱
۲-۶-نسبت لایه ۲
۲-۷-طول لایه ۲
۲-۸-مقاومت مخصوص الکتریکی ۲
۲-۹-ضریب حرارتی مقاومت الکتریکی DC برای جرم ثابت ۲
۲-۱۰-جرم مخصوص یا چگالی ۲
۲-۱۱-ضریب انبساط طولی ۳
۲-۱۲-نیروی گسیختگی ۳
۲-۱۳-اصلی کردن هادی ۳
۲-۱۴-مفتول اصلی ۳
۲-۱۵-آزمون نوعی ۳
۲-۱۶-آزمون نمونه‌ای ۳
۳-مشخصات فنی هادیهای ACSR ۴
۳-۱-سیستم نام‌گذاری (طبق استاندارد IEC 1089) ۴
۳-۱-۱-تعیین کد مشخصات مفتول ۴
۳-۱-۲-تعیین کد مشخصات هادی ۵
۳-۲-مشخصات هادی ۵
۳-۲-۱-جنس ماده ۵

۳-۲-۲-اندازه هادی..... ۵
۳-۲-۳-سطح هادی ۶
۳-۳-بافتن ۶
۳-۴-اتصالات ۸
۳-۵-وزن واحد طول ۹
۳-۶-نیروی گسیختگی هادی..... ۱۲
۳-۷-بسته‌بندی ۱۲
۳-۸-نقشه‌ها و مدارک ۱۳
۳-۸-۱-اطلاعاتی که بوسیله خریدار باید به فروشنده داده شود ۱۳
۳-۸-۲-مدارکی که سازنده ارائه می‌نماید:..... ۱۵
۳-۸-۳-کنترل کیفیت..... ۱۵
۳-۱۰زبان..... ۱۸
۳-۱۱تحویل محصول..... ۱۸
۴-مشخصات فنی مفتولهای فولادی و آلومینیومی ۱۹
۴-۱- مشخصات مفتولهای آلومینیومی..... ۱۹
۴-۱-۱- مقاومت مخصوص الکتریکی مفتول آلومینیمی ۱۹
۴-۱-۲- جرم مخصوص مفتول آلومینیمی ۱۹
۴-۱-۳- ضریب حرارتی مقاومت الکتریکی DC در جرم ثابت برای مفتول آلومینیمی..... ۱۹
۴-۱-۴- ضریب انبساط طولی مفتولی آلومینیمی ۲۰
۴-۱-۵- نیروی گسیختگی مفتولهای آلومینیمی..... ۲۰
۴-۱-۶- قطر مفتولهای آلومینیمی ۲۰
۴-۲- مشخصات مفتولهای فولادی..... ۲۱
۴-۲-۱- جرم مخصوص مفتولهای فولادی ۲۱
۴-۲-۲- ضریب انبساط حرارتی مفتولهای فولادی ۲۱
۴-۲-۳- نیروی گسیختگی مفتولهای فولادی..... ۲۱
۴-۲-۴- قراردادن پوشش روی در سطح مفتولهای فولادی..... ۲۱

۴-۲-۵- قطر مفتولهای فولادی ۲۱
۴-۳- چگونگی اتصالات در مفتولهای آلومینیومی و فولادی ۲۳
۴-۳-۱- اتصالات در مفتولهای آلومینیمی ۲۳
۴-۳-۲- اتصالات در مفتولهای فولادی ۲۳
۴-۳-۳- بافتن مفتولها ۲۶
۵-مشخصات هادیها و مفتولهای خطوط فشار ضعیف ۲۷
۵-۱-هادیهای مسی ۲۷
۵-۱-۱- جرم مخصوص یا چگالی ۲۷
۵-۱-۲- ضریب حرارتی مقاومت الکتریکی ۲۷
۵-۱-۳- درجه خلوص مس ۲۷
۵-۱-۴-مقاومت مخصوص الکتریکی ۲۷
۵-۲- مشخصات مفتولها ۲۷
۵-۲-۱- قطر مفتولهای مسی ۲۷
۵-۲-۲- سطح مقطع مفتولها ۲۸
۵-۲-۳- حداکثر مقاومت الکتریکی DC ۲۸
۵-۲-۴- حداقل نیروی گسیختگی ۲۸
۵-۳- بافتن مفتولهای مسی ۲۸
۵-۴- اتصالات مفتولهای مسی ۲۹
۵-۵- مشخصات هادیهای مسی ۲۹
۵-۵-۱- سطح مقطع نامی ۲۹
۵-۵-۲- تعداد مفتولها ۲۹
۵-۵-۳- نیروی گسیختگی ۳۰
۵-۵-۴- مقاومت الکتریکی DC ۳۰
۵-۵-۵- ظرفیت جریانی ۳۰
مراجع ۳۱

فهرست اشکال

شکل (۳-۱): نسبت لایه در یک مفتول از هادی..... ۲

فهرست جداول

جدول(۱) : نسبت لایه‌ها برای هادیهای ACSR ۷
جدول (۲): تعداد اتصالات مجاز در هادی‌های آلومینیومی ۸
جدول (۳): مقدار استاندارد افزایش در کمیت‌ها به دلیل تابیدن ۱۰
جدول (۴) : مشخصه‌های آلومینیم- فولاد استاندارد شبکه‌های توزیع فشار متوسط ۱۱
جدول (۵): مشخصات هادی که توسط خریدار تکمیل می‌گردد ۱۴
جدول (۶): جدول مشخصات تضمین شده هادی که بوسیله سازنده پر می‌شود ۱۶
جدول (۷) : مشخصات مفتولهای آلومینیمی ۲۰
جدول(۸) : مشخصات مفتولهای فولادی ۲۲
جدول (۹) : وزن پوشش روی ۲۲
جدول (۱۰) : مشخصات مکانیکی مفتولهای فولادی عادی ۲۴
جدول (۱۱): مشخصات مکانیکی مفتولهای فولادی خیلی سخت ۲۵
جدول (۱۲) : مشخصات مکانیکی مفتولهای فولادی فوق العاده سخت ۲۶
جدول (۱۳) : مشخصات مفتولهای مسی ۲۸
جدول (۱۴) : نسبت لایه در هادیهای اصلی ۲۹
جدول (۱۵) : مشخصات هادیهای مسی ۳۰

۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از این گزارش، ارائه مشخصات فنی مربوط به هادیهای مورد استفاده در شبکه توزیع فشارضعیف و متوسط می‌باشد.

فهرست مطالب

۲- تعاریف

۲-۱-مفتول

به هادی با یک رشته به مقطع دایره گفته میشود.

۲-۲-هادی چند رشته

هادی چند رشته متشکل از هفت و یا تعداد بیشتری مفتول که در لایه‌های مختلف به دور یکدیگر پیچیده شده‌اند را هادی چند رشته گویند. هنگامی که هادی بیش از یک لایه داشته باشد لایه‌های بعدی در خلاف جهت لایه‌های قبلی پیچیده میشود. از این به بعد جهت اختصار به هادی چند رشته‌ای لفظ هادی اطلاق خواهد شد.

۲-۳-هادی آلومینیم-فولاد

هادی شامل هفت و یا تعداد بیشتری مفتول از جنس فولاد و آلومینیم می‌باشد، بطوریکه لایه‌های داخلی از جنس فولاد و لایه‌های خارجی از جنس آلومینیم می‌باشند.

۲-۴-قطر هادی

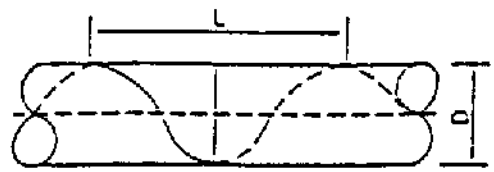
متوسط دو اندازه‌گیری از مقطع هادی با برش عمودی می‌باشد.

۲-۵-جهت لایه

جهت قرار گیری لایه‌ها را روی یکدیگر جهت لایه گویند و به دو حالت راستگرد و چپگرد تقسیم می‌شوند. در لایه راست گرد در صورت مشاهده بطور عمودی، بخش داخلی لایه بصورت حرف Z لاتین می‌باشد و به همین ترتیب برای لایه چپگرد، بخش داخلی در صورت مشاهده بصورت عمودی، بصورت حرف S لاتین می‌باشد. به عبارت دیگر در حالت راست گرد جهت چرخش مفتولها در لایه خارجی در جهت عقربه‌های ساعت و در حالت چپگرد در خلاف جهت عقربه‌های ساعت می‌باشد.

۲-۶-نسبت لایه

نسبت طول محوری یک دور کامل پیچشی که توسط یک مفتول مشخص ایجاد میشود به قطر خارجی مارپیچ مذکور را گویند. در شکل (۳-۱)، L طول محوری و D قطر خارجی مارپیچ است. کوچک بودن نسبت لایه نشانگر قابلیت خمش بیشتر سیم است



شکل (۳-۱): نسبت لایه در یک مفتول از هادی

۲-۷-طول لایه

به طول محوری یک مفتول که دور مارپیچی آن کامل شده اطلاق می‌شود. (L در شکل ۳-۱)

۲-۸-مقاومت مخصوص الکتریکی

مقاومت الکتریکی هادی در واحد سطح و واحد طول هادی می‌باشد که تابع درجه خلوص و شرایط محیطی می‌باشد.

۲-۹-ضریب حرارتی مقاومت الکتریکی DC برای جرم ثابت

این ضریب مقدار افزایش مقاومت الکتریکی DC هادی را به ازای یک درجه افزایش دما در هادی نشان می‌دهد.

۲-۱۰- جرم مخصوص یا چگالی

نسبت جرم هادی به حجم هادی را جرم مخصوص هادی گویند.

۲-۱۱- ضریب انبساط طولی

این ضریب مقدار افزایش طول هادی را به ازای یک درجه افزایش دما نشان می‌دهد.

۲-۱۲- نیروی گسیختگی

مقدار نیروی لازم جهت گسیختن مفتول یا هادی را گویند.

۲-۱۳- اصلی کردن هادی

بستن هادی به مقره توسط مفتول را اصلی کردن هادی گویند و به دو صورت زیر انجام می‌شود:

- اصلی کردن هادی به بالای مقره
- اصلی کردن هادی به کنار مقره

۲-۱۴- مفتول اصلی

مفتولی است که جهت بستن هادی به مقره به کار میرود.

۲-۱۵- آزمون نوعی

این آزمون جهت حصول اطمینان از تحقق مشخصات و عملکرد یک هادی که برای اولین بار طراحی شده است می‌باشد.

۲-۱۶- آزمون نمونه‌ای

این آزمون جهت اطمینان از تطابق مشخصات یک کالا با آنچه در استاندارد مربوطه عنوان شده است می‌باشد.

فهرست مطالب

۳- مشخصات فنی هادیهای ACSR

۳-۱- سیستم نام‌گذاری (طبق استاندارد IEC 1089)

۳-۱-۱- تعیین کد مشخصات مفتول

در هادی‌های خطوط توزیع از مفتولهایی استفاده می‌شود که علائم مخصوص به خود را دارند و از علائم در نام‌گذاری استفاده می‌شود. این مفتولها و نام آنها در زیر آمده‌اند:

۱- A1: آلومینیوم سخت اشاره شده در استاندارد IEC 889

۲- A2: آلیاژ آلومینیوم از نوع B اشاره شده در استاندارد IEC 104

۳- A3: آلیاژ آلومینیوم از نوع A اشاره شده در استاندارد IEC 104

۴- مفتول فولادی با استحکام معمولی که با S1A یا S1B مشخص می‌شود. S1 نشان دهنده نوع مفتول و حروف A و B کلاس پوشش روی مفتول فولادی را نشان می‌دهد. (در مورد کلاس پوشش روی به بند ۴-۲-۵ مراجعه شود.)

۵- مفتول فولادی با استحکام زیاد که با S2A یا S2B نشان داده می‌شود. در اینجا هم S2 نشان دهنده نوع مفتول و حروف A و B کلاس پوشش روی را نشان می‌دهند.

۶- مفتول فولادی با استحکام خیلی زیاد که با S3A نشان داده می‌شود. استاندارد مربوط به سه مفتول آخر در IEC 888 آمده است.

نام هادی‌هایی که در استاندارد IEC 1089 آمده است به شرح زیر می‌باشد.

A1, A2, A3

A1/S1A, A1/S1B, A1/S2A, A1/S2B, A1/S3B, A1/S1A

A2/S1B, A2/S3A, A2/S1A

A3/S1B, A3/S3A, A1/A2, A1/A3

۳-۱-۲- تعیین کد مشخصات هادی

برای بیان کردن مشخصات فیزیکی هادی علاوه بر نوع مفتول که در قسمت قبل شیوه نام‌گذاری آن اشاره شد، سطح مقطع هادی و تعداد مفتولها باید مشخص شود. برای اینکار سطح مقطع هادی برحسب میلیمتر مربع در کد مشخص کننده هادی آورده می‌شود. علاوه بر سطح مقطع، تعداد هر گروه از مفتولها نیز در این کد آورده می‌شود. شیوه کد نویسی به شکل زیر است.

تعداد مفتولها – کد مشخص کننده جنس مفتولها- سطح مقطع موثر

مثال:

کد 500-A1-37 نشان دهنده یک هادی متشکل از ۳۷ مفتول آلومینیومی با کد A1 و سطح مقطع $500mm^2$ است.

کد 500-A1/S3A-45/7 نشان دهنده یک هادی متشکل از ۴۵ مفتول آلومینیومی با کد A1 و ۷ مفتول فولادی با کد S3A است که سطح مقطع موثری برابر با $500mm^2$ دارد.

اگر هادی از دو نوع مفتول ساخته شده باشد در قسمت کد مشخص کننده جنس مفتول ابتدا کد مربوط به مفتول بیرونی و سپس کد مربوط به مفتول تشکیل دهنده هسته آورده می‌شود.

سطح مقطعی که در سمت چپ کد نوشته می‌شود سطح مقطع موثر هادی است و برای محاسبه سطح مقطع واقعی مراجعه به ضمیمه D استاندارد IEC 1089 پیشنهاد می‌شود.

۳-۲-مشخصات هادی

۳-۲-۱- جنس ماده

هادی‌های استاندارد از مفتولهای آلومینیومی و یا مفتولهای آلومینیومی همراه با مفتولهای فولادی با پوشش روی ساخته می‌شوند. این مفتولها باید قبل از تابیده شدن شرایط موجود در استانداردهای IEC 104 و IEC 888 و IEC 889 را احراز کرده باشند. (همچنین اطلاعاتی در این زمینه در قسمت مشخصات مفتولهای آلومینیومی و فولادی همین استاندارد آمده است.)

۳-۲-۲- اندازه هادی

جداولی شامل اندازه هادی در ضمیمه D استاندارد IEC 1088 به عنوان راهنما آورده شده است. توصیه می‌شود که اندازه هادی برای یک طراحی جدید از این جدول انتخاب شود.

انواع هادی‌های استانداردی که در ایران استفاده می‌شوند در جدول ۴ آورده شده است.

۳-۲-۳- سطح هادی

سطح خارجی هادی باید یکنواخت و فاقد هرگونه زدگی که با چشم غیر مسلح دیده می‌شود باشد.

۳-۳- بافتن

نکات زیر در مورد بافتن مفتولها باید مدنظر باشد:

۱. تمام مفتولها باید بصورت متحدالمرکز تابیده شده باشند.

۲. لایه‌های مفتول مجاور باید در خلاف جهت هم پیچیده شوند. جهت قرار گرفتن لایه بیرونی باید راستگرد باشد مگر اینکه خریدار خلاف آن را خواسته باشد.

۳. مفتولها در هر لایه باید بصورت یکنواخت، فشرده و نزدیک به هم روی لایه مفتول یا مفتولهای زیرین قرار بگیرند.

۴. نسبت لایه مربوط به مفتولهای فولادی با پوشش روی باید بصورت زیر باشد:

الف- نسبت لایه مربوط به لایه ۶ مفتولی در هسته‌های با تعداد ۷ و ۱۹ مفتول فولادی نباید کمتر از ۱۶ و بیشتر از ۲۶ باشد.

ب- نسبت لایه مربوط به لایه ۱۲ مفتولی در هسته‌های با ۱۹ مفتول فولادی نباید کمتر از ۱۴ و بیشتر از ۲۲ باشد.

۵. نسبت لایه مربوط به لایه‌های آلومینیومی همه انواع هادی‌ها به شرح زیر است:

الف- نسبت لایه مربوط به لایه بیرونی مفتولهای آلومینیومی نباید کمتر از ۱۰ و بیشتر از ۱۴ باشد.

ب- نسبت لایه مربوط به لایه‌های درونی نباید کمتر از ۱۰ و بیشتر از ۱۶ باشد.

۶. در هادی‌هایی که هسته از جنس مفتول فولادی است و تعداد مفتولهای فولادی ۱۹ تا است، نسبت لایه مربوط به لایه ۱۲ تایی نباید بزرگتر از نسبت لایه مربوط به لایه ۶ تایی باشد. بطور مشابه در هادی‌ها با چند لایه آلومینیوم، نسبت لایه مربوط به لایه‌های بالاتر از لایه‌های زیرین نباید بیشتر باشد. در جدول ۱ تعداد و نسبت لایه‌ها برای هادی‌های ACSR معمول آمده است.

۷. تمامی لایه‌های فولادی باید بصورت طبیعی در محل مربوط به خودشان قرار گیرند و در جایی که هسته بریده می‌شود، انتهای مفتول باید در جای مربوطه خود همچنان قرار داشته باشد و یا بتوان با دست براحتی آن را دوباره در جای خود قرار داد. این وضعیت در مورد لایه‌های آلومینیومی بیرونی هم باید برقرار باشد.

۸. قبل از بافتن، باید مفتولهای آلومینیومی و فولادی تقریباً هم‌دما شوند.

جدول(۱) : نسبت لایه‌ها برای هادیهای ACSR

نسبت لایه برای لایه‌های آلومینیومی								نسبت لایه برای هسته فولادی		نسبت قطر مفتول آلومینیومی به قطر مفتول فولادی	تعداد مفتولها	
لایه ۲۴ مفتولی		لایه ۱۸ مفتولی		لایه ۱۲ مفتولی		لایه ۶ مفتولی						
حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل		فولاد	آلومینیم
-	-	-	-	-	-	۱۴	۱۰	-	-	۱/۰۰	۱	۶
-	-	-	-	-	-	۱۴	۱۰	۲۸	۱۳	۳/۰۰	۷	۶
-	-	-	-	۱۴	۱۰	-	-	۲۸	۱۳	۱/۰۰	۷	۱۲
-	-	-	-	۱۴	۱۰	۱۶	۱۰	-	-	۱/۰۰	۱	۱۸
-	-	۱۴	۱۰	۱۶	۱۰	-	-	۲۸	۱۳	۱/۰۰	۷	۳۰
۱۴	۱۰	۱۶	۱۰	۱۷	۱۰	-	-	۲۸	۱۳	۱/۰۰	۷	۵۴

۳-۴- اتصالات

نکات زیر در مورد اتصال بین مفتول‌ها باید مدنظر باشد:

۱. نباید هیچ نوع اتصالی بین مفتولهای فولادی با پوشش روی، در هنگام تابیدن مفتولها ایجاد شود.

۲. اتصالات مربوط به مفتول آلومینیومی باید مطابق استانداردهای IEC 104 و IEC 889 باشند. خلاصه‌ای از چگونگی اتصالات در قسمت مشخصات مفتولهای آلومینیومی و فولادی همین استاندارد آمده است.

۳. در جریان تابیدن نباید مفتولهای آلومینیومی به منظور افزایش طول به همدیگر جوش داده شوند.

۴. اتصالاتی که در مفتولهای آلومینیومی مجاز شمرده شده‌اند؛ در جریان تابیده شدن ممکن است شکسته و جدا شوند. این موضوع مربوط به ناقص بودن مفتول یا استفاده از مفتول با طول کوتاه نمی‌باشد. اتصالات باید با شکل هندسی مفتول اصلی مطابقت داده شوند. به این معنی که اتصال به گونه‌ای برقرار شود که قطر مفتول در قسمت جوش خوردگی با قطر مفتول اصلی برابر باشد و در عین حال مفتول در محل جوش خوردگی نباید پیچ خوردگی داشته باشد. اتصالات در مفتولهای آلومینیومی از تعداد مشخص شده در جدول ۲ نباید بیشتر شوند. این اتصالات نباید فاصله‌ای کمتر از ۱۵ متر داشته باشند.

جدول (۲): تعداد اتصالات مجاز در هادی‌های آلومینیومی

تعداد اتصالات مجاز برای طول هادی	تعداد لایه‌های آلومینیوم
۲	۱
۳	۲
۴	۳
۵	۴

اتصالات در مفتولهای آلومینیومی با جوشکاری سر به سر الکتریکی[1] یا جوش سرد تحت فشار[2] انجام شود. در نوع اول اتصال تا ۲۵۰ میلیمتر در دو طرف اتصال باید بصورت الکتریکی خنک شود. (در بعضی از کشورها مرسوم است که در مفتولهای آلومینیومی نوع A2 و A3، در جوش فشاری سرد عمل سرد کردن انجام شود).

۳-۵- وزن واحد طول

در مورد وزن واحد طول نکات زیر باید مدنظر باشد:

جرم واحد طول هادی‌ها در جداول ضمیمه D، استاندارد IEC1089 طبق چگالی داده شده در استانداردهای اشاره شده در ۳-۱-۱ محاسبه شده است. مقادیر افزایش در کمیتها، (که در نتیجه تابیدن مفتولها حاصل می‌شود) و وزن در واحد طول تعدادی از هادی‌ها در جدول (۳) آمده است.

هرگاه که هادی به گریس آغشته شد جرم نامی گریس باید طبق روش ارائه شده در ضمیمه C استاندارد IEC1089 محاسبه شود. وزن گریس برای هادی‌های مختلف مطابق جدول (۴) می‌باشد این مقادیر تقریبی و برای گریس با وزن ۸۷ گرم بر دسیمتر مکعب است. چسبندگی گریس باید بگونه‌ای باشد که در دمای کار سیم از لایه‌های سیم جاری نشود. نسبت حجم گریس به حجم فضای خالی لایه‌ها که بصورت تئوری محاسبه می‌شود از ۰/۷ نباید کمتر باشد.

---

[1] - Electric Butt Welding

[2] - Cold Pressure Welding

جدول (۳): مقدار استاندارد افزایش در کمیت‌ها به دلیل تابیدن

درصد افزایش		مشخصات هادی تابیده شده			
مقاومت	جرم	فولاد		آلومینیوم	
الکتریکی	فولاد	آلومینیوم	تعداد لایه‌ها *	تعداد مفتولها	تعداد لایه‌ها *	تعداد مفتولها
۱/۵۲	-	۱/۵۲	-	۱	۱	۶
۱/۹۰	-	۱/۹۰	-	۱	۲	۱۸
۱/۳۱	-	۱/۳۱	-	-	۱	۷
۱/۹۰	-	۱/۹۰	-	۱	۲	۱۸
۲/۰۴	۰/۴۳	۲/۰۴	۱	۷	۲	۲۲
۲/۱۶	۰/۴۳	۲/۱۶	۱	۷	۲	۲۶
۱/۸۰	-	۱/۸۰	-	-	۲	۱۹
۲/۰۴	-	۲/۰۴	-	-	۳	۳۷
۲/۱۹	-	۲/۱۹	-	-	۴	۶۱
۲/۲۳	۰/۴۳	۲/۲۳	۱	۷	۳	۴۵
۲/۳۳	۰/۴۳	۲/۳۳	۱	۷	۳	۵۴
۲/۳۲	۰/۴۳	۲/۳۲	۱	۷	۴	۷۲
۲/۴۰	۰/۴۳	۲/۴۰	۱	۷	۴	۸۴
۲/۳۰	-	۲/۳۰	-	-	۵	۹۱
۲/۳۳	۰/۷۷	۲/۳۳	۲	۱۹	۳	۵۴
۲/۳۲	۰/۷۷	۲/۳۲	۲	۱۹	۴	۷۲
۲/۴۰	۰/۷۷	۲/۴۰	۲	۱۹	۴	۸۴

* تعداد لایه‌های هر نوع از مفتولها شامل مفتول مرکزی نمی‌باشد.

جدول (۳) : مشخصه‌های آلومینیم- فولاد استاندارد شبکه‌های توزیع فشار متوسط

نام تجاری	تعداد مفتول		قطر مفتول (mm)		قطر نهائی (mm)	سطح مقطع (mm^2)			وزن (kg/km)				مقاومت DC Ω/km	نیروی گسیختگی N	راکتانس Ω/km
	آلومینیم	فولاد	آلومینیم	فولاد		آلومینیم	فولاد	کل	آلومینیم	فولاد	کل	گربه			
فاکس	۶	۱	۲/۷۹	۲/۷۹	۸/۳۸	۳۶/۶۶	۶/۱۱	۴۲/۷۷	۱۰۱	۴۸	۱۴۹	۷/۵	۰/۷۸۲۲	۱۲۸۱۲	۰/۲۸۳۵
مینک	۶	۱	۳/۶۶	۳/۶۶	۱۰/۹۸	۶۳/۱۳	۱۰/۵۲	۷۳/۶۵	۱۷۳	۸۲	۲۵۵	۱۲/۹	۰/۴۵۴۵	۲۱۳۱۳	۰/۲۶۶۴
هاینا	۷	۷	۴/۳۹	۱/۹۳	۱۴/۵۷	۱۰۵/۹۵	۲۰/۴۸	۱۲۶/۴۳	۲۹۰	۱۶۰	۴۵۰	۲۱	۰/۲۷۱۲	۳۹۹۷۷	۰/۲۴۶۴
لینکس	۳۰	۷	۲/۷۹	۲/۷۹	۱۹/۵۳	۱۸۳/۴	۴۲/۷۷	۲۲۶/۲	۵۰۷	۳۳۵	۸۴۲	۴۴/۷	۰/۱۵۷۶	۷۹۸۰۰	۰/۲۲۷۷

۳-۶- نیروی گسیختگی هادی

نکات زیر در مورد نیروی گسیختگی هادی باید مدنظر باشد:

۱- مقدار نیروی کشش نامی مربوط به هادی‌های آلومینیومی متقارن از مجموع نیروی کشش مینیمم همه مفتولهای هادی طبق روش گفته شده در ادامه همین بند محاسبه می‌شود.

۲- مقدار نیروی کشش نامی هادی‌های ترکیبی (آلومینیوم و فولاد) از مجموع نیروی کشش قسمت آلومینیومی و قسمت فولادی بدست می‌آید. برای محاسبه نیروی کشش قسمت فولادی در ابتدا باید افزایش طول آلومینیوم درآستانه پارگی را بدست آوریم و سپس نیروی کشش فولاد را به ازای همین مقدار افزایش طول محاسبه کنیم و آنگاه در بند ۱ بخش ۳-۶ از این عدد استفاده کنیم.

۳- نیروی کشش نامی هادی‌های ترکیبی آلومینیوم (A1/A2 یا A1/A3) از مجموع نیروی کشش قسمت A1 بعلاوه ۹۵ درصد نیروی کشش قسمت A2 یا A3 بدست می‌آید.

۴- نیروی کشش هر مفتول از حاصلضرب سطح مقطع نامی و نیروی کشش مینیمم داده شده در استانداردهای IEC 888, IEC 889, IEC 104 بدست می‌آید.

نیروی گسیختگی نباید از مقدار درج شده در جدول ۴ کمتر باشد.

۳-۷- بسته‌بندی

سازنده باید مفتولها را با استفاده از قرقره‌ای مقاوم در مقابل رطوبت هوا و صدمات مکانیکی بسته‌بندی نماید. موارد زیر با استفاده از برچسب ضد رطوبت برروی قرقره و در داخل آن باید درج شود.

الف- نام کالا

ب- شماره سریال کارخانه

پ- نام سازنده

ت- شماره سفارش

ث- مقصد

ج- وزن ناخالص

چ- وزن خالص

ح- وزن قرقره

خ- شرایط نگهداری

د- تاریخ ساخت

ذ- نوع هادی

ر- متراژ سیم

ز- فلش روی قرقره (به منظور مشخص کردن جهت و سوی بازکردن قرقره)

۳-۸-نقشه‌ها و مدارک

۳-۸-۱- اطلاعاتی که بوسیله خریدار باید به فروشنده داده شود

الف- سطح مقطع هادی، کد و شیوه تابیدن هادی.

ب- طول هادی پیچیده شده برروی هر قرقره، تلورانس آن و محل نصب آن.

پ- نوع و اندازه بسته‌بندی و روش بسته‌بندی.

ت- رعایت شرایط خاص در بسته‌بندی (در صورتی که لازم باشد).

ث- رعایت نکات خاص در تخته پوش کردن (در صورتی که لازم باشد).

ج- اگر بازرسی لازم باشد، انجام بازرسی و محل آن باید ذکر شود.

چ- آیا آزمایش روی مفتولها بعد از تابیدن مفتولها لازم است یا خیر؟

ح- آیا آزمایش نیروی گسیختگی روی هادی‌ها لازم است یا خیر؟

خ- آیا آزمایش کشش – تنش روی هادی لازم است یا خیر؟

د- جهت لایه. اگر این بخش از اطلاعات خالی گذاشته شود، جهت لایه بیرونی راستگرد انتخاب می‌شود.

ذ- شرایط مربوط به گریس کاری.

ر- جدول مقادیر نامی و مشخصات هادی (جدول ۵)

جدول (۵): مشخصات هادی که توسط خریدار تکمیل می‌گردد

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۱	ولتاژ نامی سیستم	کیلوولت	*
۲	حداکثر ولتاژ سیستم	کیلوولت	*
۳	فرکانس سیستم	هرتز	۵۰
۴	جریان نامی	آمپر	*
۵	جریان اتصال کوتاه	کیلو آمپر	*
۶	نوع هادی		*
۷	حداکثر درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	۴۰/۴۵/۵۰/۵۵
۸	حداقل درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	۵-/۲۵-/۳۵-/۴۰-
۹	ارتفاع از سطح دریا	متر	۱۰۰۰/۱۵۰۰/۲۰۰۰/۲۵۰۰
۱۰	نام بین‌المللی هادی		*
۱۱	سطح مقطع هادی	میلی‌متر مربع	*
۱۲	تعداد رشته‌های آلومینیومی		*
۱۳	تعداد رشته‌های فولادی		*
۱۴	وزن	کیلوگرم در کیلومتر نیوتن	*
۱۵	حداقل استحکام گسیختگی		*
۱۶	پوشش هسته فولادی		
۱-۱۶	کلاس		*
۲-۱۶	نوع		*
۱۷	آیا گریس لازم است؟	بلی / خیر	*
۱۸	نوع گریس		*
۱۹	جنس قرقره	فلز / چوب	*
۲۰	حداقل طول هادی در یک قرقره	متر	*

* این مقادیر توسط مهندس طراح تعیین می‌گردد.

۳-۸-۲- مدارکی که سازنده ارائه می‌نماید:

مدارک و نقشه‌های الکتریکی و مکانیکی مربوط به طراحی، ساخت، آزمونهای کارخانه‌ای، بسته‌بندی، حمل و نقل، انبارداری، نصب، آزمونهای محلی و بهره‌برداری هادی که به شرح زیر می‌باشند باید ارسال گردند:

- جزئیات بسته‌بندی و حمل و انبارداری
- گزارش آزمونها و گواهی مربوط به موفق بودن آنها
- دستورالعمل نصب، بهره‌برداری و نگهداری
- نقشه‌هایی که ابعاد و شکل قرقره‌های حمل، وزن آنها و نوع و اندازه‌ها و سایر مشخصات آن را نشان بدهد.
- توضیحات کامل مربوط به روش تمیز کردن هادی
- منحنی‌های کشش – تنش در بازه‌های زمانی یک ساعت، ۲۴ ساعت، ۳۰ روز، یک سال و ۱۰ سال با در نظر گرفتن خستگی هادی
- توصیف تسهیلات موجود برای انجام آزمونها توسط سازنده
- پیشنهاد سازنده برای حداقل قطر قرقره‌های سیم‌کشی
- منحنی اتصال کوتاه
- جداول زمانی
- منحنی‌های جریان برحسب افزایش درجه حرارت از صفر تا ۶۰ درجه سانتیگراد بیش از دمای محیط (دمای محیط برابر با ۴۰ درجه سانتیگراد)
- جدول مشخصات فنی (جدول ۶)

۳-۸-۳- کنترل کیفیت

سازنده باید برنامه‌ریزی و ایجاد کنترل کیفیت نماید. بطوریکه مدیریت، طراحی و وظایف فنی او را تایید نماید و این برنامه می‌بایستی طبق استاندارد ایزو ۹۰۰۰ باشد.

جدول (۶): جدول مشخصات تضمین شده هادی که بوسیله سازنده پر می‌شود.

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۱	نوع هادی		
۲	نام هادی		
۳	سطح مقطع کل	میلی‌متر مربع	
۴	سطح مقطع آلومینیوم	میلی‌متر مربع	
۵	سطح مقطع فولاد	میلی‌متر مربع	
۶	قطر هادی	میلی‌متر	
۷	تعداد و قطر رشته‌های آلومینیومی	تعداد / میلی‌متر	
۸	تعداد و قطر رشته‌های فولادی	تعداد / میلی‌متر	
۹	تعداد لایه‌های آلومینیوم		
۱۰	تعداد لایه‌های فولاد		
۱۱	حد نهایی پارگی هادی (تضمین شده)	نیوتن	
۱۲	حداقل درجه حرارت پیری	سانتیگراد	
۱۳	سیم‌های آلومینیومی (قبل از تابیده شدن):		
۱-۱۳	تنش در کشش پارگی	نیوتن بر میلیمتر مربع	
۲-۱۳	اضافه طول در ۲۵۰ میلی‌متر		
۳-۱۳	اضافه طول هادی در لحظه پارگی	درصد	
۴-۱۳	حداقل هدایت الکتریکی		
۵-۱۳	سختی براساس ASTM 230		
۱۴	سیم‌های فولادی (قبل از تابیده شدن):		
۱-۱۴	تنش در کشش پارگی	نیوتن بر میلیمتر مربع	
۲-۱۴	اضافه طول در ۲۵۰ میلیمتر		
۳-۱۴	اضافه طول هادی در لحظه پارگی	درصد	
۴-۱۴	حداقل تنش در یک درصد اضافه طول	نیوتن بر میلیمتر مربع	
۱۵	مدول الاستیسیته معادل (نهایی و اولیه)	نیوتن بر میلیمتر مربع	

ادامه جدول (۶):

ردیف	شرح		مشخصات فنی
۱۶	ضریب انبساطی طول معادل	سانتیگراد	
۱۷	حداکثر مقاومت dc اندازه‌گیری شده		
	در هر کیلومتر در $۲۰^{\circ}C$	اهم	
۱۸	حداکثر جریان بار دائم مفروض:		
۱-۱۸	حداقل درجه حرارت محیط،		
	دمای هادی $۷۵^{\circ}C$	آمپر	
۲-۱۸	حداکثر درجه حرارت محیط		
	دمای هادی $۷۵^{\circ}C$	آمپر	
۱۹	وزن هادی در هر کیلومتر	کیلوگرم	
۲۰	طول هادی روی قرقره	متر	
۲۱	وزن قرقره بدون هادی	کیلوگرم	
۲۲	وزن قرقره کامل با هادی	کیلوگرم	
۲۳	قطر قرقره حمل هادی	سانتیمتر	
۲۴	جنس قرقره	فلز / چوب	
۲۵	مقاومت AC هادی در فرکانس نامی:		
۱-۲۵	در $۲۵^{\circ}C$	اهم بر کیلومتر	
۲-۲۵	در $۵۰^{\circ}C$	اهم بر کیلومتر	
۳-۲۵	در $۷۵^{\circ}C$	اهم بر کیلومتر	
۴-۲۵	در $۱۰۰^{\circ}C$		
	راکتانس القایی در فاصله معادل یک متر (X_a)	اهم بر کیلومتر	
۲۷	راکتانس خازنی هادی در فاصله معادل یک متر در فرکانس نامی	مگا اهم بر کیلومتر	
	حداقل طول هادی در یک قرقره	متر	
۲۸	شعاع متوسط هندسی (GMR) در فرکانس نامی	سانتیمتر	
۲۹	نوع گریس بکاررفته در هادی		

۳-۱۰ زبان

زبان مورد استفاده فارسی و در صورت نیاز انگلیسی می‌باشد.

۳-۱۱ تحویل محصول

هادی‌ها باید روی قرقره حمل گردند. در هنگام بسته‌بندی،هادی نباید با هیچ گونه مواد آلوده کننده تماس پیدا کند. بجز حالت خاص توافق شده، قرقره باید دارای حداقل قطر ۱۰۰۰ میلیمتر و دارای سوراخ حدود ۱۰۰ میلیمتر باشد. پس از پرشدن قرقره کلیه سطوح دور تا دور قرقره با روش‌های مناسب و با استفاده از چوب یا مواد مقاوم دیگر در برابر ضربه پوشانده شود تا هادی از آسیبهای احتمالی حفاظت شود. قرقره بایستی قادر به تحمل نیروهایی که در اثر بستن زنجیر در حین کار به آن وارد می‌شود، باشد. هر دو سر ابتدا و انتهای هادی باید محکم و مطمئن به قرقره بسته شود. قرقره‌ها باید بنحوی طراحی و ساخته شوند و از چنان استحکامی برخوردار باشند که تحویل سالم کالا به مقصد کاملاً تضمین شود و هیچگونه تغییر شکل، خراشیدگی و صدمه‌ای در حین حمل در مسیر به کالا وارد نیاید. جهت رول کردن باید با علامت فلش دیواره جانبی قرقره نشان داده شود.

هنگام حمل قرقره هادی توسط وسیله حمل، محور قرقره باید با جهت حرکت موازی باشد. هنگام بلند کردن قرقره باید ابتدا بتوان میله‌ای را در حفره داخلی قرقره قرار داده و سپس با استفاده از زنجیر و وسایل مشابه آن را بلند نمود.

قرقره‌ها باید همواره هم برای جابجایی و هم برای انبارداری بصورت عمودی نگاه داشته شوند و علامت مشخص کننده این وضعیت استقرار باید توسط پلاکی روی قرقره نشان داده شود.

قرقره‌ها باید همواره در جهت فلش رول شوند. رول شدن قرقره نباید روی سطح سخت انجام گیرد.

فهرست مطالب

۴- مشخصات فنی مفتولهای فولادی و آلومینیومی

۴-۱- مشخصات مفتولهای آلومینیومی

این مفتولها باید مطابق با استاندارد BS215 و یا استانداردهای IEC104 و IEC889 و IEC888 بوده و مشخصات آنها بگونه‌ای باشد که شرایط مندرج در این استانداردها را برآورده کنند.

۴-۱-۱- مقاومت مخصوص الکتریکی مفتول آلومینیمی

مقاومت الکتریکی آلومینیم تابع درجه خلوص و شرایط فیزیکی آن است. بر طبق این استاندارد مقاومت مخصوص الکتریکی مفتول مورد نظر ماکزیمم برابر با ۲/۸۲۶۴ $\mu\Omega cm$ در دمای ۲۰ $^{\circ}C$ می‌باشد که این مقدار باید در محاسبات موردنظر به عنوان مقاومت مخصوص الکتریکی استاندارد شده به کار گرفته شود.

۴-۱-۲- جرم مخصوص مفتول آلومینیمی

جرم مخصوص مفتول آلومینیمی در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد باید برابر با ۲/۷۰۳ گرم بر سانتی متر مکعب باشد البته این واحد میتواند بصورت ۲/۷۰۳ کیلوگرم بر دسیمتر مکعب هم بیان بشود.

۴-۱-۳- ضریب حرارتی مقاومت الکتریکی DC در جرم ثابت برای مفتول آلومینیمی

این ضریب معمولاً با α نشان داده میشود.در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و جرم ثابت برای مفتولهای آلومینیمی برابر با $^{1}/_{C}$ ۰/۰۰۴۰۳ می‌باشد. در حین انجام آزمایش دو نقطه اتصال جهت اندازه‌گیری پتانسیل باید محکم به مفتول تحت آزمایش متصل شده باشد. جهت محاسبه مقاومت الکتریکی هادی در دمای t درجه سانتیگراد از رابطه زیر استفاده میشود.

$$R_t = R_T[1+\alpha(t-T)]$$

که در رابطه فوق R_T مقاومت هادی در دمای T درجه سانتیگراد می‌باشد. ضریب α برای محدوده ۱۰ تا ۳۰ درجه صادق است ولی میتوان برای دماهای بالاتر با تقریب قابل قبولی برای محاسبات مهندسی از آن استفاده کرد.

۴-۱-۴- ضریب انبساط طولی مفتولی آلومینیمی

این ضریب برای مفتولهای مذکور برابر با ۲۳×۱۰^{-۶} $1/°C$ در نظر گرفته میشود.

۴-۱-۵- نیروی گسیختگی مفتولهای آلومینیمی

مقادیر نیروی گسیختگی برای مقاطع مختلف مفتولها متفاوت می‌باشد که حداقل این نیروها در جدول (۷) مشخص شده است.

۴-۱-۶- قطر مفتولهای آلومینیمی

قطر مفتولهای آلومینیمی مطابق با استاندارد، طبق جدول ۷ می‌باشد که محدوده تغییرات مجاز آنها برابر با۱ ± درصد می‌باشد.

جدول (۷) : مشخصات مفتولهای آلومینیمی

حداقل نیروی گسیختگی (N)	مقاومت الکتریکی در ۲۰ درجه سانتیگراد (Ω/km)	وزن (kg/km)	سطح مقطع استاندارد (mm^2)	قطر استاندارد (mm)
۷۷۰	۶/۴۶۱	۱۱/۸۲	۴/۳۷۴	۲/۳۶
۹۰۶	۵/۳۶۵	۱۴/۲۴	۵/۲۶۹	۲/۵۹
۱۰۳۰	۴/۶۲۳	۱۶/۵۳	۶/۱۱۴	۲/۷۹
۱۱۹۰	۳/۹۹۹	۱۹/۱۱	۷/۰۶۹	۳/۰۰
۱۳۱۰	۳/۵۵۹	۲۱/۴۷	۷/۹۴۲	۳/۱۸
۱۴۵۰	۳/۲۰۷	۲۳/۸۲	۸/۸۱۴	۳/۳۵
۱۶۶۰	۲/۷۶۱	۲۷/۶۷	۱۰/۲۴	۳/۶۱
۱۷۰۱	۲/۶۸۷	۲۸/۴۴	۱۰/۵۲۱	۳/۶۶
۱۸۷۰	۲/۴۱۵	۳۱/۶۳	۱۱/۷۰	۳/۸۶
۲۴۰۳	۱/۸۷۵	۴۰/۹۰	۱۵/۱۳۶	۴/۳۹
۲۷۸۰	۱/۶۱۵	۴۷/۳۰	۱۷/۵۰	۴/۷۲

۴-۲- مشخصات مفتولهای فولادی

مفتولهای فولادی دارای روکش بوده و مشخصات آنها باید بگونه‌ای باشد که شرایط مندرج در این استاندارد را برآورده سازد.

۴-۲-۱- جرم مخصوص مفتولهای فولادی

چگالی این مفتولهای فولادی روکش شده در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد برابر با ۷/۸۰ گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد. (این واحد میتواند بر حسب کیلوگرم بر دسی متر مکعب هم بیان شود.)

۴-۲-۲- ضریب انبساط حرارتی مفتولهای فولادی

ضریب انبساط حرارتی را برای مفتولهای فولادی که نقش هسته برای هادیهای ACSR را دارند برابر با مقدار $^{1}/_{C}$ $۱۱/۵\times۱۰^{-۶}$ است.

۴-۲-۳- نیروی گسیختگی مفتولهای فولادی

این نیرو همانند مفتولهای آلومینیومی برای مقاطع مختلف متفاوت می‌باشد و جدول ۸ مقادیر این نیروها را ارائه کرده است.

۴-۲-۴- قراردادن پوشش روی در سطح مفتولهای فولادی

جهت جلوگیری از زنگ زدگی مفتولهای فولادی باید آنها را با پوشش روی پوشاند. این پوشش میتواند هم از طریق حرارت و هم از طریق الکترولیت بر روی فولاد کشیده شود. وزن روی برای هر متر مربع از مفتول فولادی برای مقاطع مختلف متفاوت است. جدول ۲ مشخصات مفتولهای فولادی را ارائه می‌کند.

۴-۲-۵- قطر مفتولهای فولادی

قطر مفتولهای فولادی باید مطابق با جدول ۸ بوده و میزان محدوده مجاز تغییرات قطر آنها برای مفتولهای کمتر از ۲ میلیمتر برابر با ۰/۰۴ ± میلیمتر و برای مفتولهای با قطر بیش از ۲ میلیمتر برابر با ۰/۰۲ ± می‌باشد. قطر پوشش روی کشیده شده بر مفتولهای فولادی بر حسب قطر مفتول متفاوت است. جدول ۹ مقدار وزن بر حسب گرم بر متر مربع را برای کلاسهای ۱و۲ این نوع مفتولها ارائه می‌کند. این دو کلاس هر یک براساس کمترین جرم روی برواحد سطح تعریف می‌شوند.

جدول(۸) : مشخصات مفتولهای فولادی

حداقل نیرو در قطر استاندارد مفتول برای ۱٪ افزایش طول (N)	وزن (kg/km)	سطح مقطع استانداردمفتول (mm^2)	قطر استاندارد (mm)
۲۲۸۰	۱۵/۱۰	۱/۹۳۶	۱/۵۷
۴۹۹۰	۳۴/۱۲	۴/۳۷۴	۲/۳۶
۶۰۱۰	۴۱/۰۹	۵/۲۶۹	۲/۵۹
۶۹۷۰	۴۷/۶۹	۶/۱۱۴	۲/۷۹
۸۰۶۰	۵۵/۱۳	۷/۰۶۹	۳/۰۰
۸۷۴۰	۶۱/۹۵	۷/۹۴۲	۳/۱۸
۹۷۰۰	۶۸/۷۵	۸/۸۱۴	۳/۳۵
۱۱۲۶۰	۷۹/۸۴	۱۰/۲۴	۳/۶۱
۱۲۸۷۰	۹۱/۲۸	۱۱/۷	۳/۸۶

جدول (۹) : وزن پوشش روی

حداقل وزن پوشش روی مورد نیاز gr/m^2		قطر مفتول (mm)	
کلاس ۲	کلاس ۱	تا قطر	از قطر
۳۷۰	۱۸۵	۱/۵	۱/۲۴
۴۰۰	۲۰۰	۱/۷۵	۱/۵
۴۳۰	۲۱۵	۲/۲۵	۱/۷۵
۴۶۰	۲۳۰	۳/۰۰	۲/۲۵
۴۹۰	۲۴۵	۳/۵۰	۳/۰۰
۵۲۰	۲۶۰	۴/۲۵	۳/۵۰
۵۵۰	۲۷۵	۴/۷۵	۴/۲۵
۵۸۰	۲۹۰	۵/۵	۴/۷۵

۴-۳- چگونگی اتصالات در مفتولهای آلومینیومی و فولادی

۴-۳-۱- اتصالات در مفتولهای آلومینیمی

به علت گسیختگی‌های غیر قابل پیش بینی هنگام ساخت و به منظور استفاده از مفتول با طول کوتاه، به اتصال مفتولهای آلومینیوم نیاز می‌باشد. در این مفتولها، مستقل از تعداد مفتولهای هر هادی، اتصال مفتولهای آلومینیومی باید از طریق جوش سر به سر الکتریکی، جوش سر به سر فشاری سرد یا هر طریق مورد تایید دیگر صورت پذیرد و نیازی نیست که مفتول در نقطه اتصال مشخصات مکانیکی یک مفتول یکسره و بدون اتصال را کاملا دارا باشد و تنها کافی است اتصالاتی که با استفاده از جوش سر به سر الکتریکی انجام شده‌اند، تنشی به میزان حداقل ۷۵ نیوتن بر میلیمتر مربع و اتصالاتی که از طریق جوش سر به سر فشاری سرد انجام شده‌اند، تنشی به میزان ۱۳۰ نیوتن بر میلیمتر مربع را تحمل کند. فاصله دو اتصال در یک هادی نباید کمتر از ۱۵ متر باشد و در اتصالاتی که از طریق جوش سربه سر الکتریکی ایجاد شده‌اند، باید پس از جوشکاری در محدوده‌ای به طول ۲۵۰ میلیمتر در هر دو طرف نقطه اتصال تنش پسماند به طریق عملیات حرارتی از بین برود. لازم به ذکر است منظور از اتصال در این بند، اتصالاتی که پیش از آخرین مرحله کشش سیمها ایجاد می‌شوند نبوده و این اتصالات مشمول مقررات این بند نمی‌باشد.

۴-۳-۲- اتصالات در مفتولهای فولادی

هیچ اتصالی، از هر نوع در طول مفتولهای فولادی مجاز نمی‌باشد. تنها اتصالات مجاز، اتصالات با جوش الکتریکی بصورت سر به سر الکتریکی و در مراحل پیش از کشش می‌باشد. در صورتیکه هادی دارای هفت مفتول باشد وجود اتصالاتی که پس از مرحله نهایی کشش ایجاد می‌شوند نیز به شرطی که فاصله دو اتصال در یک هادی بیش از ۱۵ متر باشد بلامانع است. در این صورت این اتصال باید از طریق جوش سربه سر الکتریکی انجام پذیرد و در مقابل خوردگی به نحو مطلوبی محافظت شود.

جدولهای ۱۰و۱۱و۱۲ مشخصات مکانیکی را برای انواع مفتولهای فولادی با روکش روی ارائه می‌کند.

جدول (۱۰) : مشخصات مکانیکی مفتولهای فولادی عادی

کمترین پیچش مفتول به دور خود در آزمایش پیچش مفتول	قطر میله مورد استفاده در آزمایش پیچش دور میله $(X \times OD)$	حداقل افزایش طول نهائی (٪)	حداقل فشار قابل انبساط نهائی (Mpa)	حداقل فشار در ۱ ٪ کشش (Mpa)	تلرانس قطر مفتول (mm)	قطر مفتول (mm)	
						تا	از
			کلاس ۱ پوشش روی				
۱۸	۱	۳/۰	۱۳۴۰	۱۱۷۰	± ۰/۰۳	۲/۲۵	۱/۲۴
۱۶	۱	۳/۰	۱۳۱۰	۱۱۴۰	± ۰/۰۴	۲/۷۵	۲/۲۵
۱۶	۱	۳/۵	۱۳۱۰	۱۱۴۰	± ۰/۰۵	۳/۰۰	۲/۷۵
۱۴	۱	۳/۵	۱۲۹۰	۱۱۰۰	± ۰/۰۵	۳/۵	۳/۰۰
۱۲	۱	۴/۰	۱۲۹۰	۱۱۰۰	± ۰/۰۶	۴/۲۵	۳/۵
۱۲	۱	۴/۰	۱۲۹۰	۱۱۰۰	± ۰/۰۶	۴/۷۵	۴/۲۵
۱۲	۱	۴/۰	۱۲۹۰	۱۱۰۰	± ۰/۰۷	۵/۵	۴/۷۵
			کلاس ۲ پوشش روی				
-	۱	۴/۰	۱۲۴۰	۱۱۰۰	± ۰/۰۵	۲/۲۵	۱/۲۴
-	۱	۴/۰	۱۲۱۰	۱۰۷۰	± ۰/۰۶	۲/۷۵	۲/۲۵
-	۱	۴/۰	۱۲۱۰	۱۰۷۰	± ۰/۰۶	۳/۰۰	۲/۷۵
-	۱	۴/۰	۱۱۹۰	۱۰۰۰	± ۰/۰۷	۳/۵	۳/۰۰
-	۱	۴/۰	۱۱۹۰	۱۰۰۰	± ۰/۰۹	۴/۲۵	۳/۵
-	۱	۴/۰	۱۱۹۰	۱۰۰۰	± ۰/۱	۴/۷۵	۴/۲۵
-	۱	۴/۰	۱۱۹۰	۱۰۰۰	± ۰/۱۱	۵/۵	۴/۷۵

جدول (۱۱): مشخصات مکانیکی مفتولهای فولادی خیلی سخت

کمترین پیچش مفتول به دور خود در آزمایش پیچش مفتول	قطر میله مورد استفاده در آزمایش پیچش دور میله $(X \times OD)$	حداقل افزایش طول نهائی (٪)	حداقل فشار قابل انبساط نهائی (Mpa)	حداقل فشار در ۱٪ کشش (Mpa)	تلرانس قطر مفتول (mm)	قطر مفتول (mm)	
						تا	از
			کلاس ۱ پوشش روی				
۱۶	۳	۲/۵	۱۴۵۰	۱۳۱۰	± ۰/۰۳	۲/۲۵	۱/۲۴
۱۶	۳		۱۴۱۰	۱۲۸۰	± ۰/۰۴	۲/۷۵	۲/۲۵
۱۶	۴	۲/۵	۱۴۱۰	۱۲۸۰	± ۰/۰۵	۳/۰۰	۲/۷۵
۱۴	۴	۳/۰	۱۴۱۰	۱۲۴۰	± ۰/۰۵	۳/۵	۳/۰۰
۱۲	۴	۳/۰	۱۳۸۰	۱۱۷۰	± ۰/۰۶	۴/۲۵	۳/۵
۱۲	۴	۳/۰	۱۳۸۰	۱۱۷۰	± ۰/۰۶	۴/۷۵	۴/۲۵
۱۲	۴	۳/۰	۱۳۸۰	۱۱۷۰	± ۰/۰۷	۵/۵	۴/۷۵
			کلاس ۲ پوشش روی				
-	۳	۲/۵	۱۳۸۰	۱۲۴۰	± ۰/۰۵	۲/۲۵	۱/۲۴
-	۳	۲/۵	۱۳۴۰	۱۲۱۰	± ۰/۰۶	۲/۷۵	۲/۲۵
-	۴	۳/۰	۱۳۴۰	۱۲۱۰	± ۰/۰۶	۳/۰۰	۲/۷۵
-	۴	۳/۰	۱۳۴۰	۱۱۷۰	± ۰/۰۷	۳/۵	۳/۰۰
-	۴	۳/۰	۱۲۸۰	۱۱۰۰	± ۰/۰۹	۴/۲۵	۳/۵
-	۴	۳/۰	۱۲۸۰	۱۱۰۰	± ۰/۱	۴/۷۵	۴/۲۵
-	۴	۳/۰	۱۲۸۰	۱۱۰۰	± ۰/۱۱	۵/۵	۴/۷۵

جدول (۱۲) : مشخصات مکانیکی مفتولهای فولادی فوق العاده سخت

کمترین پیچش مفتول به دور خود در آزمایش پیچش مفتول	قطر میله مورد استفاده در آزمایش پیچش دور میله $(X \times OD)$	حداقل افزایش طول نهائی (٪)	حداقل فشار قابل انبساط نهائی (Mpa)	حداقل فشار در ۱ ٪ کشش (Mpa)	تلرانس قطر مفتول (mm)	قطر مفتول (mm)	
						تا	از
		کلاس ۱ پوشش روی					
۱۴	۴	۲/۰	۱۶۲۰	۱۴۵۰	± ۰/۰۳	۲/۲۵	۱/۲۴
۱۴	۴	۲/۰	۱۵۹۰	۱۴۱۰	± ۰/۰۴	۲/۷۵	۲/۲۵
۱۲	۵	۲/۵	۱۵۹۰	۱۴۱۰	± ۰/۰۵	۳/۰۰	۲/۷۵
۱۲	۵	۲/۵	۱۵۵۰	۱۳۸۰	± ۰/۰۵	۳/۵	۳/۰۰
۱۰	۵	۲/۵	۱۵۲۰	۱۳۴۰	± ۰/۰۶	۴/۲۵	۳/۵
۱۰	۵	۲/۵	۱۵۲۰	۱۳۴۰	± ۰/۰۶	۴/۷۵	۴/۲۵
۱۰	۵	۲/۵	۱۵۰۰	۱۲۷۰	± ۰/۰۷	۵/۵	۴/۷۵

۴-۳-۳- باقتن مفتولها

الف- مفتولها پیش از باقته شدن باید کلیه شرایط مربوط به خود را که در این استاندارد بیان شده، داشته باشد.

ب- نسبت لایه‌ها برای لایه‌های آلومینیومی باید حداقل برابر ۱۰ و حداکثر برابر ۱۴ باشد و برای هادیهای با دو لایه فولاد یعنی یک مفتول مرکزی و شش مفتول در اطراف مفتول مرکزی باید حداقل برابر ۱۶ و حداکثر برابر ۲۶ باشد. جدول ۱ نسبت لایه‌ها را برای هادیها با مفتول آلومینیومی بیان می‌کند.

ج- جهت چرخشی لایه‌های پی در پی باید با جهت چرخش لایه ماقبلی تفاوت داشته باشد و لایه آخر باید راست گرد باشد.

فهرست مطالب

۵- مشخصات هادیها و مفتولهای خطوط فشار ضعیف

۵-۱- هادیهای مسی

هادیهای مسی مورد نظر این استاندارد باید از نوع سخت بوده و مس مورد استفاده در ساختن آنها باید مطابق با آخرین نشریه استاندارد DIN 0201 باشد. مشخصات فیزیکی مس مورد استفاده به قرار زیر است.

۵-۱-۱- جرم مخصوص یا چگالی

جرم مخصوص مس تشکیل دهنده هادی‌های استاندارد در ۲۰ درجه سانتیگراد باید برابر با ۸/۹ کیلوگرم بر دسیمتر مکعب باشد.

۵-۱-۲- ضریب حرارتی مقاومت الکتریکی

ضریب حرارتی مقاومت الکتریکی مس مورد نظر این استاندارد برای ۲۰ درجه سانتیگراد باید برابر ۰/۰۰۳۸ به‌ازای هر درجه سانتیگراد باشد. این مقدار در محدوده دمایی ۱ تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد قابل استفاده است.

۵-۱-۳- درجه خلوص مس

درجه خلوص مس باید بیش از ۹۹/۹ درصد باشد

۵-۱-۴-مقاومت مخصوص الکتریکی

مقاومت مخصوص الکتریکی مس مورد نظر این استاندارد در ۲۰ درجه سانتیگراد باید حداکثر برابر ۰/۰۱۷۸۶ اهم میلیمتر مربع بر متر باشد.

۵-۲- مشخصات مفتولها

مفتولهای تشکیل دهنده هادیها مورد نظر این استاندارد باید از مشخصات زیر برخوردار باشند.

۵-۲-۱- قطر مفتولهای مسی

قطر استاندارد مورد نظر این مفتولها برای این استاندارد مطابق با جدول ۱۳ می‌باشد. میزان تغییرات مجاز قطر مفتولها از قطر استاندارد برابر ۱ ± درصد است.

۵-۲-۲- سطح مقطع مفتولها

مقادیر استاندارد سطح مقطع مفتولهای مسی مطابق با جدول ۱۱ بوده و میزان تغییر مجاز سطح مقطع مفتولها از حالت گرد برابر ۲ ± درصد است.

۵-۲-۳- حداکثر مقاومت الکتریکی DC

حداکثر مقاومت الکتریکی DC مفتولهای مسی در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد باید مطابق جدول ۱۳ بوده و این مقدار به واسطه کاهش مجاز قطر به مقدار ۱ درصد، می‌تواند به مقدار ۲ درصد افزایش پیدا کند.

۵-۲-۴- حداقل نیروی گسیختگی

حداقل مقدار نیروی گسیختگی باید برابر اعداد مندرج در جدول ۱۳ باشد. به علت کاهش مجاز قطر به مقدار یک درصد، این مقادیر نیز به مقدار ۲ درصد می‌توانند کاهش یابند.

جدول (۱۳) : مشخصات مفتولهای مسی

حداقل نیروی گسیختگی N	حداکثر مقاومت DC در ۲۰ درجه سانتیگراد Ω/km	وزن kg/km	سطح مقطع استاندارد mm^2	قطر استاندارد mm
۹۵۷	۷/۸۷۹	۲۰/۲	۲/۲۷	۱/۷
۱۰۷۴	۷/۰۱۸	۲۲/۶	۲/۵۴	۱/۸
۱۴۶۱	۵/۱۵۶	۳۰/۷۹	۳/۴۶	۲/۱
۲۰۷۰	۳/۶۳۸	۴۳/۶۴	۴/۹۱	۲/۵
۲۹۷۵	۲/۵۲۷	۶۲/۸۴	۷/۰۷	۳/۰

۵-۳- بافتن مفتولهای مسی

ضرورت دارد مفتولهایی که برای بافتن استفاده می‌شوند مطابق با مشخصات این استاندارد بوده و جهت لایه‌های متوالی مخالف یکدیگر و لایه آخر راست گرد باشد. نسبت لایه متناسب با تعداد مفتول باید در محدوده‌های مندرج در جدول ۱۴ باشد.

جدول (۱۴) : نسبت لایه در هادیهای اصلی

تعداد مفتولها	نسبت لایه			
	لایه‌های شش مفتولی		لایه‌های دوازده مفتولی	
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
۷	۱۰	۱۴	-	-
۱۹	۱۰	۱۶	۱۰	۱۴

۵-۴- اتصالات مفتولهای مسی

به علت گسیختگی مفتولهای مسی در هنگام کشش و یا به منظور استفاده از مفتولهای با طول کوتاه، از اتصال دادن مفتولها استفاده می‌شود. استفاده از اتصالات مفتولها پیش از مرحله بافتن آنها مجاز بوده ولی هنگام بافت مفتولها، اتصالات برای هادیهای با هفت مفتول و کمتر مجاز نمی‌باشد. برای هادیهای با بیش از هفت مفتول وجود اتصالات در هنگام کشش، مجاز می‌باشد. در این حالت برای لایه خارجی، فاصله دو اتصال در یک هادی باید بیش از ۲۰۰ متر و برای لایه‌های داخلی بیش از ۱۵ متر باشد. اتصال باید از طریق لحیم‌کاری سخت و یا جوشکاری انجام شود و پس از لحیم‌کاری تنش پسماند مفتول لحیم‌کاری شده باید به طول ۲۰۰ میلیمتر از دو طرف محل اتصال توسط عملیات حرارتی از بین برود.

۵-۵- مشخصات هادیهای مسی

۵-۵-۱- سطح مقطع نامی

سطح مقطع نامی هادیهای مورد نظر این استاندارد باید مطابق با مقادیر مندرج در جدول (۱۵) بوده و سطح مقطع حقیقی هادیها نباید از مقادیر مشخص شده در جدول (۱۵) کمتر باشد.

۵-۵-۲- تعداد مفتولها

تعداد مفتولهای مسی تشکیل دهنده هر هادی باید مطابق با جدول ۱۵ باشد.

۵-۵-۳- نیروی گسیختگی

مقدار این نیرو می‌تواند از مجموع نیروهای گسیختگی مفتولها تا میزان ۹۵ درصد کمتر باشد و در هر صورت حداقل مقدار آن برای هادیهای مختلف نباید از ۹۵ درصد مقادیر مندرج در جدول ۱۳ کمتر باشد.

۵-۵-۴- مقاومت الکتریکی DC

مقاومت الکتریکی هادیهای مورد نظر این استاندارد در ۲۰ درجه سانتیگراد و جریان DC، نباید از مقادیر عنوان شده در جدول ۱۵ بیشتر باشد. به علت پیچش مفتولها مقادیر مندرج در جدول ۱۵ کمی بیش از مقداری است که از حاصل تقسیم مقاومت مخصوص مس بر مجموع سطح مقطع مفتولهای سیم مسی بدست می‌آید.

۵-۵-۵- ظرفیت جریانی

ظرفیت جریانی هادیهای مورد نظر این استاندارد نباید از مقادیر درج شده در جدول ۱۵ کمتر باشد. این مقادیر برای شرایط محیطی عنوان شده در پایین جدول می‌باشد و در صورت ساکن در نظر گرفتن هوا این مقادیر به میزان ۳۰ درصد کاهش می‌یابند.

جدول (۱۵) : مشخصات هادیهای مسی

ظرفیت جریانی A	مقاومت DC در ۲۰ درجه سانتیگراد Ω/km	نیروی گسیختگی N	وزن تقریبی kg/km	قطر نهائی mm	مفتولها		سطح مقطع حقیقی mm^2	سطح مقطع نامی mm^2
					قطر mm	تعداد		
۱۲۵	۱/۱۳۹	۶۲۷۰	۱۴۳	۵/۱	۱/۷	۷	۱۵/۸۹	۱۶
۱۶۰	۰/۷۴۶	۹۷۲۰	۲۱۹	۶/۳	۲/۱	۷	۲۴/۲۵	۲۵
۲۰۰	۰/۵۲۶	۱۳۷۷۰	۳۱۰	۷/۵	۲/۵	۷	۳۴/۳۶	۳۵
۲۵۰	۰/۳۶۶	۱۹۷۹۰	۴۴۷	۹/۰	۳/۰	۷	۴۹/۴۸	۵۰
۲۵۰	۰/۳۷۶	۱۹۴۰۰	۴۳۸	۹/۰	۱/۸	۱۹	۴۸/۳۶	۵۰
۳۱۰	۰/۲۷۹	۲۶۳۸۰	۵۹۷	۱۰/۵	۲/۱	۱۹	۶۵/۸۲	۷۰

* بـرای هادی با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد در محیطی با دمای ۳۵ درجه سانتیگراد و سرعت باد ۰/۶ متر بر ثانیه، در بار دائم.

فهرست مطالب

مراجع

1- IEC 888- Zinc Coated Steel Wires for Stranded Conductors- first edition 1987.

2- BS 215-1 Specification for Aluminium Conductors and Aluminium Conductors, Steel- Rein Forced- 1970.

3- IEC 1089- Round Wire Concentric lay Overhead Electrical Stranded Conductors- 1991.

۴- استاندارد خطوط توزیع هوایی- جلد پنجم: هادی‌ها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع- متن- شهریور ۱۳۷۶.

بخش سوم
آزمونها

لیست گزارشات

فهرست مطالب

۱-آزمون هادی‌های ACSR ۱
۱-۱-طبقه‌بندی آزمونها ۱
۱-۱-۱-آزمونهای نوعی ۱
۱-۱-۲-آزمونهای نمونه‌ای ۱
۱-۲-معیارهای آزمون ۱
۱-۲-۱-آزمون نوعی ۱
۱-۲-۲-آزمون نمونه‌ای ۱
۱-۳-روش نمونه‌گیری ۲
۱-۴-طول نمونه‌ها ۲
۱-۵-آزمونهای نوعی ۲
۱-۶-آزمونهای نمونه‌ای ۳
۱-۶-۱-سطح مقطع ۳
۱-۶-۲-قطر هادی ۴
۱-۶-۳-اندازه‌گیری وزن واحد طول ۴
۱-۶-۴-نیروی گسیختگی مفتول ۵
۱-۶-۵-وضعیت سطح هادی ۵
۱-۶-۶-نسبت لایه و جهت لایه ۵
۲-آزمونهای هادی‌های مسی خطوط فشارضعیف ۶
۲-۱-آزمون کشش مفتولها ۶
۲-۲-آزمون پیچش ۶
۲-۳-اندازه‌گیری قطر مفتول ۷
۲-۴-آزمون کشش هادی ۷
۲-۵-اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی در واحد طول ۷
۲-۶-آزمون سطح خارجی ۸

۲-۷-اندازه‌گیری نسبت لایه و جهت لایه ۸
۲-۸-اندازه‌گیری وزن هادی در واحد طول ۸
۳-آزمونهای مفتولهای فولادی و آلومینیومی ۹
۳-۱-مفتولهای فولادی با پوشش رومی ۹
۳-۱-۱-نمونه‌برداری ۹
۳-۱-۲-آزمونهای مکانیکی ۹
۳-۱-۲-۱-آزمون تنش به ازای ۱ درصد افزایش طول ۹
۳-۱-۲-۲-آزمون کشش ۱۰
۳-۱-۲-۳-آزمون افزایش طول ۱۰
۳-۱-۲-۴-آزمون پیچش مفتول به دور خود)این آزمون در مورد مفتولهای فولادی با پوشش روی کلاس ۲ قابل اعمال نیست). ۱۱
۳-۱-۲-۵-آزمون پیچش مفتول به دور میله ۱۱
۳-۱-۳-آزمون پوشش روی ۱۱
۳-۱-۳-۱-تعیین جرم پوشش روی ۱۱
۳-۱-۳-۲-آزمون تعیین چسبندگی پوشش روی ۱۲
۳-۱-۳-۳-پیوستگی پوشش روی ۱۲
۳-۲-مفتولهای آلومینیومی ۱۲
۳-۲-۱-نمونه‌برداری ۱۲
۳-۲-۲-آزمایش کشش و افزایش طول ۱۲
۳-۲-۳-آزمایش پیچش به دور میله ۱۳
۳-۲-۴-*مقاومت الکتریکی* ۱۳
مراجع ۱۴

فهرست جداول

جدول ۱: وزن هادی‌های ACSR همراه با وزن گریس استفاده شده ۴
جدول ۲: مشخصات مفتولهای مسی ۶
جدول ۳: مشخصات هادی‌های مسی ۷
جدول ۴: نسبت لایه‌ها در مفتولهای مسی ۸
جدول ۵: تنش اولیه و تنظیم اولیه دستگاه اندازه‌گیری افزایش طول برای مشخص کردن مقدار تنش در یک درصد افزایش طول ۱۰
جدول ۶: مشخصات مکانیکی مفتولهای آلومینیومی با آلیاژ سیلیکون منگنزیم ۱۳
جدول ۷: مشخصات مکانیکی مفتولهای آلومینیومی سخت ۱۳

۸۲۴۶۱۰۳۴

فهرست مطالب

۱- آزمون هادی‌های ACSR

اطلاعات مربوط به این آزمونها از استاندارد IEC 1089 آورده شده است.

۱-۱-طبقه‌بندی آزمونها

۱-۱-۱- آزمونهای نوعی

این آزمونها در مشخص کردن خصوصیات اصلی هادی که به طراحی آن بستگی دارند کاربرد دارند. این آزمونها تنها یکبار برای یک طرح یا یک پروسه تولید جدید انجام می‌شوند و دوباره وقتی تکراری می‌شوند که طرح یا پروسه تولید تغییر کند.

۱-۱-۲- آزمونهای نمونه‌ای

این آزمونها برای مشخص کردن کیفیت هادی و همین‌طور تطبیق کیفیت آنها با استاندارد انجام می‌شوند.

۱-۲-معیارهای آزمون

۱-۲-۱- آزمون نوعی

- اتصالات در مفتولهای آلومینیومی
- منحنی تنش – کرنش (به بند ۱-۵ مراجعه شود)
- نیروی گسیختگی هادی

۱-۲-۲- آزمون نمونه‌ای

الف- روی مفتول قبل از بافته شدن

- طبق استانداردهای قابل اعمال برروی مفتول (به بخش سوم مراجعه شود)

ب- روی هادی

- اندازه‌گیری سطح مقطع
- اندازه‌گیری قطر نهایی
- تعیین وزن واحد طول

- تعیین وضعیت سطح هادی
- تعیین نسبت لایه و جهت لایه

۱-۳-روش نمونه‌گیری

نمونه‌هایی که برای آزمون‌های بند ۱-۲-۲ انتخاب می‌شوند باید بصورت تصادفی از ۱۰ درصد آخر قرقره‌های هادی انتخاب شوند علاوه بر آن بازرسی چشمی از سطح هادی‌ها قبل از بسته‌بندی روی هر قرقره باید انجام شود.

۱-۴-طول نمونه‌ها

۱- طول نمونه برای آزمایش روی مفتولهای آلومینیومی و فولاد با پوشش روی، قبل از بافته شدن باید مطابق استانداردهای IEC 104، IEC 888 و IEC 889 باشد. (به بخش ۳ مراجعه شود).

۲- در صورت درخواست، تعدادی نمونه برای آزمایش روی مفتولها بعد از بافته شدن باید تهیه شود. این نمونه‌ها باید حداقل 1.5m طول داشته باشند و از قسمت انتهایی قرقره برداشته شوند.

۳- طول نمونه درخواست شده برای آزمون تنش – کرنش باید حداقل ۴۰۰ برابر قطر هادی باشد اما نباید از ۱۰ متر کمتر باشد.

طول نمونه‌هایی که در این بند آمده است، حداقل مقدار مورد نیاز برای به دست آوردن دقت خوب در منحنی تنش- کرنش است. چنانچه سازنده بتواند برای خریدار ثابت کند-که با طول کوتاهتر می‌تواند نتایجی با دقت مشابه بدست آورد، می‌توان از طولهای کوتاهتر هم استفاده کرد.

۱-۵-آزمونهای نوعی

۱- منحنی تنش – کرنش به عنوان آزمون نوعی، هنگامی که خریدار تقاضا کند تهیه می‌شود. این منحنی‌ها بهترین اطلاعات را در مورد رفتارهای هادی خریداری شده، تحت بار ارائه می‌دهند.

۲- اگر بین سازنده و خریدار، هنگام سفارش توافق حاصل شود آزمون تنش – کرنش هسته فولادی تهیه می‌شود. منحنی‌های آزمایش تنش- کرنش از رسم یک خط صاف بین نقاطی که به ازای وارد آمدن

بار در مدت زمان نیم و یک ساعت بدست آمده‌اند رسم می‌شوند. بار اعمالی باید ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۸۵ درصد مقدار نیروی کشش نامی باشد.

۳- وقتی که آزمایش در مورد نیروی گسیختگی هادی‌ها انجام می‌شود هیچ کدام از مفتولهای هادی تا ۹۵ درصد نیروی کشش نامی محاسبه شده در بند ۳-۶ استاندارد مشخصات هادی‌های خطوط هوایی توزیع نباید پاره شوند.

نیروی گسیختگی هادی‌ها را باید با کشیدن یک هادی در یک دستگاه تست کشش با دقت ۱ ± درصد مشخص کرد. توصیه می‌شود سرعت افزایش بار طبق دستورالعمل باید یکنواخت باشد و مدت زمان لازم برای اعمال بار از صفر تا سی درصد مقدار نیروی کشش نامی باید بین یک تا دو دقیقه باشد. برای اعمال نیروی بیشتر مدت زمان افزایش بار باید به همان نسبت زیاد شود.

۴- جوش دادن مفتولهای آلومینیومی سازنده باید به خریدار ثابت کند که در روشهای استفاده شده برای متصل کردن مفتولهای آلومینیومی، محل اتصال حد کششی برابر با MPa ۷۵ را در جوش سربهسر الکتریکی و MPa ۱۳۰ را در جوش سرد تحت فشار تحمل کند.

۱-۶- آزمونهای نمونه‌ای

۱-۶-۱- سطح مقطع

۱- سطح مقطع قسمت آلومینیومی هادی بافته شده باید با جمع بستن مفتولهای آلومینیومی هادی طبق روشی که در ادامه در قسمت ۳ گفته شده محاسبه شود. تغییر مساحت از مقدار نامی، برای هر یک از نمونه‌ها، از ۲ ± درصد نباید بیشتر باشد. همچنین متوسط تغییر مساحت نمونه‌ها از مقدار نامی نباید بیشتر از ۱/۵ ± درصد باشد.

۲- مساحت هسته فولادی باید از مجموع مساحت مفتولهای منفردی که هسته فولادی را می‌سازند بدست آید. روش اندازه‌گیری در ادامه در قسمت ۳ گفته شده است.

۳- قطر مفتولی که شامل پوشش فلزی است با استفاده از یک میکرومتر کالیپر[1] که دارای سطوحی صاف در دو دهانه خود است و برحسب میکرومتر درجه‌بندی شده، اندازه‌گیری می‌شود. قطر مفتول

[1] - Caliper

برحسب میلیمتر بیان می‌شود و محاسبه متوسط سه بار اندازه‌گیری قطر بدست می‌آید. که هر کدام از اندازه‌گیری‌ها، متوسط ماکزیمم و مینیمم مقداری هستند که از اندازه‌گیری در سه نقطه مفتول نمونه (دو انتها و وسط مفتول) بدست آمده اند.

۱-۶-۲- قطر هادی

اندازه‌گیری قطر هادی در حین کار ماشین بافت انجام می‌شود. اینکار توسط یک کالیپر که تا دقت ۰/۰۱ میلیمتر را می‌تواند اندازه‌گیری کند؛ انجام می‌شود. قطر هادی متوسط دو اندازه‌گیری می‌باشد که تا دو رقم اعشار برحسب میلیمتر گرد شده است. اندازه‌گیری در دو نقطه از یک محل که نسبت به هم قائم هستند انجام می‌شود.

تغییرات قطر هادی باید در محدوده زیر باشد:

- ۱ ± درصد برای قطرهای بزرگتر یا مساوی ۱۰ میلیمتر
- ۰/۱ ± میلیمتر برای قطرهای کوچکتر از ۱۰ میلمتر

۱-۶-۳- اندازه‌گیری وزن واحد طول

وزن واحد طول هادی باید با ترازویی که تا دقت ۰/۱ ± درصد توانایی اندازه‌گیری دارد، بدست آورده شود. جرم هادی بر واحد طول (بدون در نظر گرفتن گریس) نباید بیشتر از ۲ ± درصد با مقدار داده شده در جدول ۱ اختلاف داشته باشد

جدول ۱: وزن هادی‌های ACSR همراه با وزن گریس استفاده شده

نام تجاری	تعداد مفتول		وزن (کیلوگرم بر کیلومتر)			
	آلومینیوم	فولاد	آلومینیوم	فولاد	کل	گریس
فاکس	۶	۱	۱۰۱	۴۸	۱۴۹	۷/۵
مینک	۶	۱	۱۷۳	۸۲	۲۵۵	۱۲/۹
هاینا	۷	۷	۲۹۰	۱۶۰	۴۵۰	۲۱
لینکس	۳۰	۷	۵۰۷	۳۳۵	۸۴۲	۴۴/۷

فهرست مطالب

۲- آزمونهای هادی‌های مسی خطوط فشارضعیف

آزمونها باید مطابق DIN 48202 و BS 125 انجام شود، این آزمایشها به شرح زیر می‌باشند:

۲-۱-آزمون کشش مفتولها

این آزمون باید برروی مفتولها قبل از بافته شدن انجام شود. دستگاه کشش باید نیروی یکنواختی را وارد کند و نباید سرعتی کمتراز ۲۵ و بیشتر از ۱۰۰ میلیمتر در دقیقه داشته باشد. هنگامی آزمایش صحیح است که دو طرف محل گسیختگی بصورت مخروط شده باشد. در حالتی که امکان آزمایش برروی مفتولها پیش از بافته شدن نباشد، می‌توان از مفتولهای تشکیل دهنده هادی استفاده کرد. در این حالت نیروی گسیختگی باید در حدود ۹۲/۵ در صد مقادیر مندرج در جدول ۲ باشد.

جدول ۲: مشخصات مفتولهای مسی

حداقل نیروی گسیختگی (نیوتن)	حداکثر مقاومت DC در ۲۰ درجه سانتیگراد (اهم در کیلومتر)	وزن (کیلوگرم در کیلومتر)	سطح مقطع استاندارد (میلیمتر مربع)	قطر استاندارد میلیمتر
۹۵۷	۷/۸۷۹	۲۰/۲	۲/۲۷	۱/۷
۱۰۷۴	۷/۰۱۸	۲۲/۶۰	۲/۵۴	۱/۸
۱۴۶۱	۵/۱۵۶	۳۰/۷۹	۳/۴۶	۲/۱
۲۰۷۰	۳/۶۳۸	۴۳/۶۴	۴/۹۱	۲/۵
۲۹۷۵	۲/۵۲۷	۶۴/۸۴	۷/۰۷	۳/۰۰

۲-۲-آزمون پیچش

مفتول تشکیل دهنده هادی به دور هادی هم قطر خود، به تعداد هشت دور (بدون فاصله بین دورهای متوالی) پیچیده شده، سپس شش دور از آن باز شده و دوباره به همان طریق و در همان جهت به دور مفتول مرکزی پیچیده می‌شود. در این حالت مفتول تحت آزمایش نباید شکسته شود.

۲-۳- اندازه‌گیری قطر مفتول

قطر مفتولها توسط دستگاه اندازه‌گیری با دقت ۰/۰۱ میلیمتر اندازه‌گیری می‌شود. اندازه‌گیری دوبار در یک قطعه از مفتول انجام پذیرفته و نتیجه اندازه‌گیری متوسط دو عدد می‌باشد. قطر مفتولها باید مطابق جدول ۲ بوده و محدوده تغییرات مجاز آن ۱٪ ± است.

۲-۴- آزمون کشش هادی

این آزمون، توسط دستگاه کشش برروی قطعه‌ای از هادی به طول ۵ متر انجام می‌شود. هنگامی که نتیجه آزمون مثبت خواهد بود که گسیختگی حداقل در ۹۵ درصد نیروی گسیختگی مندرج در جدول ۳ اتفاق بیافتد.

جدول ۳: مشخصات هادی‌های مسی

مقاومت DC در ۲۰ درجه سانتیگراد Ω/km	نیروی گسیختگی (N)	وزن تقریبی kg/km	مفتولها	
			قطر (mm)	تعداد
۱/۱۳۹	۶۳۷۰	۱۴۳	۱/۷	۷
۰/۷۴۶	۹۷۲۰	۲۱۹	۲/۱	۷
۰/۵۲۶	۱۳۷۷۰	۳۱۰	۲/۵	۷
۰/۳۶۶	۱۹۷۹۰	۲۴۷	۳/۰	۷
۰/۳۷۶	۱۹۴۰۰	۴۳۸	۱/۸	۱۹
۰/۲۷۹	۲۶۳۸۰	۵۹۷	۲/۱	۱۹

۲-۵- اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی در واحد طول

مقاومت الکتریکی هادی و مفتول در واحد طول، توسط وسایل اندازه‌گیری با دقت دو هزارم اهم در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و توسط جریان مستقیم اندازه‌گیری می‌گردد. مقدار بدست آمده نباید از مقادیر مندرج در جداول ۲ و ۳ بیشتر باشد.

۲-۶- آزمون سطح خارجی

سطح خارجی هادی باید یکنواخت و فاقد هر گونه زدگی که با چشم غیر مسلح دیده شود باشد. رفع عیوب هر روشی، غیر قابل قبول است.

۲-۷- اندازه‌گیری نسبت لایه و جهت لایه

این نسبت باید برای هر لایه اندازه‌گیری شود و از حاصل قسمت طول اندازه‌گیری شده بر قطر لایه مذکور بدست آید و این مقدار باید در محدوده‌های عنوان شده در جدول ۴ باشد. جهت لایه‌ها نیز باید بررسی گردد. جهت لایه‌های پی‌درپی باید مخالف یکدیگر بوده و لایه آخر باید راستگرد باشد.

جدول ۴: نسبت لایه‌ها در مفتولهای مسی

تعداد مفتولها	نسبت لایه			
	لایه‌های شش مفتولی		لایه‌های دوازده مفتولی	
۷	۱۴	۱۰	-	-
۹	۱۶	۱۰	۱۴	۱۰

۲-۸- اندازه‌گیری وزن هادی در واحد طول

وزن هادی در واحد طول باید توسط ترازویی با دقت یک دهم گرم اندازه‌گیری شود و مقدار آن نباید بیش از ۲ درصد مقادیر مندرج در جدول ۳ باشد.

فهرست مطالب

۳- آزمونهای مفتولهای فولادی و آلومینیومی

۳-۱-مفتولهای فولادی با پوشش رومی

۳-۱-۱- نمونه‌برداری

نمونه‌های که برای آزمونها انتخاب می‌شوند باید از ۱۰ درصد تعداد طول‌های یک تکه مفتولهای فولادی باشند.

۳-۱-۲- آزمونهای مکانیکی

۳-۱-۲-۱- آزمون تنش[1] به ازای ۱ درصد افزایش طول

قطعه‌ای که برای آزمایش انتخاب شده محکم در فکهای دستگاه آزمایش کشش قرار داده می‌شود. نیروی کششی که به قطعه وارد می‌شود باید تنشی معادل با آنچه که در ستون ۲ جدول ۵ داده شده بوجود آورد. تنظیم اولیه دستگاه اندازه‌گیری افزایش طول[2] باید مطابق ستون سوم جدول ۵ باشد. دستگاه باید بتواند حداکثر تا ۲۵۰ میلیمتر را اندازه‌گیری کند ولی در صورت توافق بین خریدار و فروشنده می‌توان از دستگاههایی با توانایی اندازه‌گیری ۱۰۰ یا ۲۰۰ میلیمتر استفاده کرد. در صورت استفاده از چنین دستگاههایی تنظیم اولیه متناسب با حاصلضرب عدد داده شده در ستون سوم جدول ۵ در نسبت ماکزیمم توانایی اندازه‌گیری دستگاه مورد استفاده به ۲۵۰ است.

مقدار نیرو باید بصورت یکنواخت افزایش پیدا کند تا وقتی که دستگاه مقدار افزایش طولی برابر با ۱ درصد طول اولیه را نشان دهد. در این حالت با قرائت نیروی وارده بر مفتول، نیروی تنش از تقسیم مقدار خوانده شده بر سطح مقطع واقعی مفتول بدست می‌آید. مقدار تنش بدست آمده از مقادیر نوشته شده در جداول ۱۰، ۱۱ و ۱۲ استاندارد مشخصات فنی هادی‌ها نباید کمتر باشد.

---

[1] - stress

[2] - tensometer

جدول ۵: تنش اولیه و تنظیم اولیه دستگاه اندازه‌گیری افزایش طول برای مشخص کردن مقدار تنش در یک درصد افزایش طول

تنظیم اولیه دستگاه اندازه‌گیری افزایش طول	تنش اولیه (Mpa)	قطر mm	
		تا	از
۰/۱۲۵	۱۰۰	۲/۲۵	۱/۲۴
۰/۲۵۰	۲۰۰	۳	۲/۲۵
۰/۳۷۵	۳۰۰	۴/۷۵	۳
۰/۵۰۰	۴۰۰	۵/۵	۴/۷۵

قطعه‌ای که در این آزمایش استفاده شده برای آزمایش کشش و افزایش طول هم می‌تواند استفاده شود.

۳-۱-۲-۲- آزمون کشش[1]

در ابتدا نیروی پارگی مفتول مورد نظر در یک دستگاه مناسب اندازه‌گیری می‌شود. نیروی اعمالی باید بطور یکنواخت اعمال شود و سرعت دور شدن فکها از هم باید در محدوده زیر باشد.

$$0.1 \times b\frac{mm}{\min ute} < \text{سرعت دور شدن فکها از هم} < 0.4 \times b\frac{mm}{\min ute}$$

b: ماکزیمم مقداری است که دستگاه اندازه‌گیری طول می‌تواند اندازه‌گیری کند. حداکثر نیروی کشش محاسبه شده از تقسیم نیروی پارگی بدست آمده بر سطح مقطع واقعی مفتول نباید از مقادیر درج شده در جداول ۱۰، ۱۱ و ۱۲ استانداردهای هادی‌های خطوط هوایی کمتر باشد.

۳-۱-۲-۳- آزمون افزایش طول[2]

پس از اینکه روی مفتول مورد نظر دو آزمایش قبلی انجام شد برای اندازه‌گیری مقدار افزایش طول بر اثر پارگی دو انتهای قطعه بریده شده را به دقت در کنار هم قرارداده و سپس مقدار افزایش طول قطعه نسبت به طول اولیه محاسبه می‌شود. مقدار ماکزیمم افزایش طول نباید از مقادیر داده شده در جداول ۱۰، ۱۱ و۱۲ استاندارد هادی‌های خطوط هوایی کمتر باشد.

---

[1] - Tensile test

[2] - Elongation test

۳-۱-۲-۴- آزمون پیچش مفتول به دور خود[1](این آزمون در مورد مفتولهای فولادی با پوشش روی کلاس ۲ قابل اعمال نیست).

این آزمون می‌تواند بعنوان جانشینی برای آزمون افزایش طول انجام شود. (انتخاب بین این آزمون و آزمون افزایش طول اختیاری می‌باشد مگر اینکه در هنگام قرارداد بین خریدار و فروشنده توافق شده باشد.)

قطعه مورد نظر باید بین دو کلمپ قرار گیرد. یکی از دو کلمپ باید بتواند در راستای طولی هم حرکت کند. نیروی کشش که نباید بیشتر از دو درصد نیروی پارگی مفتول باشد در هنگام آزمایش باید به مفتول وارد شود و سپس مفتول باید در راستای محور طولی خود پیچانده شود تا اینکه سرانجام پاره شود. تعداد چرخشها باید بوسیله یک شمارنده مشخص شود و سرعت چرخش نباید از ۶۰ دور بر دقیقه بیشتر شود. تعداد پیچشها برای یک مفتول که طول آن ۱۰۰ برابر قطر آن است نباید از مقادیر داده شده در جداول ۱۰، ۱۱ و ۱۲ استاندارد هادی‌های خطوط هوایی کمتر شود.

۳-۱-۲-۵- آزمون پیچش مفتول به دور میله[2]

در این آزمون یک قطعه از مفتول باید به دور یک میله پیچیده شود. سرعت پیچش مفتول به دو میله نباید از ۱۵ دور بر دقیقه بیشتر شود. قطر میله باید مطابق جداول ۱۰، ۱۱ و ۱۲ استاندارد هادی‌های خطوط هوایی باشد. بر اثر پیچش یک مارپیچ با هشت دور باید تشکیل شود و مفتول نباید در این آزمون پاره شود.

۳-۱-۳- آزمون پوشش روی

۳-۱-۳-۱- تعیین جرم پوشش روی

جرم پوشش روی با استفاده از یک از دو روش Volumetric و gavimetric که به ترتیب در ضمایم A و B استاندارد IEC 888 توضیح داده شده بدست می‌آید. جرم بدست آمده نباید از مقادیر ذکر شده در جدول ۹ استاندارد خطوط هوایی کمتر باشد.

---

[1] - Torsion test

[2] - Wrapping

۳-۱-۳-۲- آزمون تعیین چسبندگی پوشش روی

برای تعیین میزان چسبندگی پوشش روی، مفتول حداقل هشت دور روی یک میله استوانه‌ای باید پیچانده شود تا به شکل مارپیچ درآید. سرعت پیچش مفتول نباید از ۱۵ دور بر دقیقه بیشتر شود.

در صورتی که قطر مفتول کمتر از ۳/۵ میلیمتر باشد قطر میله باید ۴ برابر قطر مفتول و اگر قطر مفتول بیشتر از ۳/۵ میلیمتر باشد قطر میله باید ۵ برابر قطر مفتول باشد.

پوشش روی در طی این آزمایش باید چسبندگی خود را به مفتول فولادی حفظ کند و فاقد ترک و پوسته باشد.

۳-۱-۳-۳- پیوستگی پوشش روی

خالی نبودن سطح مفتول فولادی از پوشش روی باید بصورت چشمی کنترل شود. هیچ جای خالی و فاقد روی نباید در مفتول مشاهده شود در عین حال پوشش روی باید صاف و دارای ضخامت یکنواخت باشد.

۳-۲-مفتولهای آلومینیومی

۳-۲-۱- نمونه‌برداری

نمونه‌های لازم برای آزمایشها، باید از ۱۰ درصد تعداد طولهای یک تکه مفتولهای آلومینیوم، قبل از تابیدن، که یک مجموعه هادی افشان را تشکیل می‌دهند انتخاب شوند.

۳-۲-۲- آزمایش کشش و افزایش طول

مقدار باری که برای پاره کردن مفتولهای نمونه لازم است بوسیله یک ماشین مناسب تعیین می‌شود.

برای این آزمایش نیرو بطور تدریجی اضافه می‌شود و سرعت حرکت دو دهانه ماشین باید بین ۲۵ و ۱۰۰ میلیمتر در دقیقه باشد. مقادیر بدست آمده برای مفتولهای آلومینیومی با آلیاژ سیلیکون مگنزیم نباید از مقادیر جدول ۶ و مقادیر بدست آمده برای مفتولهای آلومینیومی سخت نباید از مقادیر جدول ۷ کمتر باشند. (آزمایش افزایش طول برای مفتولهای آلومینیومی سخت انجام نمی‌شود).

۳-۲-۳- آزمایش پیچش به دور میله

مفتول مورد نظر را به دور میله‌ای هم قطر مفتول، هشت دور پیچیده و سپس شش دور باز می‌شود و سپس دوباره به همان ترتیب باز شده، پیچیده می‌شود. مفتول نباید پاره شده یا ترک خوردگی در آن ایجاد شود.

جدول ۶: مشخصات مکانیکی مفتولهای آلومینیومی با آلیاژ سیلیکون مگنزیم

نوع B		نوع A		قطر	
کمترین درصد افزایش طول در اثر پارگی در دستگاه اندازه‌گیری با دقت ماکزیمم ۲۵۰ میلیمتر	کمترین فشار کشش در پارگی	کمترین درصد افزایش طول در اثر پارگی در دستگاه اندازه‌گیری با دقت ماکزیمم ۲۵۰ میلیمتر	کمترین فشار کشش در پارگی	تا	از
%	MPa	%	MPa	mm	mm
۳/۵	۲۹۵	۳	۲۲۵	۳/۵	-
۳/۵	۲۹۵	۳	۳۱۵	-	۳/۵

جدول ۷: مشخصات مکانیکی مفتولهای آلومینیومی سخت

کمترین فشار کشش	قطر نامی	
	تا mm	از mm
۲۰۰	۱/۲۵	-
۱۹۵	۱/۵	۱/۲۵
۱۹۰	۱/۷۵	۱/۵
۱۸۵	۲/۰۰	۱/۷۵
۱۸۰	۲/۲۵	۲
۱۷۵	۲/۵	۲/۲۵
۱۷۰	۳/۰۰	۲/۵
۱۶۵	۳/۵	۳
۱۶۰	۵/۰۰	۳/۵

۳-۲-۴- مقاومت الکتریکی

مقاومت اندازه‌گیری شده مفتولهای آلومینیومی با آلیاژ سیلیکون – مگنزیم نوع A از $n\Omega.m$ ۳۲/۸۴ و نوع B $n\Omega.m$ ۳۲/۵۳ و مفتولهای آلومینیوم سخت از $n\Omega.m$ ۲۸/۲۶۴ نباید بیشتر باشد.

فهرست مطالب

مراجع

1- IEC 888- Zinc Coated Steel Wires for Stranded Conductors- first edition 1987.

2- IEC 1089- Round Wire Concentric lay Overhead Electrical Stranded Conductors- 1991.

3- IEC 104 Aluminium- Magnesium – Silicon Alloy Wire for Overhead Line Conductors- Second Edition 1987.

4- IEC 889 Hard-Drawn Aluminium Wire for Overhead Line Conductors – First Edition 1987.

بخش چهارم
آئین‌کار و روشهای اجرایی

لیست گزارشات

فهرست مطالب

۱-هدف ۱
۲-دامنه کاربرد ۱
۳- تعاریف و اصطلاحات ۱
۳-۱-سیم‌های آلومینیوم-فولادی ۱
۳-۲-پایه قرقره ۱
۳-۳-دستگاه قرقره ۲
۳-۴-سیم راهنما ۲
۳-۵-سیم جمع‌کن ۲
۳-۶-دستگاه کشش قرقره‌ای ۲
۳-۷-شکم سیم ۲
۳-۸-نیروی کشش ۲
۳-۹-میزان نیروی گسیختگی سیم ۲
۳-۱۰-فازهای باندل ۳
۳-۱۱-دستگاه قرقره باندلی ۳
۳-۱۲-دستگاه قرقره‌ای جهت‌دار ۳
۳-۱۳-صفحه سیار ۳
۳-۱۴-گیره پاشنه‌ای ۳
۳-۱۵-دستگاه پرس ۳
۳-۱۶-دستگاه دینامومتر ۳
۳-۱۷-پروفیل ۳
۳-۱۸-ساعت کرنومتر ۴
۳-۱۹-اسپن ۴
۳-۲۰-مسیر زاویه‌ای ۴
۳-۲۱-لنگر ۴

۴-کلیات ۴
۵-نحوه پیچیدن مارپیچی رشته سیمهای تابیده برروی سیمهای ACSR ۵
۶-نحوه پیچیدن سیم برروی قرقره ۵
۷-گنجایش قرقره سیم ۶
۸-انواع قرقره‌ها ۶
۹-خصوصیات بسته‌بندی ۷
۱۰-حمل و نقل قرقره ۸
۱۱-نگهداری قرقره‌ها ۱۱
۱۱-۱-قرقره‌های پر ۱۱
۱۱-۲-قرقره‌های خالی ۱۱
۱۲-نحوه کارکردن با قرقره ۱۱
۱۳-پایه قرقره ۱۲
۱۴-نصب هادیهای خطوط توزیع ۱۲
۱۴-۱-بررسی شرایط زمین ۱۲
۱۴-۲-روش‌های سیم کشی ۱۳
۱۴-۲-۱-روش خوابانیدن ۱۳
۱۴-۲-۲-روش کششی ۱۴
۱۴-۳-عملیات آماده‌سازی و مراحل نصب ۱۴
۱۴-۳-۱-مراحل نصب ۱۵
۱۴-۳-۱-۱-کارهای مقدماتی ۱۵
۱۴-۳-۱-۲-آماده‌سازی تجهیزات در عملیات نصب ۱۵

۱۴-۳-۱-۳-عملیات کشش ۱۵
۱۴-۳-۱-۴-محل دستگاهها ۱۶
۱۴-۳-۱-۵-بستن و محکم‌کاری نهایی گیره‌ها..... ۱۷
۱۵-شرح کامل دستگاههای مخصوص نصب و کشش ۱۷
۱۵-۱-ویژگیهای تجهیزات نصب و کشش ۱۹
۱۵-۱-۱-چرخ قرقره..... ۱۹
۱۵-۱-۱-۱-آرایش شیار چرخ ۲۱
۱۵-۱-۱-۲-زاویه دهنه شیار چرخ ۲۱
۱۵-۱-۱-۳-لایه پوششی شیار ۲۱
۱۵-۱-۱-۴-لبه شیار..... ۲۲
۱۵-۱-۱-۵-بلبرینگ ۲۲
۱۵-۱-۱-۶-مواد ساخت چرخ قرقره ۲۲
۱۵-۱-۲-خصوصیات دستگاه کشش قرقره‌ای..... ۲۲
۱۵-۱-۲-۱-خصوصیت الکتریکی چرخ قرقره..... ۲۳
۱۵-۱-۲-۲-فشار برروی قرقره‌ها ۲۳
۱۶-متعلقات نصب..... ۲۳
۱۷-اجرای عملیات نصب ۲۵
۱۷-۱-نیروی کششی سیمکشی ۲۵
۱۷-۲-سرعت عملیات..... ۲۵
۱۷-۳-روغن کاری..... ۲۵
۱۷-۴-نکات عمومی عملیات نصب ۲۶
۱۷-۵-اجتناب از ضربه..... ۲۶
۱۷-۶-نحوه نصب چرخ قرقره ۲۶
۱۷-۶-۱-فازهای تک سیمه ۲۶
۱۷-۶-۲-فازها چند سیمه یا باندل..... ۲۷

۱۷-۷-نصب سیم هادی ۲۸
۱۸-اتصال دو سیم هادی به هم..... ۳۱
۱۸-۱-کاربرد دستگاه پرسی ۳۲
۱۸-۲-نحوه اتصال سیمهای متعارف ACSR ۳۲
۱۸-۲-۱-اتصال سیمهای ACSR و مشابه در وسط خط و خصوصیات آن ۳۲
۱۸-۲-۲-اتصال سیم ACSR و مشابه در حالت مرمت سیم..... ۳۴
۱۸-۲-۳-اتصال سیم ACSR و مشابه در حالت کشش کم یا حالت جمپر ۳۵
۱۹-روشهای تعیین فلش اسپن ۳۷
۱۹-۱-روش عبوری ۳۷
۱۹-۲-روش با استفاده از نیروسنج..... ۳۸
۱۹-۲-۱-محل نصب دینامومتر ۳۸
۱۹-۳-روش زمان سنج ۳۹
۲۰-سیستم زمین و نکات ایمنی..... ۳۹
۲۰-۱-تجهیزات و روش زمین کردن ۳۹
۲۰-۲-منابع خطر..... ۴۰
۲۰-۳-حفاظت کارکنان..... ۴۰
۲۰-۴-تجهیزات زمین ۴۰
۲۰-۵-میله های زمین..... ۴۴
۲۰-۶-شبکه زمین..... ۴۵
۲۰-۷-کابلهای اتصال به سیستم زمین..... ۴۵
۲۰-۸-مراقبت از تجهیزات ۴۶
۲۰-۹-شرایط زمین ۴۶
۲۰-۱۰-نحوه اتصال سیستم زمین..... ۴۶
۲۱-ارتباطات..... ۴۷

۲۲-توصیه‌های سودمند برای عملیات نصب ۴۷
۲۳-بازدیدهای دوره ای هادی‌ها و خطوط هوایی ۴۸
۲۳-۱-بازدیدهای دوره‌ای معمولی ۴۹
۲۳-۲-بازدیدهای خارج از برنامه ۵۲
۲۳-۲-۱-عوامل مخرب ۵۳
۲۳-۳-بازدیدهای دوره‌ای طولانی مدت ۵۴
۲۴-مراجع و استانداردها ۵۶
پیوست الف: نحوه پیچیدن سیم برروی قرقره ۵۷
پیوست شماره ب: محاسبه طول سیم پیچیده شده برروی قرقره ۵۹
پیوست پ: تعیین عمق شیار چرخ گردان ۶۰
پیوست ت: محاسبه فشار برروی قرقره‌ها ۶۳
پیوست ث: نحوه اتصال دو هادی به یکدیگر ۶۵
پیوست ج: تعیین میزان فلش یک اسپن با روش زاویه دید ۷۳
پیوست چ: تعیین میزان فلش یک اسپن با روش خط افق دید ۷۶
پیوست ح: فرم بازرسی خطوط فشار ضعیف و متوسط تا سطح ولتاژ ۳۳KV ۷۸
فرم بازرسی خطوط فشار ضعیف و متوسط تا سطح ولتاژ ۳۳KV ۷۹

فهرست اشکال

شکل ۱: نمایی از یک قرقره سیم تمام شده ۷
شکل ۲- نحوه نادرست حرکت دادن یک قرقره پر ۹
شکل ۳- نحوه درست حمل کردن یک قرقره پر ۹
شکل ۴- نحوه انتقال قرقره سیم در انبار ۹
شکل ۵ - نحوه نادرست تخلیه کردن یک قرقره پر ۱۰
شکل ۶- نحوه درست قراردادن قرقره پر ۱۰
شکل ۷: تصویری از عارضه قفس پرنده‌ای سیم ۱۶
شکل ۸: ترسیمی از مدل دستگاه کشش قرقره‌ای ۱۸
شکل ۹: نمای از یک دستگاه قرقره حین عملیات کشش ۱۸
شکل ۱۰: ترسیمی از یک گیره آویزی ۲۴
شکل ۱۱: ترسیمی از یک گیره انتهایی مخصوص سیمهای ACSR ۲۴
شکل ۱۲: ترسیمی‌از نحوه وارد کردن سیم به دستگاه کشش قرقره‌ای ۳۰
شکل ۱۳: طرح از یک مفصل سیم ACSR ۳۳
شکل ۱۴: نمایی از این دستگاه پرس مفصل ۳۳
شکل ۱۵: طرح از یک مفصل ACSR ۳۵
شکل ۱۶: نمایی از یک دستگاه پرس مفصل ۳۵
شکل ۱۷: طرح از یک مفصل جمپری ۳۶
شکل ۱۸: نمایی از نحوه پرس مفصل ۳۶
شکل ۱۹: نمایی از شکل یک دینامومتر یا نیروسنج ۳۸
شکل ۲۰: نمایی از شکل وسیله همگانی زمین ۴۲
شکل ۲۱: نمایی از یک وسیله زمین گردشی ۴۳
شکل ۲۲: نمایی از یک وسیله سیار زمین ۴۳
شکل ۲۳- ترسیمی از یک دستگاه کشنده و زمین کردن متعلقات خط ۴۴
شکل۲۴: ترسیمی از یک دستگاه کشش و زمین کردن تجهیزات ۴۴
شکل ۲۵- نمایی از یک سیستم شبکه زمین ۴۵

شکل الف-۱: نحوه پیچیدن سیم برروی قرقره (از جلوی قرقره) ۵۷
شکل الف-۲: پیچیدن سیم برروی قرقره (از پشت قرقره) ۵۸
شکل ب-۱: ترسیمی از ابعاد یک قرقره خالی ۵۹
شکل پ-۱: نمایی از شکل یک چرخ قرقره ۶۱
شکل ت-۱: ترسیمی از یک چرخ مخصوص کشش ۶۴
شکل ث-۱: ترسیمی از یک گیره انتهایی ۷۱
شکل شماره ج-۱ تصویری از تعیین فلش ۷۵
شکل شماره چ-۱ ترسیمی از نحوه تعیین فلش ۷۷

فهرست جداول

جدول ۱ - انتخاب اندازه مفصل براساس قطر سیم ۳۳
جدول ۲- انتخاب اندازه مفصل براساس نوع و قطر سیم ۳۴
جدول ۳: انتخاب مفصل براساس نوع سیم ۳۵
جدول ب-۱: تعیین ضریب K براساس قطر سیم ۵۹
جدول پ-۱: قطر هادی و تعیین عمق شیار ۶۰

۱- هدف

فهرست مطالب

تدوین و ارائه مبانی و اصول اجرایی نصب سیم‌های هادی متعارف[1] برای احداث خطوط شبکه های برقرسانی توزیع ایران است. همچنین آشنایی با ویژگی‌های نحوه پیچیدن و بسته بندی قرقره‌های سیمهای هادی، نگهداری، حمل ونقل و انجام آزمون های دوره‌ای مورد نیاز و تهیه فرم‌های مربوطه جزء اهداف دیگر این دفترچه استاندارد می‌باشد.

۲- دامنه کاربرد

سیم های مورد بحث در این دفترچه از گروه سیم‌های جنس مسی، آلومنیومی- فولادی[2] می‌باشد که در شبکه های توزیع در سطح ولتاژهای ۴۰۰ ولت تا ۳۳ کیلو ولت به کار برده می‌شوند.

۳- تعاریف و اصطلاحات

فهرست مطالب

۳-۱-سیم‌های آلومینیوم-فولادی

به سیم‌های هادی مخصوص خطوط هوایی اطلاق می‌شود که رشته سیم‌های هادی از جنس آلومینیوم بصورت مارپیچی بدور مغزی از جنس فولاد پیچیده شده است.

مغزی فولاد بمنظور مقاومت مکانیکی لازم جهت نگهداشتن رشته سیم‌های هادی برروی تیرهای هوایی می‌باشد.

۳-۲- پایه قرقره

پایه قرقره، وسیله‌ایست که قرقره سیم توسط یک میله محوری برروی آن سوار می‌گردد. تا قرقره بتواند براحتی چرخش دورانی خود را هنگام بازشدن سیم از قرقره یا پیچیده شدن سیم برروی قرقره انجام دهد.

---

[1] - Conventional Conductor wire

[2] - Copper, Aluminium- Steel ACR, AAC, ACSR

۳-۳- دستگاه قرقره

دستگاه قرقره دستگاهی است که دارای یک چرخ است که در یک محور ثابت برروی یک قاب فلزی یا چوبی آویزان می‌چرخد. این دستگاه سیم را هنگام کشش هوایی در مسیر کشش هدایت می‌کند.

۳-۴- سیم راهنما

سیم راهنما می‌تواند از جنس آلومینیومی – فولاد و یا از جنس سینتتیک یا طناب باشد و در جلو سیم هادی اصلی متصل می‌شود تا عمل کشیدن توسط آن صورت گیرد.

سیم کمکی همان سیم راهنما می‌باشد.

۳-۵- سیم جمع‌کن

دستگاهی است که سیم بازیافت هنگام عملیات کشش را برروی یک حلقه خالی جمع می‌کند

۳-۶- دستگاه کشش قرقره‌ای

وسیله‌ایست که کشش مطلوب را به سیم هنگام عملیات کشش اعمال می‌نماید. نصب این دستگاه از اعمال نیروی فشار ناخواسته ناشی از نیروی کشش به حلقه سیم هادی جلوگیری می‌نماید. این دستگاه برروی ماشین کشش که نیروی محرکه این وسیله را تامین می‌کند سوار می‌گردد. این دستگاه از چندین چرخ تکی یا چند شیاری بصورت پشت سرهم طرح شده است.

۳-۷- شکم سیم

شکم یا فلش سیم ارتفاع عمودی سیم از خط افق بین دو سر تیر در یک اسپن می‌باشد.

۳-۸- نیروی کشش

نیروی کشش مقدار نیروی وارده به سیم در اثر عملیات کشش سیم می‌باشد که برحسب نوع و سایز سیم مشخص می‌گردد.

۳-۹- میزان نیروی گسیختگی سیم

مقدار نیروی وارده بر سیم قبل از پارگی سیم می‌باشد. این نیرو با عملیات اختصاری UTS مشخص می‌شود.

۳-۱۰- فازهای باندل

فازهای باندلی به فازهای اطلاق می‌شود که بیشتر از یک سیم در هر فاز بکار گرفته شده باشد. در خصوص خطوط شبکه‌های توزیع بندرت نیاز به فازهای باندلی می‌باشد ولی در محلهای صنعتی بعضی اوقات از آن استفاده می‌گردد.

۳-۱۱- دستگاه قرقره باندلی

دستگاهی است متشکل از چند قرقره همانند دستگاه قرقره که سیم‌کشی هم زمان بیشتر از یک سیم را ممکن می‌سازد.

۳-۱۲- دستگاه قرقره‌ای جهت‌دار

نوعی از دستگاه قرقره‌ای باندلی است که می‌تواند نیروی وارده بر هر سیم را یکسان نماید.

۳-۱۳- صفحه سیار

وسیله‌ایست که معمولاً هنگام سیم‌کشی همزمان باندل بکار گرفته می‌شود و از یک لوله سبک وزن که نوک آن بصورت منحنی شده است ساخته می‌شود به سیم کشنده، متصل می‌گردد و در سر دیگر آن چند سیم هادی جهت کشش نصب می‌گردد.

۳-۱۴- گیره پاشنه‌ای

گیره یا مفصل پاشنه‌ای، مفصلی‌ایست که جهت ایجاد مانور در حرکت کشش برروی یک محور یا لولا می‌چرخد.

۳-۱۵- دستگاه پرس

دستگاهی است هیدرولیکی یا مکانیکی ساده که مفصل اتصال دو تکه سیم را جهت سفت شدن برروی قطعات سیم پرس می‌کند.

۳-۱۶- دستگاه دینامومتر

دستگاه سنجش نیروی اعمال شده به سیم هادی حین عملیات سیم‌کشی می‌باشند.

۳-۱۷- پروفیل

نقشه‌ای که با دید پهلویی از قسمتی یا تمامی مسیر خط شبکه تهیه می‌شود.

۳-۱۸- ساعت کرنومتر

زمان‌سنجی است که می‌توان فاصله زمانی دو رخداد که اولی زمان صفر انتخاب گردیده را اندازه‌گیری کند.

۳-۱۹- اسپن

فاصله دو تیر متوالی از یکدیگر را اسپن می‌نماند.

۳-۲۰- مسیر زاویه‌ای

مسیری از خط است که نسبت به اسپن قبلی خود با زاویه‌ای منحرف و ادامه می‌یابد.

۳-۲۱- لنگر

وسیله‌ایست شبیه به یک میله فلزی با انتهایی پهن که بدرون زمین می‌رود و می‌تواند تجهیزاتی را که دچار تکان و یا حرکاتهای ناخواسته می‌شوند در جای خود محکم نگهدارد.

فهرست مطالب

۴- کلیات

اساساً، سیم های هادی جهت انتقال و توزیع انرژی الکتریکی از یک مرکز یا محل به مرکز یا محل مصرف کننده در شبکه های برق می‌باشد. سیمهای خطوط توزیع شامل سیمهای فاز، سیم‌های نول و سیمهای زمین می‌باشند.

سیمهای بکار رفته در خطوط توزیع، عموماً از جنس مس، آلومینیوم و آلومینیوم با مغزی فولادی می‌باشد. سیمهای مسی بعد از سیم نقره با قابلیت هدایت الکتریکی بسیار بالا، ولی وزن سنگین‌تر در واحد طول و قیمت ارزان‌تر، به عنوان سیمهای توزیع در محدوده ۴۰۰ ولت و سیمهای سیستم زمین بکار می‌روند. این سیمها شامل سیمهای ۱۶، ۲۵، ۳۵، ۷۰ میلیمتر مربعی که در شبکه های توزیع فشار ضعیف کاربرد عمده ای دارند می‌شود. سیمهای آلومینیومی‌با قابلیت هدایت الکتریکی کمتر نسبت به سیمهای مسی ولی وزن سبکتر دارای کاربرد بسیار وسیعی در انتقال انرژی شبکه‌های فشار متوسط kv ۲۰ و ۳۳kv دارند. از جمله این سیمها، سیمهای هاینا، داگ و لینکس جزء متداولترین سیمهای بکار رفته در شبکه‌های فشار متوسط ایران می‌باشد.

فهرست مطالب

۵- نحوه پیچیدن مارپیچی رشته سیمهای تابیده برروی سیمهای ACSR

سیمهای تابیده شده لایه خارجی بدو روش برروی سیم پیچیده می‌شوند: [۱]

۱- در جهت دست راست

۲- در جهت دست چپ

پیچیدن مارپیچی[1] سیمهای تابیده شده بدو روش فوق انجام می‌گیرد و برحسب آخرین لایه خارجی سیم تابیده شده بر روی بدنه اصلی سیم، خواب سیم مشخص می‌شود.

در خصوص نحوه پیچیدن رشته‌های سیم هادی برروی مغزی سیم، اگر رشته‌های سیم هادی از پایین سمت راست به سمت بالای سمت چپ تابیده شده باشد سیم را با خواب سمت راست و یا اصطلاحاً راست گرد[2] مشخص می‌نماییم. اگر جهت پیچیدن رشته‌های سیم از پایین سمت چپ به سمت بالای سمت راست تابیده شده باشد، سیم را با خواب سمت چپ یا اصطلاحاً چپ‌گرد[3] مشخص می‌نماییم.

برای تسهیل در امر تمیز دادن این دو حالت، از خصوصیات قانون دست راست و جهت نشان انگشت شصت، سبابه و بقیه انگشتان که بحالت مچ جمع شده‌اند استفاده می‌نماییم.

فهرست مطالب

۶- نحوه پیچیدن سیم برروی قرقره

هادی یا سیم با پیروی از انگشتان دست بر روی قرقره پیچیده می‌شوند. جهت انگشت شصت، محل و سمت شروع سیم برروی قرقره را نشان می‌کند. در نتیجه سرسیم آن نقطه برروی قرقره شروع می‌گردد. ادامه پیچیدن سیم برروی قرقره در جهت بقیه انگشتان همان دست خواهد بود. اگر دست‌ها را بصورتی نگه داریم که کف دست رو به صورت قرار گیرد، در این صورت سیم از پایین قرقره و بسمت چپ پیچیده شده است. و اگر از طرف پشت دست دیده شود، عکس آن خواهد بود. برای اطلاعات بیشتر به پیوست الف در انتهای گزارش توجه گردد. [۱]

---

[1] - Spiral Wound

[2] - Right Lay

[3] - Left Lay

۷- گنجایش قرقره سیم

فهرست مطالب

طول سیم پیچیده شده برروی قرقره مقدار معین و نسبتاً ثابتی است که برروی قرقره قید می‌گردد. طول سیم می‌تواند هم بصورت طول استاندارد[1] و یا بصورت تعیین شده باشد. طول استاندارد سیم، مقدار معمول طول سیم است که تولید کننده عموماً می‌سازد. طول تعیین شده[2] سیم، مقدار طول سیم قرقره‌ایست که تولید کننده به درخواست خریدار معین و مشخص می‌کند. معمولاً آستانه کم و زیاد طول سیم بین ۰٪ تا ۲٪ طول در هر دو حالت می‌باشد. این مقدار قابل محاسبه می‌باشد. برای اطلاعات دقیق‌تر به پیوست ب در انتهای گزارش توجه گردد. [۱]

۸- انواع قرقره‌ها

فهرست مطالب

قرقره‌های سیم عموماً از دو نوع جنس ساخته می‌شوند:

۱- نوع چوبی

۲- نوع فلزی

نوع چوبی قرقره غیر قابل استفاده مجدد و یا غیر قابل برگشت[3] برای استفاده مجدد پس از باز شدن سیم از روی قرقره می‌باشد.

نوع فلزی قرقره قابل استفاده مجدد و یا قابل برگشت[4] برای استفاده مجدد پس از باز شدن سیم از روی قرقره می‌باشد.

نوع ساخت قرقره و پایه آن[5]، تعیین کننده روش و انتخاب ابزارهایست که هنگام کار با قرقره می‌بایست رعایت نمود. هنگام بلند کردن قرقره از سوراخ محوری که در آن وجود دارد و یا لبه بدنه قرقره باید استفاده نمود. [۱]

---

[1] - Standard Length

[2] - specified length

[3] - Non- Returnable

[4] - Returnable

[5] - Reel Stand

فهرست مطالب

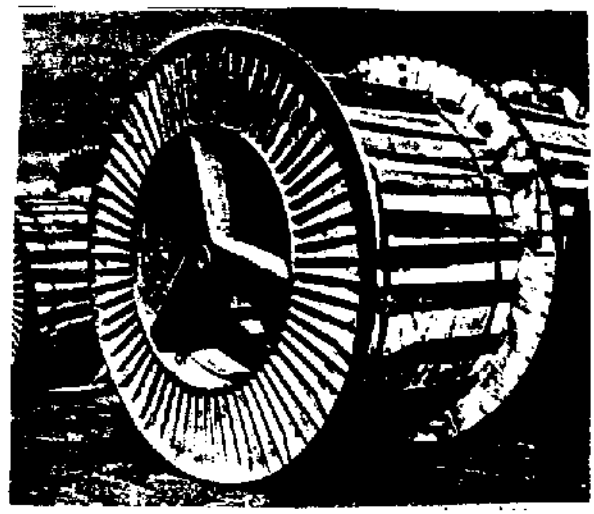
۹- خصوصیات بسته‌بندی

خصوصیات بسته‌بندی سیمهای هادی بشرح زیر می‌باشد:

۱- شرایط سطح سیم: سیم باید عاری از هر نوع خوردگی، غبار و یا فلزهای آزاد، سائیدگی و صدمات و یا لبه‌های تیز باشد. رشته سیم ACSR باید طوری روی هم بدون فاصله قرار گرفته باشد که هنگام قطع و بریدن آن، سیم‌ها دچار باز تنیدگی و فاصله نشوند.

جهت سیمهای لایه خارجی باید در جهت دست راست باشد.

۲- پیروی از استاندارد ANSI/AA 53-1981 در خصوص رعایت بسته‌بندی قرقره‌های چوبی یا فلزی ضروری می‌باشد. شرکت سازنده بایست خصوصیات فیزیکی بسته‌بندی را با رعایت نکات ایمنی حمل و نقل و نگهداری و عملیات نصب معین و مشخص کند.



شکل ۱: نمایی از یک قرقره سیم تمام شده

۳- استوانه قرقره و لبه‌های داخلی آن باید طوری ساخته شوند که هنگام کارکردن دچار صدمه نشود. پوششهای ضد آب و جذب رطوبت باید جهت جلوگیری از نفوذ رطوبت، گرد و غبار و آلودگیهای محیطی برروی سطوح باز سیم قرار بگیرد. بشکل شماره ۱ توجه کنید.

۴- تعداد دور حلقه‌های سیم باید بطور واضح در دو طرف مخالف قرقره چاپ بشوند.

۵- دو برچسب باید هر قرقره‌ای را همراهی کنند. یکی از برچسب‌ها به ضلع خارجی لبه قرقره و دیگری در داخل لبه قرقره نصب می‌شود. برچسب‌ها باید ضد آب و کلیه مشخصات سیم از قبیل

نام سازنده، اندازه، شماره سفارش کالا، تعداد دورهای حلقه، مقدار طول سیم سفارشی داده شده و اندازه واقعی آن هنگام ارسال، وزن نهایی و خالص و یا تفاوت وزن قید گردد. برروی برچسب حتماً قید شود که این سیم از چه نوعی می‌باشد.

۶- در صورت حمل توسط کشتی، بسته‌بندی قرقره می‌بایست در کیفیت بالا و در جعبه‌های مخصوص حمل دریایی صورت گیرد. شرایط سخت حمل دریا به خشکی و نهایتاً تخلیه بار در محل مقصد و تکانهای وارده باید همگی قابل تحمل باشند.

۷- سازنده سیم باید زمان ارسال بسته سیم گزارش ثبت شده‌ای از کیفیت نهایی سیم و مقادیر اندازه‌گیری شده مربوط به سیم را برروی یک برچسب که در جیب یا کیسه ضدآب و رطوبت قرار گرفته تعبیه کند.

۸- هر قرقره باید با علامت فلش در دو طرف بدنه قرقره که نشانگر جهت حرکت و غلطانیدن آن می‌باشد همراهی شود.

فهرست مطالب

۱۰- حمل و نقل قرقره

حمل و نقل و جابجایی قرقره‌های پر باید توسط لیفتراک صورت گیرد. قدرت لیفتراک باید با وزن نهایی قرقره تناسب داشته باشد.

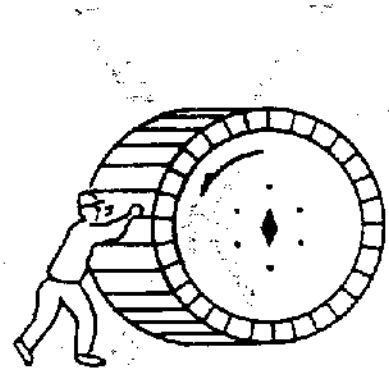
در صورت نیاز به غلطاندن قرقره سیم برروی زمین، به جهت چرخشی مجاز (فلش) توجه شود. هرگز قرقره کابل پر نباید در خلاف جهت فلش حرکت داده شود. به شکل شماره ۲ توجه گردد.

در صورت حمل و نقل با وسائل سنگین به نکات زیر توجه شود:

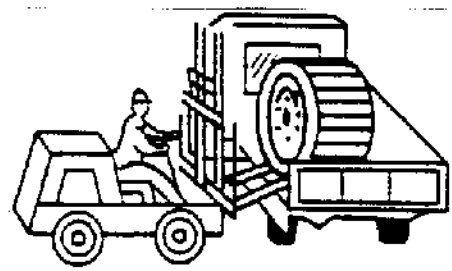
۱- قرقره سیم جهت اجتناب از تکان و لغزش برروی سطح کامیون به حائلی که با قسمت سیم‌پیچ قرقره برخورد نماید نباید تکیه داده شود.

۲- قرقره از سمت دوار آن برروی کف کامیون قرار داده شود. خوابانیدن قرقره از سمت مسطح آن، باعث فشار وارد بر حلقه‌های پایینی قرقره می‌شود. به شکل شماره ۳ توجه گردد.

۳- اگر بیشتر از یک عدد قرقره حمل می‌شود، هر چند تعداد قرقره که در راستای طول کف تریلر یا کامیون جا می‌شود بصورت ردیفی و پشت سرهم قرار گیرند.



شکل ۲- نحوه نادرست حرکت دادن یک قرقره پر

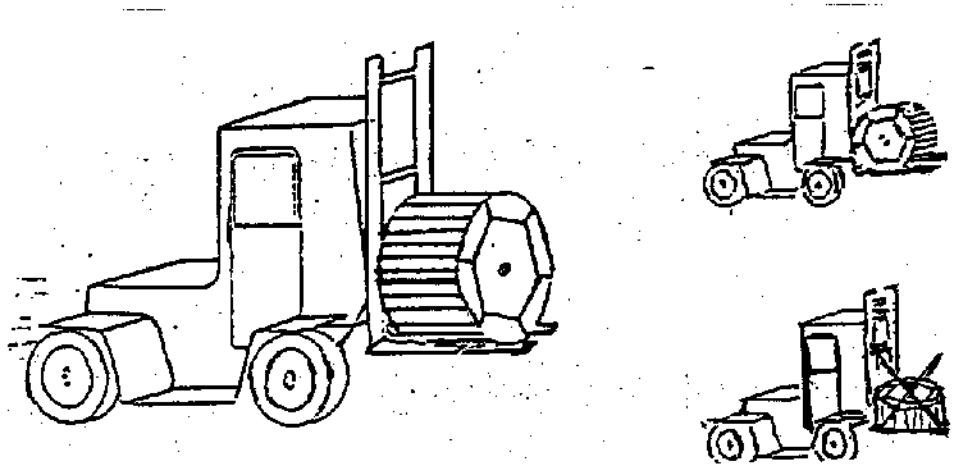


شکل ۳- نحوه درست حمل کردن یک قرقره پر

۴- در صورت بلند کردن قرقره توسط لیفتراک، قرقره باید از سمت دورانی آن برروی لیفتراک قرار گیرد. فقط یک حلقه قرقره در یک زمان سوار گردد. (شکل شماره ۴)

۵- در خصوص قرقره‌های فلزی که سیم برروی آنها دوباره پیچیده شده است، از جرثقیل سقفی ۲ تنی که دارای دو بازوی جک‌دار می‌باشد و دو طرف قرقره را در برمی‌گیرد، استفاده شود.

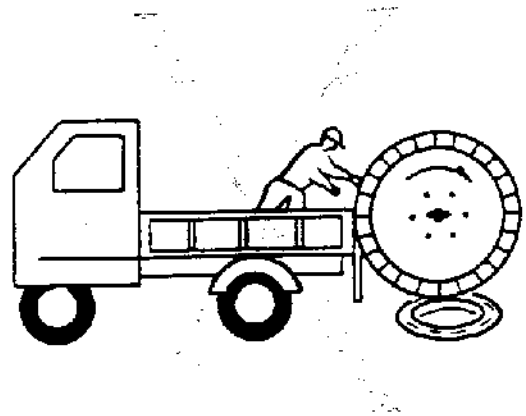
۶- اگر فقط یک قرقره سیم حمل می‌گردد، بوسیله میله‌های محکم در دو طرف قرقره بر روی کف سطح کامیون از چرخش و غلط خوردن قرقره ممانعت و بوسیله سیم بکسل سفت و محکم گردد.



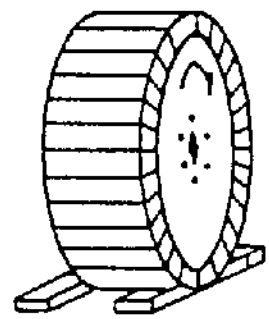
شکل ۴- نحوه انتقال قرقره سیم در انبار

۷- در صورت بلند کردن قرقره بوسیله جرثقیل سقفی، باید از جرثقیل ۲ تنی با دو بازوی جک‌دار که از دو طرف قرقره را می‌گیرد. استفاده گردد.

۸- هنگام تخلیه و یا بارگذاری قرقرها در صورت تک بودن تعداد قرقره باید بوسیله دو میله و یا با استفاده از یک کابل فولادی که دور قرقره‌ها پیچانده شده است و یا استفاده از غلطکهای مخصوص و یا یک تخته که یکسر آن برروی زمین و سر دیگر آن برروی سطح کامیون قرار گیرد، قرقره را به آهستگی برروی سطح شیب‌دار ایجاد شده غلطانید.



شکل ۵- نحوه نادرست تخلیه کردن یک قرقره پر



شکل ۶- نحوه درست قراردادن قرقره پر

۹- قرقره از سطح کامیون به سطح زمین نباید هرگز پرتاب گردد به شکل شماره ۵ توجه گردد. ۱۰

۱۰- قرقره‌هایی که دوباره پیچیده شده است یا با استفاده از جرثقیل سقفی موجود در سالن جابجا شوند و یا با غلطاندن روی زمین طبق روش ذکر شده حمل و نقل گردند.

۱۱- نگهداری قرقره‌ها

فهرست مطالب

۱۱-۱- قرقره‌های پر

۱- در محل انبار، از فضای سرپوشیده و داخل سالن جهت انبار کردن قرقره‌ها استفاده بشود. قرقره‌ها باید بوسیله دو تکیه‌گاه یا نگهدارنده در طرفین سطح دوار آن برروی زمین حائل گردند. هرگز از یک تکیه‌گاه استفاده نگردد.

۲- توجه شود که قرقره‌ها در مجاورت سیستمهای برودتی و حرارتی قرار نگیرند.

۳- از چیدن قرقره‌ها برروی یکدیگر خودداری گردد.

۴- در هنگام نگهداری قرقرها در انبار در زیر قرقره‌ها یک تخته یا دو میله مهار در طرفین قرقره برروی سطح زمین قرار داده شود. (مطابق شکل ۶).

۵- قرقره‌ها نباید در محل‌های مرطوب نگهداری شوند.

۱۱-۲- قرقره‌های خالی

قرقره‌های خالی، چه از نوع چوبی باشد و چه از نوع فلزی، نحوه نگهداری متفاوتی نسبت به قرقره‌های حاوی کابل دارند.

۱- قرقره‌های فلزی (قابل برگشت) را می‌توان در فضای باز و یا بسته نگهداری کرد.

۲- قرقره‌های چوبی را می‌توان بصورت ایستاده (از سطح مسطح آن) برروی زمین قرار داد.

۱۲- نحوه کارکردن با قرقره

فهرست مطالب

نوع ساخت قرقره و پایه آن، تعیین کننده روش و ابزارهایست که هنگام کار با قرقره می‌بایست در نظر گرفته شود. هنگام کار با قرقره حتماً از پایه قرقره[1] که قرقره را در محور تعبیه شده نگه می‌دارد باید استفاده شود. در غیر اینصورت باید از لبه بیرون[2] آمده قرقره استفاده نمود.

در خصوص زمانیکه قرقره از طریق یک میله از بالا نگهداشته شده است باید از یک میله برای اعمال فشار بر سطح قسمت سیم‌پیچ قرقره استفاده کرد تا از لطمات احتمالی به سیم، جلوگیری بعمل آورد.

---

[1] - Reel stand

[2] - Flang

فهرست مطالب

۱۳- پایه قرقره

پایه‌های قرقره باید طوری طراحی شده باشند که بتوانند نیروی کششی برگشتی به قرقره را تحمل کنند. پایه‌ها باید بتوانند وزن نهایی قرقره و ابعاد آن را جوابگو باشند. اگر پایه قرقره‌ها به بالابر سرخود مجهز نیستند، از لیفتراک یا جرثقیل جهت سوار کردن قرقره برروی پایه باید استفاده نمود.

از اعمال نیروی کششی مستقیم برروی حلقه‌های قرقره غیر از مورد سیم کشی به روش آزاد باید جلوگیری کرد. باید توجه داشت که حلقه‌های سیم و پایه‌های آن بتوانند نیروی وارده در اثر سیم ترمز را تحمل کنند.

۱۴- نصب هادیهای خطوط توزیع

فهرست مطالب

۱۴-۱- بررسی شرایط زمین

شرایط زمین طول مسیر از نقطه نظر همواری سطح، موانع شیب و کوهستانی بودن یا وجود انحراف مسیر جهت انتخاب نوع روش سیم کشی، مهیا کردن تجهیزات مربوط به شرایط زمین، پیش‌بینی نصب محل دکل و یا سازه‌های میانی و کمکی، بررسی نوع خاک جهت استقرار و برقراری تجهیزات سنگین و چاله کندن زمین، بررسی مسیر و سطح زمین در فصل بارندگی و زمستان و تعیین زمان نصب همگی از جمله ملاحظاتی می‌باشد که قبل از شروع عملیات و پیاده کردن تجهیزات نصب باید بررسی دقیق گردد.

بررسی موارد فوق به انتخاب بهینه تجهیزات کششی و کشنده، طول فاصله بین دو دکل و محاسبه سیم بین دو دکل، محل نصب لنگرها، محل استقرار ماشینهای کشنده ، ظرفیت دستگاه کششی و کشنده کمک بسزایی می‌نماید. در ضمن، برای انتخاب نوع سیستم زمین و حفاظت الکتریکی در زمان نصب و بهره‌برداری، مطالعات فوق بسیار مهم می‌باشد.

از جمله کارهای مقدماتی قبل از نصب، پیش‌بینی محل نصب سازهای کمکی و میانی می‌باشد. در این خصوص بررسی زمین و کندن چاله موردنیاز صورت می‌گیرد. آماده کردن دکل‌ها موجود و بررسی سلامت و استحکام تک‌تک آنها ضروری می‌باشد. مهیا و آماده کردن وسائل کار شامل دستگاه قرقره[1]،

[1] - Pulley

دستگاه کشش قرقره‌ای[1] و دیگر وسائل جانبی شامل تمیز کردن سطوح آنها از آلودگیهای مختلف از بین بردن لبه‌های تیز و بریدگی‌ها، و روغن کاری مجدد در صورت استفاده‌های قبلی، می‌باشد.

۱۴-۲- روش‌های سیم کشی

در خصوص سیم کشی سیمهای هادی تنوعی از روشها مختلف وجود دارد که تعدادی از آنها بستگی به سازنده سیم دارد.

روشهایی که در این دفترچه استاندارد ارائه می‌شود، روشهای پایه‌ای است که با تشخیص و ملاحظات اعمال شده از طرف مسئولین نصب خط، مهندسین مشاور براساس فلسفه اولیه قابل تنظیم یا توسعه می‌باشد.

در کنار توضیحات گوناگون در هر روش، نظریه‌های مربوط به کاربرد هر روش و لیستی از تجهیزات مورد نیاز هم ارائه گردیده است. این لیست الزاماً برای همه روشها کاربرد نخواهد داشت. بعنوان مثال یک دستگاه سیم جمع‌کن الزاماً در رابطه با یک دستگاه یا ماشین کشش کاربرد واقعی نخواهد داشت. همینطور هم یک جرثقیل یا بالابر در رابطه با یک پایه قرقره سیم مجهز به سیستم بالا برنده، کاربرد نخواهد داشت.

بطور کلی، دو نوع روش نصب معرفی می‌گردد:

۱۴-۲-۱- روش خوابانیدن

در این روش سیم بر روی زمین قرار می‌گیرد و بوسیله یک وسیله نقلیه بر روی سطح زمین کشیده می‌شود. عمل کشش را می‌توان به روش دیگری هم انجام داد و این بدین ترتیب است که قرقره سیم بر روی یک وسیله نقلیه در حال حرکت سوار می‌گردد و به آرامی بر روی زمین خوابانیده می‌شود. قرقره هادی بر روی پایه قرار گرفته و سپس بر روی یک وسیله نقلیه به حرکت در می‌آید. پایه ها عموماً به سیم مخصوصی مجهز می‌باشند که براحتی حلقه‌های سیم را از دور قرقره آزاد می‌نماید و در حین حرکت وسیله نقلیه، از قرقره باز می‌شود. کشیدن سیم تا وقتیکه سیم به سازه اسکلت یا دکل برسد، ادامه دارد. جهت توقف کشیدن سیم از سیستم ترمز استفاده می‌شود. در این مقطع سیم بر روی یک حامل که بر روی سازه اسکلت قرار گرفته سوار می‌شود و سپس کشیدن سیم بطرف دکلهای بعدی ادامه پیدا می‌کند.

---

[1] - BullWheel

این روش بیشتر در مورد خط جدید و در مسیری از سطح زمین صورت می‌گیرد که حرکت وسایل نقلیه دست‌اندرکار سیم کشی براحتی صورت گیرد و کیفیت سطح هادی از جمله نکات مهم نصب نمی‌باشد. [۱]

این روش از نظر اقتصادی در مناطق شهری که پر مخاطره می‌باشد یا خطر احتمال برخورد با مدارهای دیگر برقدار داده می‌شود مقرون بصرفه نمی‌باشد. همچنین در مناطق صعب العبور و کوهستانی و صخره‌ای این روش خیلی عملی نمی‌باشد. تجهیزات اصلی مورد نیاز در این روش عبارت است از پایه‌های قرقره هادی، وسیله نقلیه (یک یا چند دستگاه)، دستگاه قرقره و ارابه جهت انجام عمل اتصال[۱].

۱۴-۲-۲- روش کششی

در این روش سیم در تمامی‌مرحله نصب تحت فشار نیروی کششی وارده از دستگاه کشش قرار می‌گیرد. غالباً سعی می‌شود در تمامی‌مرحله کشش، سیم از سطح زمین و موانع دیگر با حفظ فاصله کافی کشیده شود. بدین ترتیب سطح خارجی سیم از صدمات و برخورد احتمالی با مدارهای جانبی برقدار در امان می‌ماند. بدین جهت از یک کابل یا سیم راهنمای سبک استفاده می‌شود. سیم راهنمای وارد دستگاه رونده که سیم سنگین تری را بوسیله سیم سبک تر می‌کشد، وارد می‌گردد. سیم سنگین تر سپس به هادی متصل می‌گردد که از قرقره سیم بوسیله یک دستگاه کشنده یا کششی باز و کشیده می‌شود. در خصوص سیمهای سبک تر، یک سیم سبک واسطه می‌تواند بجای سیم راهنما بکار گرفته شود.

این روش مطلوب مواقعی است که سطح سیم نباید با زمین هیچ تماسی پیدا کند و یا اینکه در طول مسیر خط موانع یا تقاطع و یا ترددهای زاید درجریان باشد. [۱]

۱۴-۳- عملیات آماده‌سازی و مراحل نصب

برای انجام عملیات نصب، اقداماتی همانند مهیا نمودن کلیه تجهیزات و ابزارآلات و دستگاههای جانبی مورد نیاز، هماهنگی با عوامل و گروههای دیگر نصب، مصون نگهداشتن تجهیزات سیم در مقابل خطرات ناشی از تغییرات محیطی و آب و هوایی در حالت آویز و کشش موقت و نهایتاً کاهش زمان نصب، الزامی می‌باشد.

---

[۱] - Splicing Cart

۱۴-۳-۱-مراحل نصب

مراحل نصب به ترتیب سلسله عملیاتی و پی‌درپی بصورت زیر می‌باشند:

۱۴-۳-۱-۱-کارهای مقدماتی

الف- بررسی شرایط زمین

ب- آماده سازی بستر سطح زمین

پ- انتخاب روش کشش و فلش سیم

ت- بازرسی و بازدید از تک‌تک دکل‌ها

ت- انتخاب محل استقرار ماشین سیم جمع‌کن و موتور[1] مربوط به آن و برپایی و آماده سازی آنها

ج- آماده‌سازی و برپا کردن سیستم داربست‌ها[2] در صورت لزوم

چ- مهیا کردن تجهیزات بی‌سیم مخابرات در صورت طولانی بودن فاصله دستگاههای کشش از دستگاههای کشنده

ح- قطع کردن درختها در طول مسیر

۱۴-۳-۱-۲-آماده‌سازی تجهیزات در عملیات نصب

الف- آویزان کردن قرقره‌ها جهت کشیدن سیم

ب- آماده‌سازی و نصب سیم‌های کمکی و راهنما

پ- بستن اتصال چشمی شکل و یا استفاده از سیمهای آرمور

۱۴-۳-۱-۳-عملیات کشش

الف- مستقر کردن تجهیزات و دستگاه‌های کشش، ماشینهای سیم جمع‌کن و وسائل جانبی در سایت کشش و کشنده

ب- آزمایش تجهیزات و بقیه وسائل جهت‌روان بودن و آماده بکار جدید و روغن‌کاری‌های مورد نیاز.

پ- انتخاب روش کشش و روش فلش سیم همراه با آماده‌سازی تجهیزات مربوطه

---

[1] - Drum and Engine Machine

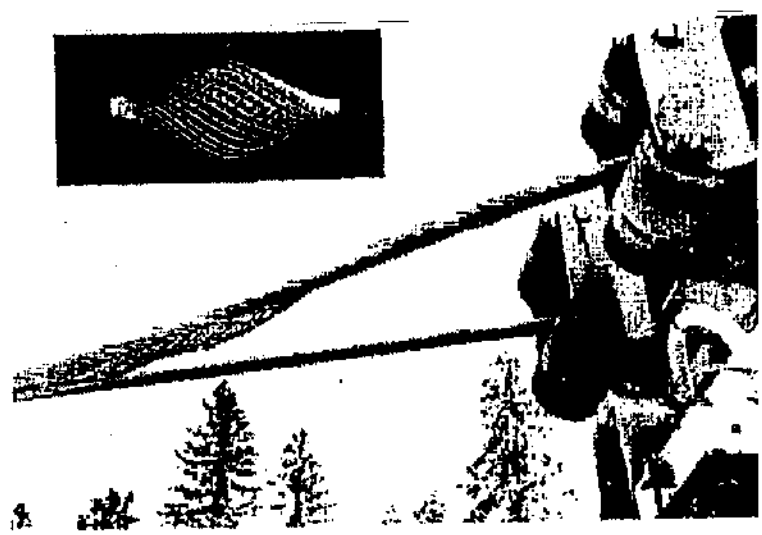
[2] - Scaffold

۱۴-۳-۱-۴-محل دستگاهها

محل دستگاهها و ماشینها جهت کشیدن و اعمال کشش به سیم و بقیه تجهیزات جانبی مذکور باید از پیش تعیین شوند.

توجه گردد تا دستگاه ماشین کشنده طوری مستقر گردد تا سیم کشیده شده به سمت دستگاه مزبور با حداقل زاویه افق وارد دستگاه گردد. بدین ترتیب سیم هادی حداقل صدمه را هنگام کشیدن متحمل می‌شود. زمانی که از ماشین یا دستگاه کشش قرقره‌ای استفاده می‌شود، ماشین سیم جمع‌کن که وظیفه اش بازیافت سیم کشیده شده می‌باشد باید در جائیکه دستگاه کشش مستقر شده قرار گیرد، و ماشین سیم‌جمع‌کن راهنما باید در جائیکه ماشین کشش مستقر است قرار گیرد.

نحوه چیدن و ترتیب ماشین کشش و پایه‌های حلقه باید بصورتی باشد که زاویه کناری بین سیم هادی در جائیکه وارد دستگاه می‌شود با صفحه چرخش چرخها بحدی باشد که بدنه سیم به جداره شیار چرخها سائیده نشود. در این صورت از لطمه خوردن به سیم بعلت باز شدن سیمهای تنیده بشکل قفس پرنده[1] جلوگیری می‌گردد. شکل شماره ۷ این عارضه را نشان می‌دهد. معمولاً عارضه قفس پرنده بر روی سیمهای ۲ یا ۳ لایه‌ای اتفاق می‌افتد. همچنین می‌بایست رعایت گردد که قرقره سیم با دستگاه سیم کشش طوری در یک راستا قرار گیرند که سیم هنگام باز شدن از قرقره به لبه‌های قرقره سائیده نشود.



شکل ۷: تصویری از عارضه قفس پرنده‌ای سیم

[1] - Bird Caging

۱۴-۳-۱-۵-بستن و محکم‌کاری نهایی گیره‌ها[1]

الف- اعمال کشش نهایی با توجه به فلش مطلوب سیم

ب- سفت کردن بستهای آویزی و یا گیره‌ای

فهرست مطالب

۱۵- شرح کامل دستگاههای مخصوص نصب و کشش

در عملیات نصب از ابزار و تجهیزات جانبی استفاده می‌گردد که برای آشکار کردن ساختار و کاربرد آن دسته تجهیزات که نیاز به وضوحیت بیشتری دارند توضیحات زیر داده می‌شود:

۱- دستگاه کشش قرقره‌ای[2]

این دستگاه اساساً از یک یا چند عدد چرخ که بصورت جفتی پشت سرهم قرار گرفته، تشکیل شده است. اندازه چرخها متغیر هستند ولی چرخهای به عرض ۴۳ سانتیمتر و قطر ۱۵۰ سانتیمتر متداول می‌باشند. سیم گردش چرخهای جفتی بوسیله اصطحکاک وارده از یکی از جفتها به جفت دیگر منتقل می‌گردد و نیروی کشش مورد نیاز جهت کشش و یا ترمز بدین طریق تامین می‌گردد. لایه خارجی چرخها از جنس نیوپرین[3] یا یوریتین[4] می‌باشد. این دستگاه دارای موتور مخصوص بخود هست که وقتیکه دستگاه در نقش دستگاه کشنده[5] بکار گرفته شده است استفاده می‌شود. شکل شماره ۸ نمایی از یک دستگاه کشش قرقره‌ای و ماشینی که دستگاه برروی آن سوار می‌گردد را نشان می‌دهد.

---

[1] - Clipping

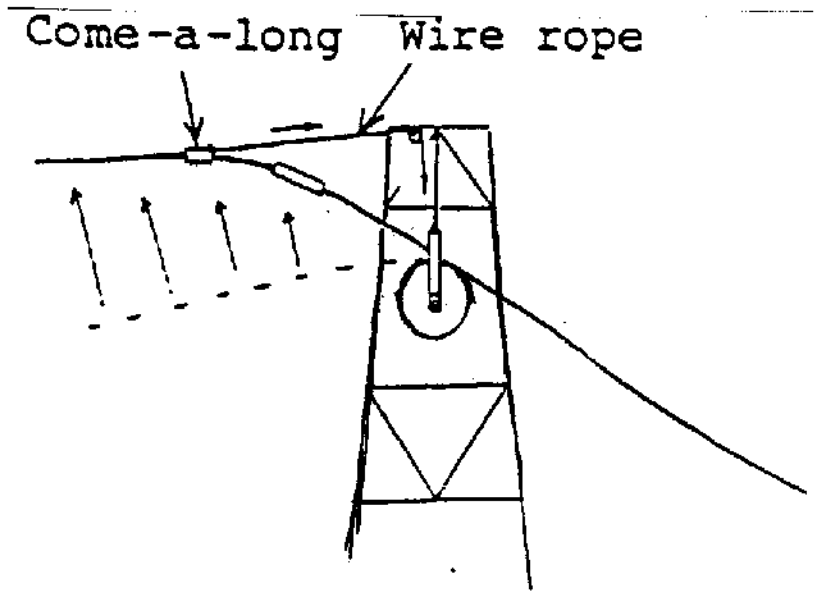
[2] - Bullwheel

[3] - Neoprene

[4] - Urethane

[5] - Puller

شکل ۸: ترسیمی از مدل دستگاه کشش قرقره‌ای



شکل ۹: نمای از یک دستگاه قرقره حین عملیات کشش

۲- قرقره[1]

قرقره از یک چرخ و بازو معلق یا قاب بصورت مجزا یا گروهی که از یک سازه مخصوص آویزان می‌شود و سیم مربوطه از آن جهت کشش عبور می‌گردد. برای حفاظت بیشتر سیمهای مورد کشش، جنس لایه روی چرخها این دستگاه از جنس مواد غیرهادیها یا نیمه هادیها نپویرین یا یورتین پوشش داده شده

[1]- Pulley

است. این نوع مواد با ایجاد یک حالت بالشتک در بستر چرخش سیم بر روی چرخ کشش عملیات کشش را نرم و روان می‌نماید. شکل شماره ۹، ترسیمی از یک دستگاه قرقره حین عملیات را نشان می‌دهد.

۳- سیم جمع‌کن[۱]

دستگاهی است که بمنظور بازیافت سیمی‌که در حال کشش است طراحی شده است. این دستگاه موتور مخصوص بخود را دارد که بصورت مکانیکی، هیدرولیکی و یا ترکیبی از هر دو، میله محور نگهدارنده حلقه را می‌چرخاند. این ماشین معمولاً در روبروی دستگاه کشش قرقره‌ای قرار می‌گیرد و سیمی‌را که از دستگاه مزبور خارج می‌شود بازیافت و بر روی استوانه سیم جمع‌کن جمع می‌نماید. از این دستگاه بعنوان یک دستگاه کشنده مطلق استفاده نمی‌شود، مگر در شرایطی که نیروی کششی بسیار کم باشد.

۴- لنگرها

لنگرها برای نگهداشتن دستگاهها در جای خود و بالا نگهداشتن سیمهای هادی در مقابل کشش وارده می‌باشد. نوع لنگر بستگی به نوع خاک، میزان کشش نوع تجهیزات دارد. تجهیزات منقول و همچنین لنگرهای زمین شده برای تامین این مقصود استفاده می‌شود.

۱۵-۱- ویژگیهای تجهیزات نصب و کشش

تجهیزات مورد نیاز عملیات کشش و نصب می‌بایست طبق استاندارد با خصوصیات سیمهای ACSR همخوانی مناسبی برقرار نمایند. از جمله مهمترین متغیرها، خصوصیات دستگاه کشش، قرقره‌ها و ماشینها و لوازمات فرعی دیگر درگیر عملیات کشش از جهت جنس، قطر چرخها و دیگر متغیرها باشند.

۱۵-۱-۱- چرخ قرقره[۲]

قطر چرخ قرقره از عوامل بسیار مهم انجام عملیات کششی سالم و عاری از ایجاد صدمه به سیم هادی می‌باشد. علی الخصوص در رابطه با سیمهای ACSR، قطر چرخ که مقدار خمش سیم را معین می‌کند نقش مهمی‌در صحت و سلامت عملیات دارد.

بطور کلی بزرگ بودن قطر قرقره چرخ قرقره مزایای متعددی دربردارد.

---

[۱]- Reel Winder

[۲]- Wheel

۱- با افزایش قطر چرخ قرقره، شعاع خمش حلقه سیم بر دور چرخهای طبیعتاً افزایش می‌یابد و باعث جابجایی کمتر رشته‌های سیمهای تابیده شده[1] و همچنین حرکت کمتر رشته ها نسبت به یکدیگر و درصورت لایه‌های چندتایی- در بین لایه‌ها می‌شود. به همین ترتیب نیروی کشش اعمال شده به هادی جهت خم و صاف کردن سیم کاهش قابل ملاحظه‌ای پیدا می‌کند.

۲- از قلمبه شدن سیم[2] بدلیل تحمل فشار زیاد بلبرینگ چرخها بر روی رشته‌های همجوار سیمهای جلوگیری بعمل می‌آید.

۳- نیروی مورد نیاز غالب بر اصطحکاک هم کاهش می‌یابد.

۴- تعداد چرخش و سرعت دوران کمتر می‌گردد و نتیجتاً باعث فرسایش دیرتر بلبرینگ و شیارها می‌شود.

از نقاط ضعف بزرگ کردن قطر چرخهای قرقره، هزینه و وزن بالاتر آنها می‌باشد. در شکل و جدول که در پیوست پ آمده است، حداقل قطر قرقره‌های چرخ گردان در ته شیار بوسیله متغیر D_s نشان داده شده است.

توجه شود، در هنگام کشش هادی برای طولهای مسیر کوتاه، یعنی حدوداً ۳/۵ کیلومتر، Ds متغیر مناسبی می‌باشد. در خصوص مسیرهای طولانی تر (بالای ۳/۵ کیلومتر) و یا سطح زمینهای ناهموار حداقل قطر چرخ قرقره از فرمول مقابل تبعیت می‌کند.

$$۲۰ \times D_c - ۱۰$$

D_c قطر سیم می‌باشد.

بطور کلی، خصوصیات چرخ قرقره دستگاه‌های قرقره و مشابه آن نقش بسیار مهمی‌در حفظ سلامتی سیم هادی هنگام عملیات کشش دارد.

این خصوصیات شامل:

۱) شعاع دایره ته شیار، جاییکه سیم درون آن فرو می‌رود

۲) عمق شیار

۳) زوایای طرفین دیواره شیار

---

[1]- Stranded Wire

[2]- Strand Notching

۴) جنس لایه خارجی آلیاژ شیار

۵) لبه های دهنه شیار

۱۵-۱-۱-۱-آرایش شیار چرخ

حداقل شعاع شیار در پایه چرخ با متغیر R_g مشخص می‌شود. قرقره چرخ باید طوری انتخاب شود که R_g، ۱/۱۰ برابر شعاع سیم باشد.

R_C شعاع سیم می‌باشد $R_C \times R_g = 1.1$

این معیار در خصوص سیمهای با تعداد کم از رشته‌های آلومینومی‌می‌باشد. این معیار در خصوص سیمها با تعداد رشته‌های بیشتر تابیده شده که نیروی بیشتری را بر روی پایه شیار تحمیل می‌نماید باید تغییر کند. عمق شیار باید بزرگتر از ۲۵٪ قطر سیم باشد. [۱]

۱۵-۱-۱-۲- زاویه دهنه شیار چرخ

زاویه دیواره دهنه شیار از موارد مهم می‌باشد که تناسب آن با قطر سیم هادی باید رعایت گردد. این زاویه برابر است با زاویه خط عمود وسط شیار با زاویه دیواره دهنه شیار درهر یک از طرفین مقدار این زاویه بر حسب قطر سیم هادی باید ۱۵° تا ۲۰° درجه انتخاب گردد. به پیوست پ مراجعه شود.

۱۵-۱-۱-۳-لایه پوششی شیار

شیارها صرفنظر از اینکه با لایه مخصوصی پوشیده شده باشند یا نشده باشند، نباید هنگام کشش به هادی لطمه‌ای وارد نمایند. بدین خاطر، معمولاً شیارها بوسیله یک لایه از جنس آلاستومر پوشیده می‌شوند که دارای مزایای زیر می‌باشد:

۱)عمل کشش براحتی و نرمی‌صورت می‌گیرد

۲) از ایجاد صدماتی از قبیل، سائیدگی و خراش هم به سیم هادی و هم به شیار جلوگیری به عمل می‌آورند.

احتمال صدمات وارده هنگام کشش سیم‌های فولادی بسیار بالا می‌باشد بدین جهت توصیه می‌گردد از شیارهای بدون لایه آلاستومر و مشابه استفاده نشود.

- پوشش لایه محافظ باید تا انتهای لبه شیار وجود داشته باشد

- پوشش محافظ باید قدرت تحمل درجه حرارت محیط و ایجاد شده قابل پیش‌بینی را داشته باشد تا خرد و شکننده نگردد و دچار پخی و سطح صاف دائم نگردد.

۱۵-۱-۱-۴-لبه شیار

لبه‌های دهنه شیار نباید تیز و برنده باشند. در حالیکه از پوشش محافظ بهره مند هستند باید با لبه دالبر و گرد بسمت خارج دهنه برگشته باشند تا هنگام کشش به سیم‌هادی در حال عبور لطمه‌ای وارد ننمایند.

۱۵-۱-۱-۵-بلبرینگ

بلبرینگها ترجیحاً باید از نوع ساچمه‌ای یا غلطکی باشد که بطور کافی روغن کاری شده باشند. روغن بکار رفته باید با شرایط درجه حرارتی محیط منطبق باشد. از ترکیب روغنها متفاوت و اعمال آنها خودداری گردد. کیفیت بلبرینگها باید همواره کنترل و بازرسی گردند. برای اطلاعات بیشتر به پیوست ت مراجعه شود.

۱۵-۱-۱-۶-مواد ساخت چرخ قرقره

مواد ساخت چرخ قرقره حائز اهمیت می‌باشد. سازنده چرخها باید نوع مواد بکار رفته در بدنه اصلی و لایه رویه خارجی شیارها را بر روی دستگاه نشان دهند. اگر جنس سیمهای لایه خارجی سیم از جنس آلومینیوم باشد لایه رویه شیار چرخ می‌تواند از آلیاژ منگنز یا آلومینیوم باشد.

بطور کلی جنس و کیفیت چرخها و شیارها باید از نوعی باشد که صدمه‌ای به جنس سیم وارد ننماید. جنس شیارها ترجیحاً باید با پوششی از ماده جهمنده[1] باشد. اگر از جنس الاستومر نیمه هادی استفاده شده باشد، شیارها برای عملیات کشش زمین مناسب نیستند. اگر از دستگاههایی با شیار شکل V استفاده می‌شود، باید دقت داشت که استفاده از این نوع شیار توسط سازنده سیم بلامانع اعلام شده باشد. [۱]

۱۵-۱-۲- خصوصیات دستگاه کشش قرقره‌ای

در خصوص دستگاه کشش قرقره‌ای، عمق شیار چرخها، D_g که در شکل پ-۱ که ملاحظه می‌گردد، از جمله موارد خیلی مهم نمی‌باشد. شیارها از دایره‌های متحدالمرکزی تشکیل شده‌اند که عمق آنها ضرایبی از ۰/۵ ضربدر قطر سیم می‌باشد. [۱]

زاویه اریب دیواره شیار با خط قائم باید بین ۵° تا ۱۵° درجه باشد.

[1]- Elastomer

تعداد شیارهای موجود در هر دستگاه کشش قرقره باید به تعدادی باشد که لایه‌های بالایی به لایه‌های پایینی هنگام عملیات چرخش روی هم قرار نگیرند. حداقل عمق ته شیار (D_b) باید طبق نمودار پیوست شماره پ تعیین گردد.

۱۵-۱-۲-۱-خصوصیت الکتریکی چرخ قرقره

در مواردیکه لایه خارجی قرقره‌های دستگاه کشش قرقره‌ای از نوع نیمه هادی باشد باید توجه داشت که‌این نوع مواد با شدت جریانهای حدود ۲۰ mA (میلی آمپر) لطمه جدی می‌بینند. این شدت جریان برروی چرخهای دستگاه هنگام کارکرد آنها در محدوده مدارهای برقدار ایجاد می‌گردد.

به همین دلیل کلیه دستگاها هنگام استفاده باید زمین شوند. رعایت این نکته ضروریست که دستگاههای سیستم زمین که در معرض جریان اتصال کوتاه قرار گرفته‌اند نباید مجدداً بکار گرفته و استفاده شوند.

۱۵-۱-۲-۲- فشار برروی قرقره‌ها

مقدار بار قابل تحمل دستگاه چرخ قرقره باید بر روی برچسب دستگاه قید شده باشد. تحمیل فشار بار بیش از مقدار تحمل نامی‌دستگاه خصوصاً هنگام کشش و انجام عملیات تعیین شکم سیم، لطمه اساسی به لایه سطحی شیار وارد می‌نماید. برای اطلاعات بیشتر به پیوست ت مراجعه شود.

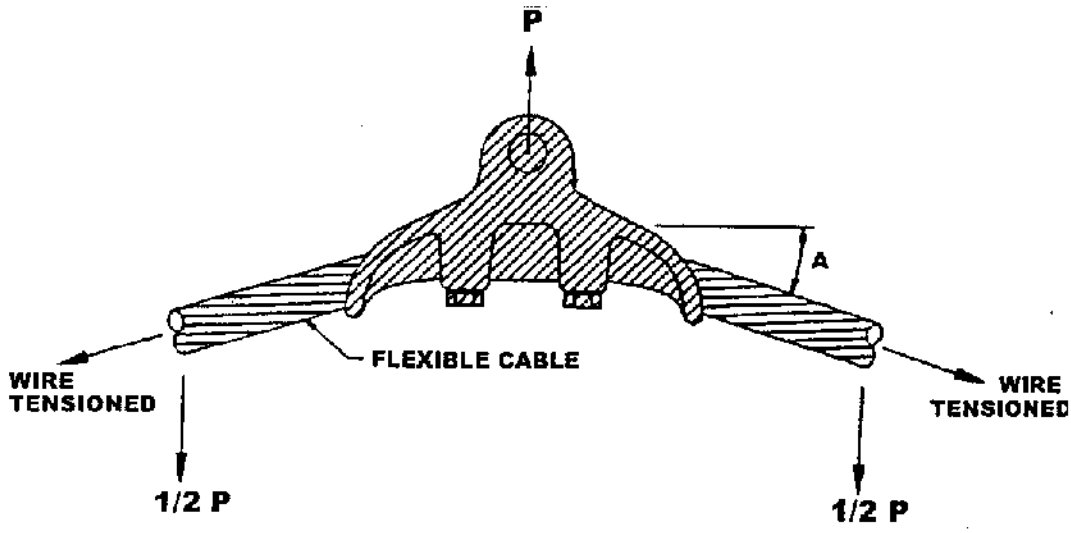
۱۶- متعلقات نصب

فهرست مطالب

الف) گیره های آویزی

گیره‌های معمولی و متعارف آویزی یا کششی از نوع پرسی یا مهره‌ای در نصب سیم هادی کاربرد دارند. این گیره ها بر روی یراق آلات آویزی همراه با رشته سیمهایی[1] که بدور سیم برای استحکام و کاهش نوسانات سیم پیچیده می‌شوند، استفاده می‌گردد.

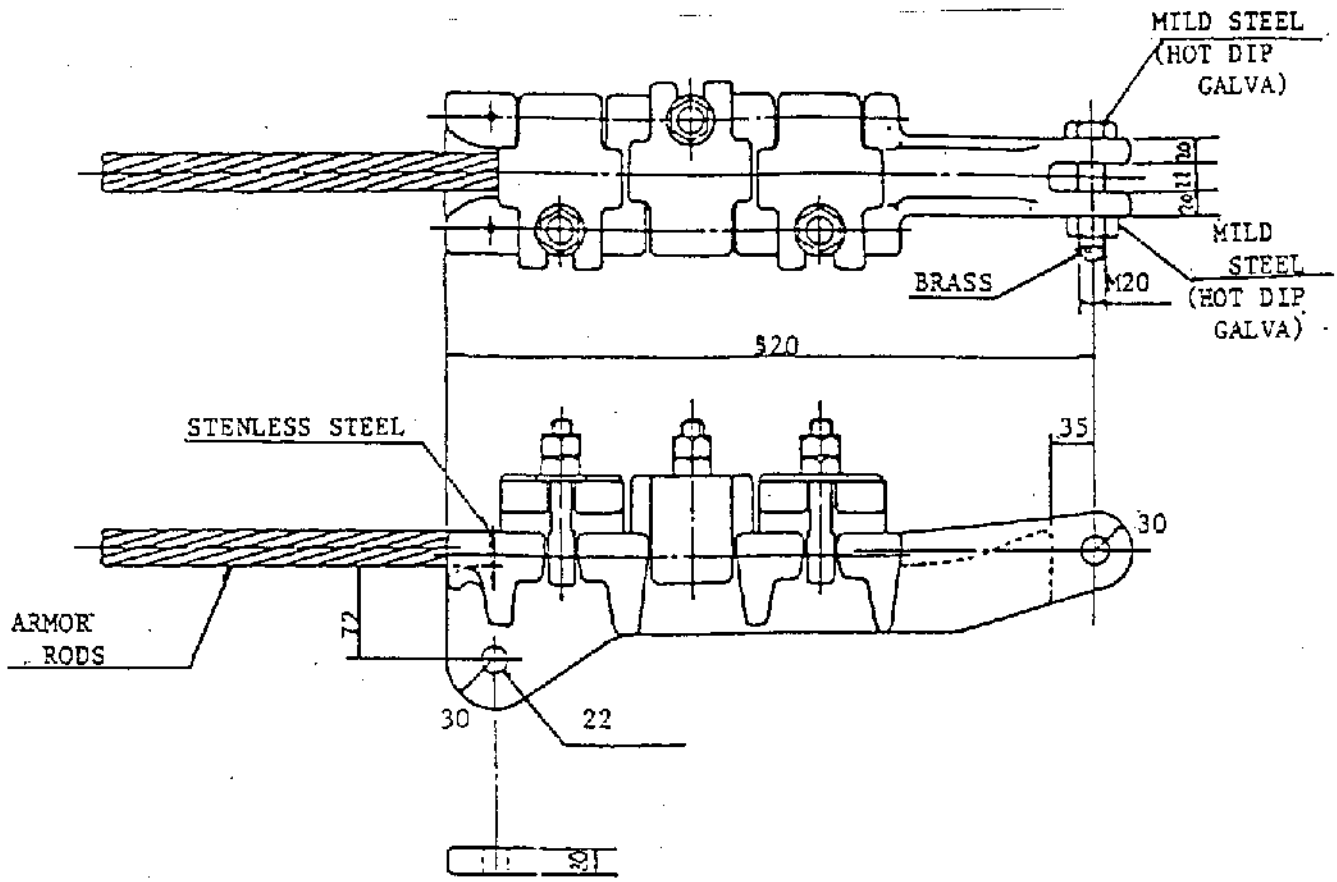
[1]- Armor rods



شکل ۱۰: ترسیمی از یک گیره آویزی

ب) گیره‌های انتهایی

هر دو نوع گیره مهره‌ای و فشاری جهت نصب سیمهای هادی قابل استفاده می‌باشند.



شکل ۱۱: ترسیمی از یک گیره انتهایی مخصوص سیمهای ACSR

فهرست مطالب

۱۷- اجرای عملیات نصب

با کسب اطمینان از کلیه مراحل آماده‌سازی، عملیات نصب شروع می‌گردد. عملیات با انتقال قرقره سیم و کلیه تجهیزات مورد استفاده به سایتهای مربوطه شروع می‌شود.

ابتداً سیم راهنما را به سیم هادی متصل نموده و عملیات کشش را با سیم راهنما در جلو و با بکارگیری دستگاه‌ها و ماشینهای کشش که بر وسائل نقلیه دیفرانسیل بالا سوار هستند، شروع می‌گردد.

یکی از موارد مهم مقدار فشار و نیروهای مختلفی است که این سیم هنگام کشیدن و نصب تحمل می‌کند. در این صورت می‌باید به مشخصات داده شده توسط سازنده سیم با رعایت کامل محدودیتهای فیزیکی، نیروی کششی قابل تحمل سیم هنگام نصب اعمال گردد.

نیروی کششی هنگام عملیات سیم‌کشی از موارد بسیار مهم می‌باشد که میزان آن رابطه مستقیمی با قطر سیم هادی دارد.

۱۷-۱- نیروی کششی سیمکشی

حداکثر نیروی کششی مجاز هنگام سیم کشی[1] در مورد سیم‌های هادی باید مدنظر باشد. این مقدار نیروی کششی با قطر سیم رابطه مستقیم دارد. معمولاً با یک حساب سرانگشتی و تقریبی مقدار نیروی کششی، ۲۰٪ مقدار قدرت پارگی سیم درنظر گرفته می‌شود.

در خصوص نیروی وارده فراتر از ۱۰٪ قدرت پارگی سیم، سیم باید قبلا مورد آزمایش قرار گیرد. [۱]

۱۷-۲- سرعت عملیات

از عوامل مهم که باید هنگام کشش سیم رعایت گردد سرعت کشش سیم می‌باشد که نباید از ۵ تا ۸ کیلومتر در ساعت تجاوز نماید.

به توصیه سازنده سیم و محدودیتهای سیم مربوطه که در دفترچه سیم همراهی می‌شود باید حتماً توجه گردد. [۱]

۱۷-۳- روغن کاری

جهت کاهش فرسایش[2] سیمهای تابیده شده برروی سیم ACSR ، می‌توان روغن مخصوص به سیمهای اعمال نمود. روغن مذکور باید طبق ضوابط استاندارد IEC 61394 باشد.

---

[1] - Tension

[2] - Erosion

۱۷-۴- نکات عمومی عملیات نصب

عمل کشش وترمزهای متناوب در حین کار باید به آرامی‌و نرم صورت گیرد و از حرکات تند و تکان دهنده پرهیز گردد. هرکدام از سیمها باید بسهولت قابل کنترل و بازدید باشند تا نیروی یکسان و یکپارچه‌ای را به تجهیزات کششی اعمال نمایند. دستگاهها باید طوری انتخاب شوند که اجازه تنظیمات جداگانه را داشته باشند.

ظرفیت دستگاه کشنده و کشش بستگی به وزن سیم و طول آن و مقدار نیروی کشش مورد نیاز هنگام سیم کشی دارد.

ظرفیت دستگاه و ماشینهای کشنده و کشش باید براساس طول فاصله بین دو دکل، سطح زمین و موانع موجود و فاصله آنها با سطح مسیر کشش سیم باشد. معمولاً نیروی کششی در روش کشش نباید از ۵۰٪ ناشی از نیروی کششی فلش سیم تجاوز کند. [۱]

۱۷-۵- اجتناب از ضربه

در حین عملیات نصب، تا حد امکان باید سعی شود که سیم ACSR از تنشهای مکانیکی، ضربه های وارده به زمین و موانع دیگر که امکان صدمه به لایه‌های سیم را دارد پرهیز گردد.

توصیه می‌گردد از پوششهای بشکل آستین[1] بطول ۵ متر در اطراف محلهای اتصال از قبیل گیره های مخصوص وزنه ها، بر روی سیم پوشیده شود. این پوشش هنگامی‌که وزنه ها بدلیل کشیده شدن بسمت چرخ آویز و یا گردان بر روی دکل نزدیک می‌شوند، بسیار مهم می‌باشد.

۱۷-۶- نحوه نصب چرخ قرقره

نحوه نصب چرخ قرقره باید با رعایت نوع مدار، که آیا فاز تک سیم یا بصورت باندل می‌باشد و آیا از چرخ قرقره زمین استفاده می‌شود یا خیر صورت گیرد. نحوه نصب چرخ قرقره برای فازهای تک‌سیمه و باندل متفاوت می‌باشد که در ادامه توضیح داده می‌شود.

۱۷-۶-۱- فازهای تک سیمه

۱) مجموعه مقره‌های به شکل عمودی

در این صورت قرقره باید مستقیماً به مقره سوار گردد.

۲) مجموعه مقره‌ها بشکل V

---

[1]- Sleeve Protection

در این مورد دستگاه قرقره ابتدا باید به صفحه اتصال سوار گردد

۱۷-۶-۲-فازها چند سیمه یا باندل

در شبکه‌های توزیع بندرت تعداد سیمهای یک فاز بیشتر از یک سیم یا بصورت باندل می‌باشد. در صورت کاربرد، مثلاً موارد صنعتی، نهایتاً از دو سیم استفاده می‌گردد که در این صورت نکات زیر باید رعایت گردد:

- از دستگاه چند قرقره‌ای مخصوص جهت کشش همزمان باید استفاده کرد. شکل شماره ۱۳ نمایی از این دستگاه را نشان می‌دهد.

در این مورد، دستگاه قرقره غالباً به صفحه یوک[1] سوار میگردد.

- در خصوص مقره‌ها یکه به صورت عمودی بر روی سطحی نصب شده‌اند دستگاه چرخ‌گردان باید به انتهای مقره سوار گردد.
- دستگاه چند قرقره‌ای که در دکل انتهایی بکار می‌رود باید مستقیماً به دکل نصب گردد.
- اگر مسیر خط دارای زاویه تندی باشد، جهت کاهش فشار بر روی یک دستگاه از دو چرخ چند قرقره‌ای بصورت پشت سر هم استفاده شود.
- در مداری با فازهای باندل اگر خط زاویه‌ای بیشتر 5° داشته باشد، بعد از عبور صفحه کمکی یا دونده، دستگاه‌های قرقره باندلی (چند قرقره‌ای) را جهت ایجاد میزان دقیق فلش سیم باید با چرخ‌قرقره‌های تکی تعویض کرد.
- اگر از جهت تعداد چرخ قرقره‌ها کمبودی نباشد نصب چرخ‌قرقره‌ها و مقره‌ها بهتر است همزمان صورت گیرد .
- در مواقع خاصی میتوان چرخ قرقره‌ها را به یک میله بجای مجموعه مقره ها سوار نمود.
- نصب وسیله‌های زمین گردشی و محل استقرار آنها بستگی به میزان احتمالی خطرات برقی در محیط عملیات دارد. در صورت وجود احتمالی خطرات برقی، یک چرخ‌گردان زمین در محل اولین دکل محل کشش و یکی دیگر در آخرین دکل محل کشنده باید نصب گردد.
- در خصوص سیم کشی در مجاورت حریم شبکه برقدار، یک وسیله زمین گردشی دیگر زمین علاوه بر موارد بالا، بفاصله حداکثر ۳/۵ کیلومتر باید نصب گردد.

---

[1] - Yoke

- بعنوان یک قانون کلی، در طرفین حریم مدار برقدار، نزدیکترین سازه‌های (دکل یا برج میانی) خط در حال سیم‌کشی باید زمین گردند. [۱]

۱۷-۷- نصب سیم هادی

- سیم‌کشی فازهای تک سیمه

قبل از شروع عملیات کشیدن و نصب سیم هادی باید سیم هادی را توسط یک سیم نازک و منعطفتر که معمولاً از جنس سنتتیک و یا نایلونی ساخته شده است همراهی کرد . این سیم، سیم راهنما نامیده میشود . در بعضی اوقات که شرایط استثنایی حاکم می‌باشد از یک قطعه سیم دیگری در جلوی سیم راهنما که جبراً باید از دستگاههای قرقره عبور نماید استفاده می‌گردد . این سیم که به عنوان سیم انگشتی[۱] ملقب است از جنس الیاف مقوایی سفت ساخته شده که از زمین کشیده و از دستگاه چرخ گردان عبور نموده و مجدداً به زمین بازمیگردد . سیم انگشتی را به سیم راهنما متصل میکنند و بدین ترتیب به حضور سیم بان در بالای دکل و هدایت سیم راهنما از دستگاه چرخ گردان نیازی نمی‌باشد .کشیدن سیم راهنما در این مرحله اولیه می‌تواند توسط یک وسیله نقلیه مثل تراکتور یا وسائط نقلیه دیفرانسیل بالا صورت گیرد .

پس از نصب سیم راهنما دقت گردد دو وسیله زمین گردشی جهت حفاظت خط نصب گردد . یکی از این دستگاهها باید بین پایه قرقره و سیم هادی و یا دستگاه کشش سیم و اولین دکل قرار گیرد .

دومین وسیله زمین گردشی باید بین دستگاه کشنده و آخرین دکل واقع گردد .هر کدام از این دستگاههای زمین باید به سیستم شبکه زمین مستقر در همان (سایت) منطقه کشش یا کشنده متصل گردد.

توجه گردد سیم یا طناب راهنما که از جنس های ظریف ساخته شده و بین فواصل دکلها در حال کشش می‌باشند با سطح زمین تماس پیدا نکنند . در این صورت سریعاً دچار لطمه و صدمه جدی میشوند. سیم هادی تکی به وسیله یک بست یا رابط پاشنه ای[۲] به انتهای سیم راهنما متصل میشود. سیم های هادی باندلی به رابط های پاشنه ای و صفحه سیار[۳] متصل میشوند.

---

[۱] -Finger Line

[۲]- Swivel Link

[3] - Running Board

سیمهای سنتتیک و مشابه به دلیل بافت ویژه هنگام کشش دچار چرخش و تابیدن میشوند . بدین جهت هنگام استفاده از رابط های پاشنه ای در خصوص کشیدن سیمهای باندلی سه تایی (به علت عدم تقارن در وزن سیمها) از سیمهای نوع سنتتیک نباید استفاده گردد. برای این منظور از سیمهایی از نوع تنیده شده که چرخش سیمها را بهتر تحمل می‌نمایند استفاده گردد.

قرقره هایی که مخصوص جمع کردن حلقه‌های سیمهای راهنمای بازیافته شده در سایت کشش می‌باشند باید از جنس فولاد باشند. سیمهای راهنمای نوع سنتتیک بعد از تشکیل چند حلقه از حلقه‌های جمع شده نیروی خردکننده بسیار زیادی ایجاد می‌نمایند.

بستهای پاشنه ای که به عنوان رابط استفاده میشوند باید قدرت تحمل نیروی کشش وارده را داشته باشند. این رابط ها باید از نوعی و اندازه ای انتخاب شوند که هنگام عبور از چرخ گردانها باعث صدمه به قرقره‌های آن نشوند. جهت پیوند سیم راهنما به صفحه سیار و سیم هادی از رابط پاشنه ای ساچمه‌ای[1] استفاده می‌گردد.

بستها و یا رابط های پاشنه ای در شرایط کشش زیاد نباید از دستگاه کشش قرقره‌ای عبور نمایند. چنین بستهایی با عبور از داخل دستگاه مذکور دچار خمیدگی می‌شوند.

سیم های تابیده شده[2] هنگام عملیات کشش جبراً دچار از هم باز شدن در لایه خارجی خود می‌شوند . این حالت زمانی که سیم بصورت نادرست داخل دستگاههای کششی از قبیل دوچرخه ای عبور نماید بیشتر میشود و صدمات جدی به ساختار سیم و متعاقباً به دستگاه کشش وارد می‌نماید. جهت جلوگیری نسبی و یا حذف کامل چنین حالتی رعایت نکات زیر ضروری می‌باشد که از آن جمله نحوه داخل کردن سیم درون دستگاه کشش قرقره‌ای میباشد.

در خصوص بکارگیری از یک دستگاه کشش قرقره‌ای رعایت نکات زیر الزامیست:

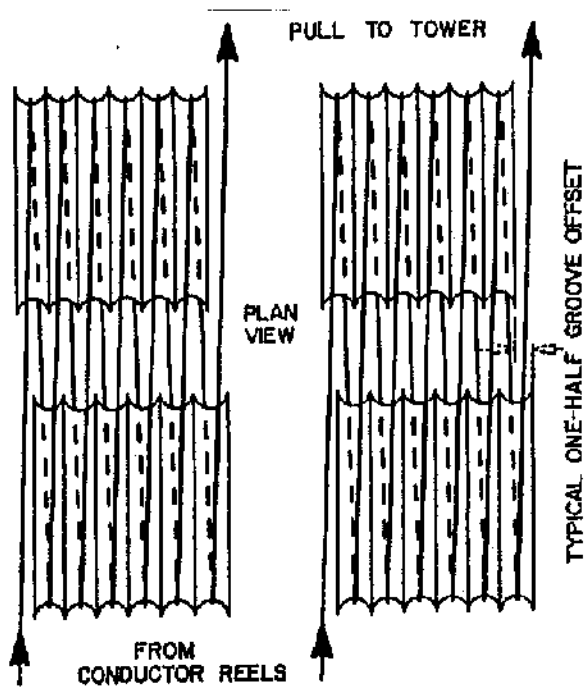
۱) سیم های هادی آلومینیومی‌خواب دست راست: وقتیکه سیم هادی از بالای دستگاه به دستگاه وارد و از بالای همان طرف خارج شده و دستگاه به طوری قرار گرفته که خروجی سیم به طرف جهت کشیدن سیم می‌باشد ، سیم هادی باید از سمت چپ وارد دستگاه و از سمت راست خارج گردد

[1] - Ball Bearing

[2] - Stranded Conductor

۲) سیم های هادی آلومنیومی‌خواب دست چپ- وقتیکه سیم هادی از بالای دستگاه به دستگاه وارد و از بـالای همـان طرف خارج شده و دستگاه به طوری قرار گرفته که خروجی سیم به طرف جهت کشیدن سیم میباشد ،سیم هادی باید از سمت راست وارد و از سمت چپ دستگاه خارج شود .

برای روشن شدن موارد بالا به تصویر شماره ۱۲ توجه گردد. [۱]



شکل ۱۲: ترسیمی‌از نحوه وارد کردن سیم به دستگاه کشش قرقره‌ای

توصـیه مـی‌گـردد حتـی المقدور سعی گردد نوع سیم هادی در یک عملیات کششی و یا ترجیحاً یک اسـپن از یک سازنده انتخاب شود. خصوصیات سیم هادی از قبیل متراژ طول سیم بر قرقره و میزان فلش سـیم هـادی از یـک سازنده به سازندهٔ دیگر متفاوت می‌باشد. طبیعی است در یک عملیات کششی جهت پـیش بینـی وسـعت عملـیات کشـش و مهـیا کـردن تجهیزات مربوطه و یکسان بودن پارامترهای مذکور درسیم هادی امرمهمی‌در جلوگیری از اتلاف وقت و جلوگیری از فراهم کردن تجهیزات متفرقه و دو جور می‌باشد.

اتصـال سـیم هادی به سیم راهنما و نهایتاً به صفحه سیار بهتر است توسط گیره های چنگکی از سیم تابـیده شـده باشـد. مزیت این نوع گیره‌ها این است که هنگام کشش سیم هادی به علت ساختار منعطف آن با مشکلات کمتری از بین چرخ گردانها و کشش دوچرخه ای عبور مینمایند.

جنس این گیره ها از نوعی است که هم اندازه قطر هادی و ضریب تحمل نیروی کششی همانند سیم راهنما و سیم هادی را دارا می‌باشد. گیره های چنگکی باید به نحوی باشد که به بستهای پاشنه‌ای متناسب هم قابل اتصال باشد.

گیره های چنگکی باید به وسیله نوارهای فلزی به دور خود اتصالات مربوطه را محکم و سفت در بر بگیرند. این نوارهای فلزی باید به وسیله نوارهای چسبی سفت ومحکم شوند تا از باز شدن آنها در عملیات کشش خصوصاً زمان اتصال سیم های هادی به یکدیگر و عبور آنها از دستگاههای کششی جلوگیری به عمل آید.

فهرست مطالب

۱۸- اتصال دو سیم هادی به هم

جهت احداث خطوط، غالباً بیشتر از طول سیم موجود در یک قرقره سیم بکار می‌رود. معمولاً در یک قرقره حدود ۵۰۰۰ متر طول سیم بیشتر نمی‌باشد. به همین دلیل و یا در مواردیکه خط بدلیل صدمات و یا پارکی سیم هادی در حال ترمیم می‌باشد نیاز به اتصال سیم‌های هادی بیکدیگر می‌باشد. ابزار آلات و روش های نصب برای اکثر انواع سیم‌های غیر ترکیبی[1]، شامل سیم‌های محافظ و زمین یکسان می‌باشد. [۴]

تجهیزات مورد نیاز اتصال سیم های هادی به شرح زیر است:

۱) ارآبه وسائل اتصال شامل پمپ هیدرولیکی و کمپرسور
۲) اتصالات پرسی
۳) بست نگهدارنده سیم‌های تابیده شده سیم هادی
۴) طناب یا ریسمان
۵) نگهدارنده سیم هادی
۶) میله زمین
۷) وسیله انفرادی زمین
۸) تجهیزات مربوط به شبکه زمین از قبیل سیم لخت، گیره و بست و کابلهای ایجاد پیوند شبکه

[1] - Non- Composite

۱۸-۱- کاربرد دستگاه پرسی

در خصوص دستگاه‌های پرسی اتصالات و گیره‌ها، رعایت گردد که حدیده یا قالب‌هایی که اتصالات یا گیره‌ها را پرس می‌کنند، هم اندازه اتصالات باشند. عمل پرس و سلسه مراتب آن باید طبق توصیه سازنده رعایت گردد.

کلیه وسایل جانبی دیگر مثل، وسائل کمکی ارتباط الکتریکی، وسائل ضد خوردگی و وسائل نگهدارنده‌های مکانیکی بر طبق دستورالعمل های سازنده اتصالات پرسی باید استفاده شوند.

- هنگام پیوند سیم‌ها، رعایت گردد که سیمها درست در وسط اتصالات قرار گیرند. عدم رعایت موارد مذکور باعث ایجاد نوعی عیب در کیفیت اتصال و نهایتاً منبع خطرات جدی می‌باشد.
- رعایت گردد ترجیحاً، اتصالات پرسی از روی دستگاه چرخ گردان عبور نکند. جهت اجتناب از اینکار، ابتدا سیم‌های هادی بوسیله سیم‌های مخصوص بر دور سیم در حال کشش بصورت مارپیچی تابیده و سفت می‌گردد و تمامی‌طول سیم مورد نیاز کشیده شود. سپس سیم هادی را بر روی سطح زمین در منطقه کشش پایین آورده، عمل اتصال طبق روش ذکر شده صورت می‌گیرد. پس از پایان این مرحله سیم باندازه مقدار فلش کافی بالا برده می‌شود.
- اگر اتصال پرسی از نوعی است که می‌تواند از روی دستگاه قرقره عبور نماید عمل پیوند سیم‌ها بیکدیگر را در محل کشش انجام داده ولی در غیر اینصورت عمل پیوند در محل کشنده صورت گیرد.

۱۸-۲- نحوه اتصال سیمهای متعارف ACSR

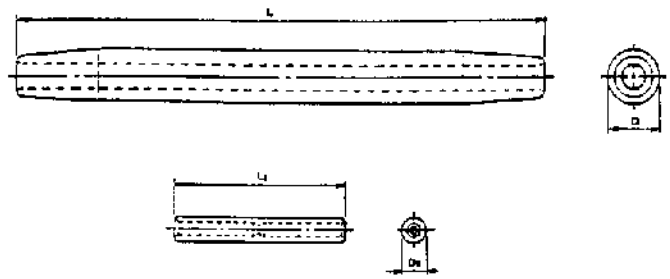
هنگام کارکردن با سیمهای مذکور انتهای سیم را با چند دور حلقه فلزی باید محکم نگه داشته شود تا از باز شدن رشته های سیم جلوگیری بعمل آید.

۱۸-۲-۱-اتصال سیمهای ACSR و مشابه در وسط خط و خصوصیات آن

در صورت نیاز به اتصال دو سیم ACSR و مشابه به یکدیگر جهت ادامه خط، با رجوع به جداول مربوط به سیم و مشخص کردن اندازه قطر مفصل، با توجه به اشکال ۱۳ و ۱۴ عمل اتصال صورت می‌گیرد.[۳]

جدول ۱ - انتخاب اندازه مفصل براساس قطر نمونه‌هایی از سیم‌ها

قطر سیم (mm)	ابعاد (mm)			
	LS	DS	L	D
۱۲/۷۵	۱۲۵	۱۰	۳۸۰	۲۲
۱۴/۵۷	۱۴۰	۱۲	۴۰۰	۲۴
۱۶/۲۸	۱۴۵	۱۲	۴۸۰	۲۸
۱۹/۵۳	۱۸۰	۱۸	۵۳۰	۳۲



شکل ۱۳: طرح از یک مفصل سیم ACSR

شکل ۱۴: نمایی از این دستگاه پرس مفصل

در خصوص انتخاب اتصال موارد زیر باید رعایت گردد:

- هدایت الکتریکی سیم در محل مفصل نباید کمتر از هدایت الکتریکی سیم ACSR باشد.
- نیروی پارگی سیم و مفصل آن نباید کمتر از ۹۵٪ نیروی پارگی سیم ACSR باشد.
- مفصل آلومینیومی باید از جنس مرغوب آلومینیومی باشد.
- مفصل فولادی باید از جنس فولاد نرم و گالوانیزه باشد.

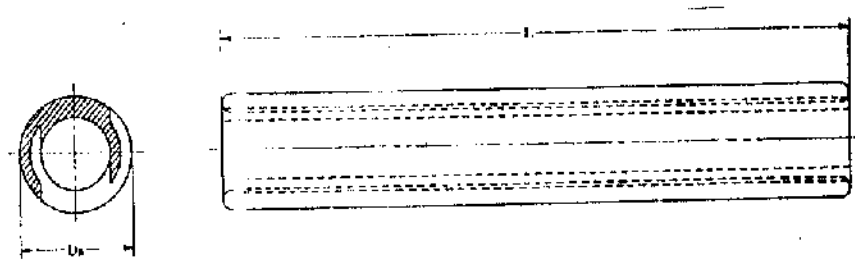
جهت نحوه نصب مفصل و انتخاب اندازه آن به پیوست ث مراجعه شود.

۱۸-۲-۲-اتصال سیم ACSR و مشابه در حالت مرمت سیم

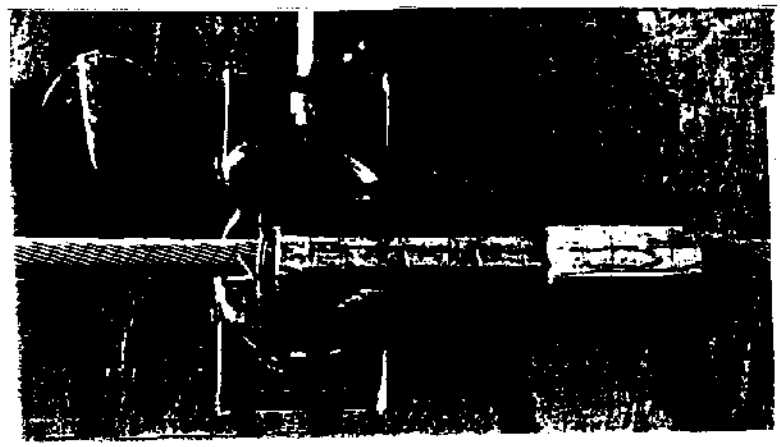
خصوصیات اتصال مشابه حالت قبلی می‌باشد. به اشکال شماره ۱۶ و ۱۷ توجه شود.

جدول ۲- انتخاب اندازه مفصل براساس نوع و قطر سیم

قطر سیم (mm)	ابعاد (mm)	
	α	Da
۱۲/۷۵	۲۰۰	۲۲
۱۴/۵۷	۲۰۰	۲۴
۱۶/۲۸	۲۳۰	۲۸
۱۹/۵۳	۲۵۰	۳۲



شکل ۱۵: طرح از یک مفصل ACSR



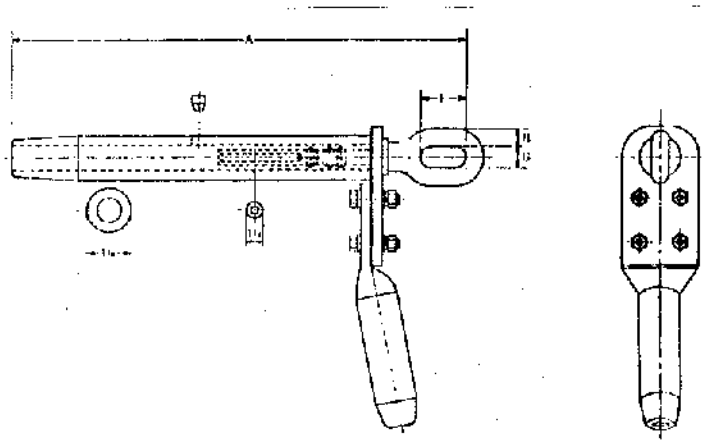
شکل ۱۶: نمایی از یک دستگاه پرس مفصل

۱۸-۲-۳-اتصال سیم ACSR و مشابه در حالت کشش کم یا حالت جمپر

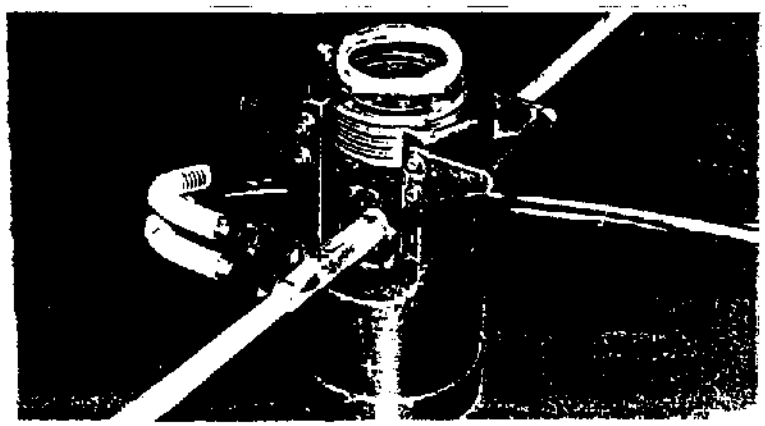
در صورت امتداد سیم ACSR و مشابه جهت ارتباط الکتریکی از مفصل جمپری طبق اشکال شماره ۱۷ و ۱۸ با خصوصیات زیر استفاده می‌شود:

جدول ۳: انتخاب مفصل براساس نوع سیم

قطر سیم (mm)	ابعاد (mm)					
	Ds	H	G	F	Da	A
۱۲/۷۵	۱۰	۱۲	۲۰	۵۰	۲۲	۳۵۰
۱۴/۵۷	۱۲	۱۲	۲۰	۵۰	۲۴	۳۶۰
۱۶/۲۸	۱۲	۱۲	۲۰	۵۰	۲۸	۴۰۰
۱۹/۵۳	۱۸	۱۸	۲۰	۵۵	۳۲	۴۴۰



شکل ۱۷: طرح از یک مفصل جمپری



شکل ۱۸: نمایی از نحوه پرس مفصل

خصوصیات انتخاب مفصل

- هدایت الکتریکی مفصل نباید کمتر از هدایت الکتریکی سیم ACSR باشد.
- نیروی پارگی سیم و اتصال آن نباید کمتر از ۳۰٪ نیروی پارگی سیم ACSR باشد.
- اتصال مربوطه صرفاً جهت ارتباط مستقیم سیم بدون کشش در نظر گرفته می‌شود.
- اتصال باید از جنس مرغوب آلومینیوم یا گالوانیزه باشد.

جهت کسب اطلاعات راجع به نحوه نصب اتصال و انتخاب ابعاد آن به پیوست ث مراجعه شود. [۴]

فهرست مطالب

۱۹- روشهای تعیین فلش اسپن

به طور کلی از سه روش متداول جهت تعیین اندازه فلش خط استفاده میشود . این روشها بدین ترتیب می‌باشند: [۱]

۱- روش عبوری[1]

۲- روش استفاده از نیروسنج[2]

۳- روش استفاده از زمان‌سنج[3]

۱۹-۱- روش عبوری

روش عبوری جزء مطلوبترین روشهای تعیین فلش خط میباشد . دلیل مزیت این روش دقت نسبتاً زیاد آن در تخمین میزان فلش می‌باشد.

روش عبوری به سه طریق قابل اجرا میباشد:

- روش محاسبه زاویه دید
- روش محاسبه هدف
- روش محاسبه خط افق

بهتر است قبل از انتخاب یکی از روشهای فوق، پروفیل[4] (نقشه با دید از پهلوی مسیر) مسیر مورد بررسی دقیق قرار گیرد . با دیدن نقشه پروفیل می‌توان بهترین روش مناسب را انتخاب کرد. اگر مسیر خط نسبتاً مسطح و فواصل دکلها از یکدیگر کوتاه و دکل ها بلندی باشند ، بهترین روش برای تعیین میزان فلش سیم انتخاب روش دید محاسبه خط افق و یا محاسبه هدف میباشد .

اگر مسیر کاملاً شیب دار با اسپن های مطول و فلش سیم زیاد باشد از روش محاسبه زاویه دید باید استفاده کرد. چون روش‌های محاسبه زاویه دید و خط افق کاربرد بیشتری دارند، در اینجا به شرح همین دو روش اکتفا می‌نمایم.

جهت بررسی روشهای فوق به پیوستهای ج و چ در انتهای گزارش مراجعه نمایید.

---

[1] - Transit

[2] - Dynamometer

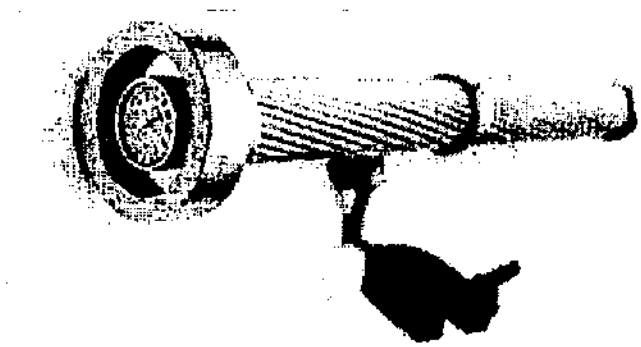
[3] - Stop watch

[4] - Profile

۱۹-۲- روش با استفاده از نیروسنج[1]

با استفاده از دستگاه دینامومتر یا نیرو سنج می‌توان میزان نیروی کششی وارده بر سیم را بطور مستقیم اندازه گیری کرد. برای این منظور، دستگاه مذکور در بین دستگاه‌های کششی و سیم هادی قرار می‌گیرد و بدین ترتیب میزان واقعی کشش بر سیم هادی بصورت دقیق اندازه گیری می‌شود.

دستگاه مذکور باید جهت اندازه قطر کابل تحت کشش کالیبراسیون گردد تا میزان محدوده نیروی کششی دستگاه مذکور در وسط اشل درجه‌بندی قرار بگیرد. بدین ترتیب دقت دستگاه در ارائه میزان نیروی وارده دقیق‌تر خوانده خواهد شد.



شکل ۱۹: نمایی از شکل یک دینامومتر یا نیروسنج

۱۹-۲-۱- محل نصب دینامومتر

محل نصب دستگاه نیرو سنج در اندازه گیری و نشان دادن مقدار نیروی کشش حائز اهمیت می‌باشد. مقدار قابل ملاحظه‌ای از توان کششی و ضریب بازدهی آن بر روی چرخ‌های مختلف کششی بر روی خط از بین می‌رود. بنابراین، بهترین محل نصب دستگاه، نزدیکترین مکان به محل واقعی اسپن و با حداقل تعداد دستگاه‌های چرخ گردان بین اسپن و دستگاه اندازه گیری می‌باشد.

دستگاه دینامومتر بهترین بازدهی را در خصوص اندازه‌گیری سیم‌های نسبتاً نازکتر و اسپن‌های کوتاه دارد.

[1] - Dynamometer

۱۹-۳- روش زمان سنج

این روش که با کمک از یک ساعت کرنومتر دستی[1] بهتر انجام می‌گردد، روش سریع، آسان و نسبتاً دقیقی را برای فواصل کوتاه اسپن و سیم های هادی نسبتاً نازک ارائه می‌نماید.

انجام این روش بدین ترتیب است که پس از نصب موقت سیم هادی در یک اسپن قبل از انجام عملیات بست بندی و محکم کاری نهایی[2]، یک حرکت ضربه ای به سیم اعمال می‌شود و زمان رفت و برگشت انعکاس موج را اندازه گیری می‌نماییم.

مقدار زمان رفت و برگشت ایجاد شده بر روی سیم هادی ، میزان کشش آن را مشخص می‌نماید.

معمولاً مشاهده سه یا پنج موج انعکاسی، میزان دقیقی از مقدار کشش لازم بر روی سیم هادی می‌باشد.

فهرست مطالب

۲۰- سیستم زمین و نکات ایمنی

۲۰-۱- تجهیزات و روش زمین کردن

در کلیه مراحل نصب، اتصال تجهیزات به آرایه‌ای از سیستم زمین مشترک ازموارد مهم می‌باشد. باید اطمینان حاصل نمود که چنین پیوندی موجب ایجاد اختلاف پتانسیل بین محلهای اتصال زمین نگردد.

درجه ایمنی سیستم حفاظت زمین در هر پروژه بستگی به مقدار مخاطرات احتمالی موجود در محیط و فضای اطراف آن پروژه دارد. مثلا برای پروژه‌ای که از خطوط برقدار دور می‌باشد و در معرض کمتر وقوع رعد و برق می‌باشد، حداقل سیستم زمین رعایت می‌گردد. حداقل سیستم زمین شامل زمین کردن ماشینها و وسائل درگیر در عملیات کشش هادی از جمله سیم راهنما، سیم واسطه و کششی می‌شود. کلیه سیمهای هادی و تجهیزات در ابتدا و انتهای محل عملیات کشش باید زمین شوند.

در مواردیکه پروژه مربوطه در محلهای متمرکز و پر تراکم خطوط موازی و پر تقاطع قرار گرفته و یا در مسیرهای احتمالی رعد و برق زیاد و شرایط سخت جوی می‌باشد، یک سیستم زمین جامع باید اعمال گردد. بطور سنواتی محدوده‌های خطوط برقدار جزو مناطق پر مخاطره می‌باشد. در کلیه شرایط در کنار

---

[1] - Stop Watch

[2] - Clipping

باز بودن جمپرها خطوط برقدار، زمین کردن تجهیزات و اعمال نکات ایمنی جداگانه‌ای جهت حفاظت کارکنان باید رعایت گردد. به همگی تجهیزات باید به چشم دستگاههای قابل برقدار شدن نگاه شود. [۲]

۲۰-۲- منابع خطر

شارهای الکتریکی در موارد زیر می‌توانند خط را برقدار کنند:

۱- توسط خط برقدار مجاور

۲- اتصال تصادفی یا جرقه از خط برقدار مجاور

۳- شارهای ساکن ساطع در اثر فعل و انفعالات جوی

۴- در اثر خطای غیر عمدی که خط برقدار گردد

۵- برخورد صاعقه با خط

۲۰-۳- حفاظت کارکنان

حفاظت کارکنان به چند طریق باید اعمال گردد.

۱- پوشش عایقی و یا ایزوله نمودن کارکنان

تامین پوشش عایقی و ایزوله کردن کارکنان نمی‌تواند روش خیلی عملی در همه شرایط، خصوصاً در مورد کارگران ساختمانی باشد. اما این روش برای کار روی خطوط برقدار با دست برهنه، کاربرد خاص دارد.

۲- ایجاد یک محیط هم پتانسیل در اطراف محیط کار

ابتدائترین روش حفاظت کارکنان از خطرات احتمالی برق، ایجاد محدوده‌های هم پتانسیل در محل کار می‌باشد که مقدار ولتاژ تماس و ولتاژ گام را می‌توان در حد قابل کنترل نگهداشت.

این روش بوسیله ایجاد مسیرهای موازی مقاومت کم (میله‌های زمین) و یا سیستمهای مشابه زمین امکان‌پذیر می‌باشد.

۲۰-۴- تجهیزات زمین

کلیه تجهیزات و دستگاههای محافظ زمین باید در اندازه‌هایی که بتوانند بیشترین مقدار جریان اتصال کوتاه پایدار را در مدت زمان تعیین شده سیستمهای حفاظتی زمین نماید، انتخاب گردند.

دستگاههای زمین شامل موارد زیر هستند:

۱- وسیله انفرادی[1] زمین
۲- وسیله همگانی[2] زمین
۳- وسیله زمین تجهیزات[3]
۴- وسیله سیار زمین[4]
۵- وسیله زمین گردشی[5]

۱- وسیله انفرادی زمین

این وسیله منقول برای ایجاد اتصال یک هادی یا قسمتی از یک دستگاه بی برق یا هر دو به سیم زمین می‌باشد.

۲- وسیله همگانی زمین

این وسیله منقول از متراژ معینی از سیم و گیره های سر سیم تشکیل شده است که یک هادی یا مدار بی برق و یا هر دو را به سیم زمین متصل کند. به شکل شماره ۲۱ توجه شود.

فرق این وسیله با وسیله انفرادی زمین این است که‌این وسیله معمولاً در محلهای دور دست و در هر دو انتهای یک محلی که کارکنان آن جهت حفاظت احتیاج به اتصال به زمین در همان محل را دارند بکار می‌رود.

وسیله انفرادی زمین برای حفاظت دستگاه و یا هادی که امکان برقدار شدن بطور تصادفی را دارد بکار می‌رود.

---

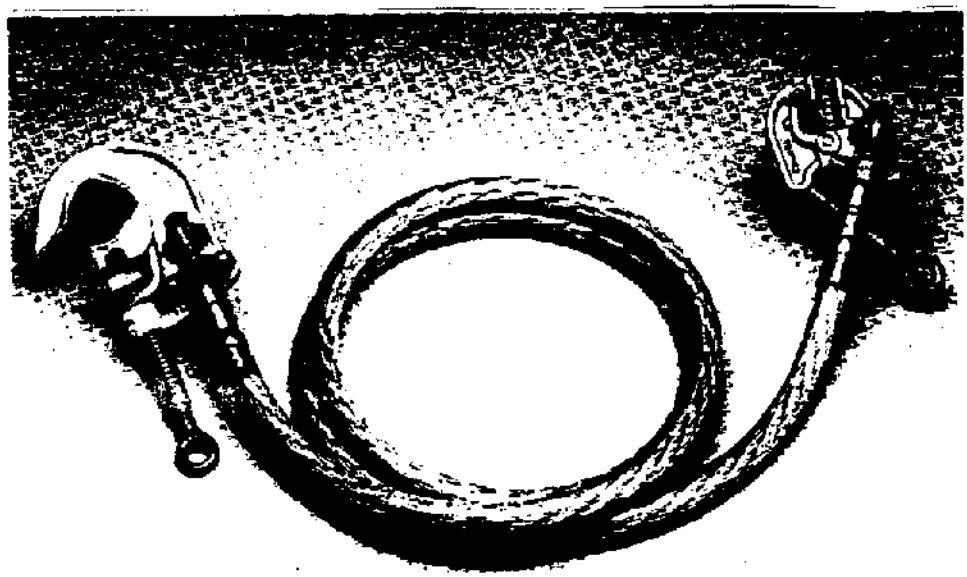
[1] - Personal Grounds

[2] - Master Grounds

[3] - Structure Base Grounds

[4] - Running Grounds

[5] - Traveler Grounds



شکل ۲۰: نمایی از شکل وسیله همگانی زمین

۳- وسیله زمین تجهیزات

این وسیله منقول اساساً برای اتصال پایه های دستگاهها یا سازه های فلزی به زمین می‌باشد. این وسیله برای حفاظت ساختمان و کارهای تعمیراتی بکار می‌رود. به شکل این وسیله در شکل شماره ۲۲ توجه کنید.

۴- وسیله سیار زمین

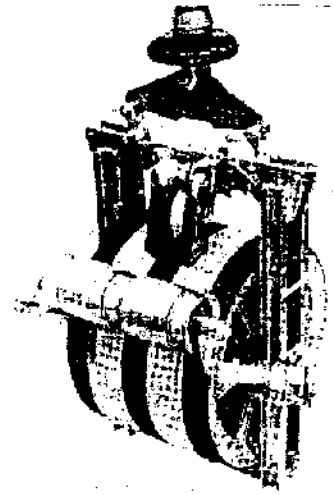
این دستگاه که بصورت منقول و چرخدار می‌باشد جهت زمین کردن یک هادی در حال کشش بکار می‌رود. بدین ترتیب چرخهای این دستگاه بر روی هادی نزدیک به ماشینهای کشش در محل کشش یا کشنده در طرفین شکم سیم هستند نصب می‌گردد. اساساً این دستگاه زمین برای حفظ ایمنی کارکنان خط هنگام عملیات نصب بکار می‌رود و به همین منظور به سیم فلزی که سیم راهنما را به دستگاه کشش مرتبط می‌سازد وصل می‌گردد. اگر این سیم از جنس غیر فلز باشد به نصب وسیله سیار زمین نیازی نمی‌باشد. شکلهای ۲۲ و ۲۳ و ۲۴ نحوه نصب این دستگاه را جهت حفاظت تجهیزات کشش و کارکنان در تماس با آن را بخوبی در دو وضعیت متفاوت نشان می‌دهد. [۲]

۵- وسیله زمین گردشی

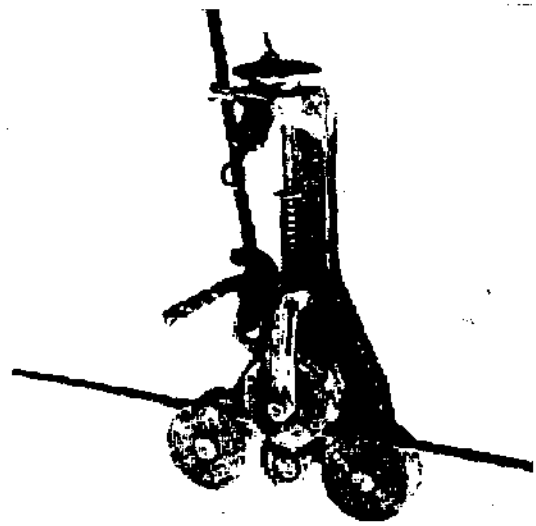
دستگاه زمین گردشی یک دستگاه منقول مجهز به یک یا چند چرخ می‌باشد که با نصب بر روی یک هادی در حال کشش اتصال آن را به سیستم زمین میسر می‌سازد. این دستگاه بر روی دکل نصب می‌گردد.

ایـن دسـتگاه به جهت کشش حساس می‌باشد. معمولاً دستگاه در طرف انتهای کشش، زمین می‌شود. طـول سـیم ارتباطـی دسـتگاه تـا زمیـن بسـیار مهـم اسـت. طول بیش از اندازه آن باعث درگیر شدن در عملـیات کشـش سـیم و امکـان بریدن آن می‌شود. طول کم آن در هنگام حرکات مجموعه چرخ و طناب کشیده و امکان پاره شدن خواهد داشت.

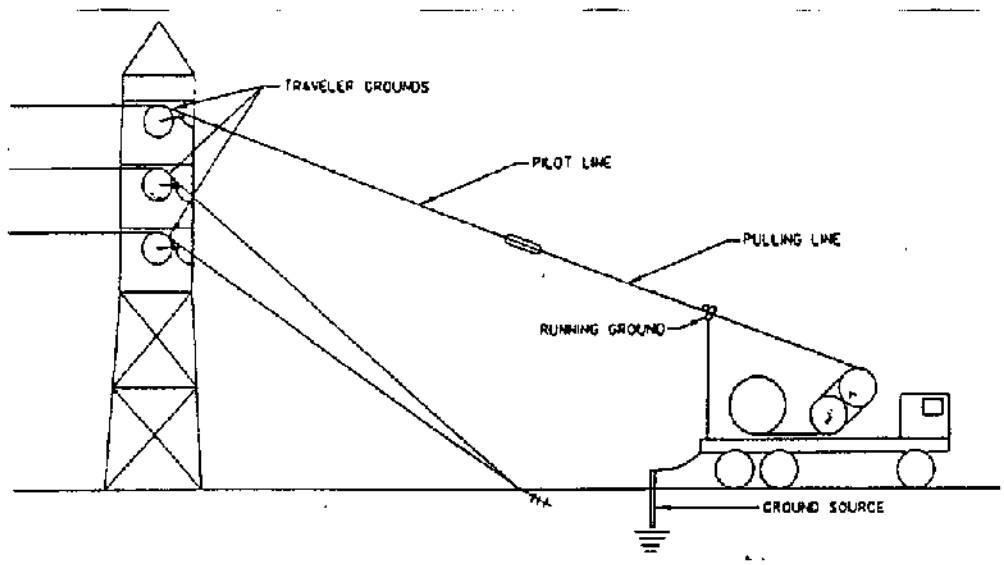
زمیـن کـردن سـیمهای کششـی توسط این دستگاه باعث حفاظت لایه های چرخهای قرقره در مقابل جـریانهای پائیـن مخـرب جـنس لایـه مـی‌شود. شکل ۲۱ نمای از این دستگاه و شکلهای ۲۳ و ۲۴ نحوه نصب آن را هنگام عملیات کشش در دو وضعیت متفاوت نشان می‌دهد. [۲]



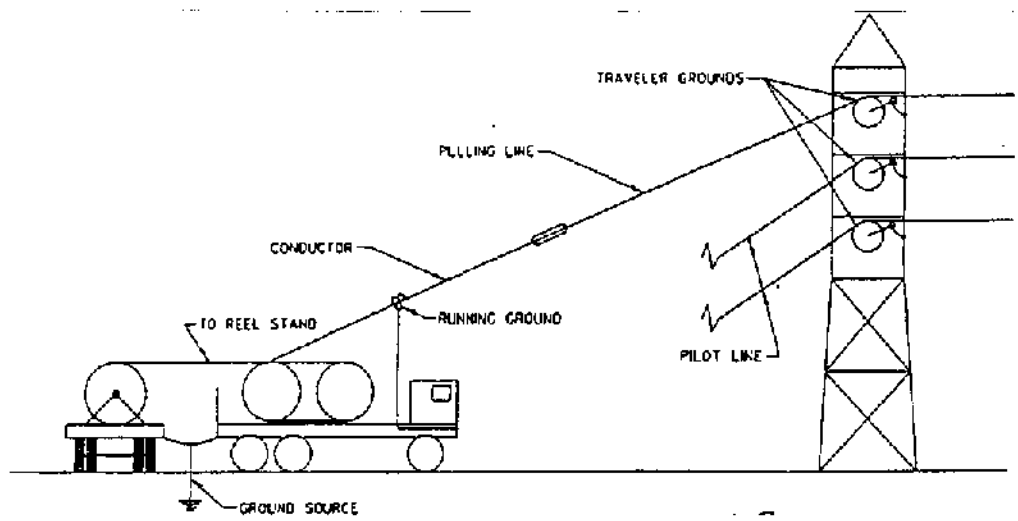
شکل ۲۱: نمایی از یک وسیله زمین گردشی



شکل ۲۲: نمایی از یک وسیله سیار زمین



شکل ۲۳- ترسیمی از یک دستگاه کشنده و زمین کردن متعلقات خط



شکل۲۴: ترسیمی از یک دستگاه کشش و زمین کردن تجهیزات

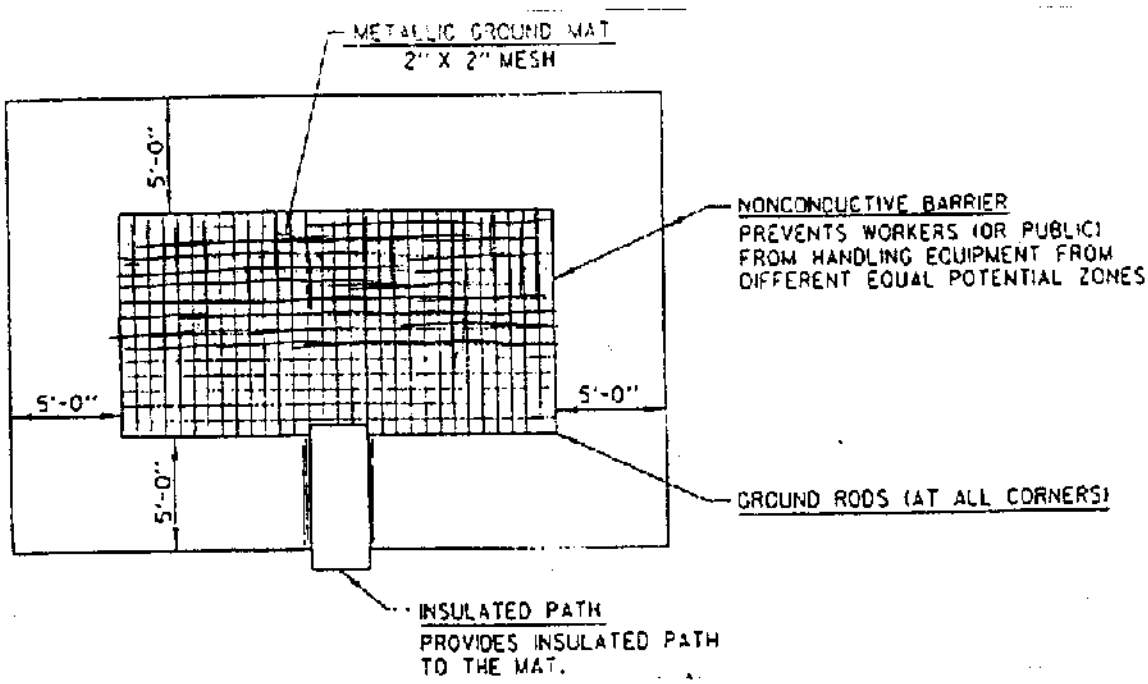
۲۰-۵- میله های زمین

میله زمین میله‌ای است از جنس فلز با پوشش مسی یا میله‌ای تمام مسی، یا آهن گالوانیزه و یا لوله (میله توخالی) آهن گالوانیزه که بعنوان یک ترمینال بداخل زمین وارد بشود. اگر میله عاری از هر نوع زنگ یا چربی و روغن باشد مقاومت آن با سطح تماس در زمین قابل صرف نظر است. بنابراین تنها مقاومت الکتریکی موجود، در جنس زمین اولیه محصور کننده میله می‌باشد. وقتی جریان الکتریکی از

طریق یک میله به زمین وارد می‌شود در کلیه جهات جریان پیدا می‌کند. برای سهولت اینطور تصور می‌شود که جریان در مجموعه‌ای از هسته هایی بشکل کره ها متحدالمرکز به جریان می‌افتد. [۲]

۲۰-۶- شبکه زمین

سیستم شبکه زمین مجموعه‌ای از هادیهای لخت بهم متصل شده با جنس رویه آهنی که به شکل و آرایه مشخصی در مساحت معینی ایجاد شده است می‌باشد. عناصر شبکه به میله هایی که در پیرامون محیط عملیات جهت دسترسی راحتر دستگاهای بیرونی گسترده و نصب شده‌اند می‌باشند. در صورت لزوم این شبکه در ابتدای محلهای کشش و انتهای اتصال برپا می‌گردند. هدف از برپایی چنین شبکه هم پتنسیل کردن بستر کار می‌باشد.



شکل ۲۵- نمایی از یک سیستم شبکه زمین

۲۰-۷- کابلهای اتصال به سیستم زمین

کابلها یا سیمهای اتصال دستگاهها به زمین از اهمیت بسزایی برخوردارند. اندازه سیمها براساس مقدار مجاز جریان الکتریکی آنان درنظر گرفته می‌شود. سیمها باید منعطف و از جنس مسهای تابیده شده باشد و بطور منظم از آنها بازدید بعمل آید.

انتخاب روکش کابل زمین در مقابل درجه حرارت، انعطاف پذیری در حرارت، مقاومت الکتریکی و نقطه ذوب از موارد قابل ملاحظه می‌باشد. یک روکش محافظ بی رنگ که سلامتی کابل را بشود کنترل کرد، ترجیحاً مورد قبول بیشتری است.

کابلها با روکش آلومینیومی در این نوع کاربری توصیه نمی‌گردد. آلومینیوم شکننده و کم تحمل تر می‌باشد و جهت اتصال به بستهای فشاری متکی می‌باشد.

- رشته سیم‌های پاره شده، مقاومت الکتریکی سیم را افزایش می‌دهند.

۲۰-۸- مراقبت از تجهیزات

در بعضی موارد که اکثر میله های زمین از جنس پلاستیک تقویت شده با فیبر می‌باشند هنگام بکارگیری چنین میله هایی باید توجه شود که میله ها خشک و تمیز و عاری از هر نوع شلی و هرزی در رشته های سیمهای جدار خارجی‌شان باشند.

از پوشیدن و استفاده از دستکش پلاستیکی هنگام کار کردن با این میله ها خودداری گردد.

۲۰-۹- شرایط زمین

زمینهای دارای مقاومت الکتریکی بالا معمولاً زمینهای خشک، شنی، ماسه‌ای و صخره‌ای هستند. در زمینهای شن و ماسه‌ای، میله هایی که چند شاخه‌ای هستند و یا با چند میله مشابه دیگر توسط کابلهای زمین به هم متصل هستند را باید بعنوان سیم زمین قابل حمل بکار برد.

در مناطق صخره‌ای، یک میله یا چند شاخه از یک میله در فواصل مناسب استفاده می‌گردد. تضمین کارآیی سیستم زمین بوسیله ایجاد چند روش زمین در منطقه صورت می‌گیرد و باید سعی شود تا کلیه تجهیزات و دستگاهها در پتانسیل زمین یکسان باشند. البته اثر و کارآیی هر سیستم با دیگری متفاوت خواهد بود. این منابع شامل شبکه زمین ایستگاه، دکلهای زمین شده، نولهای اولیه زمین شده مدار، میله‌های قلاب و زمین می‌باشند. برای تعیین بهترین روش، باید هر روش را قبلاً در منطقه بررسی و محاسبات لازم را انجام داد. از سیمهای مهار نباید بعنوان سیم‌های زمین استفاده کرد.

۲۰-۱۰- نحوه اتصال سیستم زمین

سیمهای شبکه زمین می‌بایست ابتداً در شبکه زمین به یکدیگر متصل گردند و سپس به تجهیزات یا عناصری که باید زمین شوند وصل گردند.

زمان قطع از سیستم زمین، ابتدا سیم از منبع زمین منفک و سپس از تجهیزات مربوطه قطع می‌گردد. گیره ها و بستها باید بر روی جسم یا دستگاه نصب گردد. در صورت رخداد جرقه یا قوس

الکتریکی، گیره باید مستقیماً در معرض برخورد جرقه قرار گیرد که بدین ترتیب جریان را سریعاً زمین نماید. بستها نباید پوشیده یا پنهان باشند.

فهرست مطالب

۲۱- ارتباطات

ارتباطات جزء ارکان مهم عملیات نصب محسوب می‌شوند. در روش کششی، ارتباطات بسیار مطمئنی بین افراد در سر دستگاه کشش و افرادیکه در سر ماشینهای کشنده و نقاط میانی قرار دارند، باید برقرار باشد.

در حین مرحله سیم کشی، وقتی سیمهای بهم بسته شده از دستگاه رونده سیم عبور کردند مشاهده آن باید به اطلاع طرفین فعال بر روی کشش سیم برسد. بدین ترتیب ارتباطات قابل اطمینان بین افراد درگیر بسیار مهم است.

در روش سیمکشی بصورت آزاد، این ارتباطات محدود می‌شود به ارتباط بین افراد برسر قرقره اصلی سیم و بقیه افراد که برروی وسائل نقلیه هستند. [۱]

فهرست مطالب

۲۲- توصیه‌های سودمند برای عملیات نصب

بعضی از لطمات وارد به سیم حین نصب در زمان حادثه مشهود نمی‌باشد ولی اثرات آن که بعداً منجر به اختلال در عملکرد خط می‌شود در سالهای بعد بهره برداری ظهور می‌نماید.

انجام موفق عملیات نصب، مدیون برنامه ریزی دقیق از مراحل نصب همانند بازرسی مسیر نصب سیم، پیش‌بینی موارد خطرات احتمالی، خصوصیات محیطی و طبیعی، تهیه لیست دقیق از تجهیزات ابزار و اتصالات و مواد مورد نیاز و نهایتاً تخمین زمان نصب می‌باشد.

هر نوع کارهای سازه‌ای، آماده سازی مسیر و ارتباطات و مراودات پیمانکاری در خصوص محدودیتهای محلی و امکان دسترسی یا ورود به محل نصب باید قبل از شروع عملیات نصب بررسی گردند. حتی موارد دیگر مثل تهیه لوازم یدکی، خدمات و قوانین محلی باید ملاحظه گردد. از ملاحظات جدی در امر نصب سیمها، به حداقل رسانیدن زمان نصب و در نظر گرفتن تکان و حرکت سیم در اثر تغییرات درجه حرارت، وزن کابل، وزن و فشار یخ، فشار باد و غیره می‌باشند. استوار و مستحکم بودن دائمی‌پایه تیرها و یا برجها در مسیر مربوطه، باید کنترل گردد.

فهرست مطالب

۲۳- بازدیدهای دوره ای هادی‌ها و خطوط هوایی

سیم های هادی خطوط هوایی چون در فضایی باز و بصورت لخت و بدون پوشش نصب شده اند بدین دلیل بصورت بسیار جدی در معرض انواع و اقسام آلودگی‌های محیطی قرار می‌گیرند. این آلودگی ها مانند گرد و غبار معمولی معلق در هوا و خاک و شنهای ریز که در اثر باد و طوفان های شدید پراکنده می‌باشند با سرعت زیاد با سیم‌های هوایی برخورد می‌نمایند و با آلودگی ها و چربی‌های دیگر موجود بر روی سیم هادی مخلوط شده و پوشش نامطلوب را ایجاد می‌نماید.

از عوامل مهم آلودگی، وجود خطوط هوایی توزیع ۲۰kv و ۳۳kv در مناطق صنعتی خصوصاً محیط های بسیار آلوده پالایشگاهی می‌باشد که در این نوع محیط ها، گازهای متفاوت از تولیدات شیمیایی و نفتی متصاعد و پوشش غلیظی از چربی را بر روی سیم‌های هادی و مقره ها و بقیه تجهیزات هوایی ایجاد می‌کند.

از جمله عوامل دیگر آلودگی، رطوبت و شرجی بودن هوای محیط است که در ایران در مناطق جنوبی و شمالی کشور بسیار مشهود می‌باشد. این، یکی از عوامل مخرب بسیار جدی برای سیمهای هادی و بقیه دیگر تجهیزات هوایی می‌باشد.

از عوامل دیگر تخریبی سیمهای هادی، برخورد صاعقه به سیمها می‌باشد که به پارگی و ذوب شدن سیم هادی می‌انجامد.

در کلیه موارد بالا ، آلودگی های موجود در هوا و رسوب کردن آنها بر روی سیم‌ها باعث کهنگی و فرسودگی سریع[1]، زنگ زدگی و خوردگی[2] و فرسایش[3] سیم می‌شود.

بهترین روش برای جلوگیری سیم از فرسایش سیم، انجام بازدیهای دوره ای می‌باشد. تناوب این بازدیدها بستگی به درجه و میزان آلودگی محیط و متعاقباً روش های شستن جهت بر طرف‌کردن آلودگی و یا تعویض یک تکه خط در اثر پارگی در زمان به موقع آن دارد.

---

[1] - Aging

[2] - Corrosion

[3] - Errosion

بازدیدهای دوره‌ای اساساً باید در نوبتهای زیر صورت گیرد: [۳]

۱- بازدیدهای دوره‌ای معمولی

۲- بازدیدهای دوره‌ای بعد از تحولات و تغییرات غیرمترقبه و شدید آب و هوایی

۳- بازدیدهای دوره‌ای بعد از یک مدت طولانی

۲۳-۱- بازدیدهای دوره‌ای معمولی

این بازدیدها که به صورت دوره‌ای در فواصل زمانی کوتاه صورت می‌گیرد، جزء کم‌هزینه‌ترین و مؤثرترین عوامل پیشگیری از مشکلات و صدمات احتمالی می‌باشد. این بازدیدها شامل موارد زیر می‌شود:

۱- فونداسیون خطوط

اهم مواردیکه که در مورد فونداسیون خط باید بازدید و بررسی شود بدین شرح می‌باشد:

۱- پایه‌ها، تکیه‌گاهها و نگهدارنده‌های فلزی مثل کنسول‌ها، برقگیرها، فیوزهای کات‌اوت، مقره‌ها که احیاناً کج یا شکسته و از حالت اولیه خارج شده و یا احتمال داده می‌شود که وزن بار خود را در شرایط سخت آب و هوایی نتواند تحمل نماید.

۲- کیفیت زمین پایه فونداسیون سازه‌ها، (زمین فروکش کرده و یا بیرون آمده)

۳- فونداسیون که پابرجایی و سلامتی خود را از دست داده باشد.

۴- ترک‌های مویی یا عمیق بر روی بدنه فونداسیون بالای سطح زمین

۵- مهره‌های شل شده و یا افتاده از پیچ‌های پای فونداسیون

۶- مشاهده هر گونه آثار زنگ‌زدگی و یا ترک بر روی اتصالات

۷- مشاهده ظهور اجسام و یا مواد زاید بر روی فونداسیون

۸- ترک بر روی محل پیوندهای جوش شده

۲- تیرهای چوبی

موارد زیر در خصوص تیرهای چوبی باید مورد بازدید قرار بگیرند:

۱- کجی به هر طرفی چه در راستای خط و چه در راستای عرض خط

۲- در یک راستا واقع نبودن متعلقات تیر و خط مثل کنسول‌ها، مقره‌ها، گیره‌ها و بستها

۳- نامناسب بودن شکل و تجمع زمین اطراف فونداسیون

۴- فقدان مهره یا پیچ

۵- ناکافی بودن رزوه بر روی پیچ‌ها

۳- هادیها

سیمهای فازها باید در خصوص موارد زیر هنگام بازدید، مورد کنترل قرار گیرند:

۱) وجود هر نوع جسم اضافی و خارجی بر روی سیم

۲) پارگی و یا شکستگی سیم در طول مسیر

۳) روئت فلش یا کشش بیش از اندازه در هر اسپن

۴) فاصله‌های مجاز نادرست سیم هادی با زمین

۵) خطهای روی هم افتاده و طلاقی شده و وجود هر نوع جسمی که خطوط را مسدود کند

۶) فرسودگی و یا خوردگی سیم های فاز

۷) نوسانات نامطلوب و غیرمعمول خطوط

۸) یخ و برف گرفتگی

۴- یراق‌آلات و اتصالات خط

یراق‌آلات و اتصالات خط هم باید در بازدیدهای دوره‌ای مورد کنترل و بازرسی قرار گیرند. موارد زیر از جمله مواردی می‌باشند که باید بیشتر دقت گردند:

۱) وجود بستهای خراب

۲) روکشی‌های آستین شکل خط در محل اتصال سیمها و اتصالات

۳) فقدان مهره، پیچ و میخهای اتصال و واشر

۴) پیچ و مهره‌های شل

۵) علائمی از بستها و یا هادی داغ کرده

۶) جابجا شدن سیم در بستهای اتصالی

۷) سیمهای زمین شل

۸) اتصال ضعیف سیم به مقره

۵- مقره‌ها

مواردیکه مقره‌ها باید کنترل و بازرسی شوند:

۱) شکسته بودن چینی مقره

۲) جای‌های لکه سوختگی در اثر جرقه‌ها بر روی چینی مقره

۳) اثراتی از جوشهای هسته‌ای بر روی مقره و متعلقات آن

۴) مقره‌های کثیف

۵) شاقول نبودن (قائم نبودن) حلقه‌های مقره‌های آویزی

۶) لغزش میله مقره از کلاهک مقره

۷) میله‌ها و میخ‌های نگهدارنده خمیده

۸) زنگ‌زدگی اتصالات

۹) اتصالات غیراستاندارد شامل پیوند سیمها، پارگی رشته‌های سیم تابیده شده و همچنین صدای مخصوص نشت جریان [۳]

۶-تجهیزات زمین

تجهیزات زمین در موارد زیر باید کنترل شوند:

۱) سیمهای زمین پاره شده به طرف زمین

۲) فقدان اتصال آستین‌های سیم

۷- برقگیرها و کات‌اوت فیوزها

برقگیرها و فیوزهای کات اوت که جزء ارکان حفاظتی خط می‌باشند بطور فزاینده‌ای تحت تاثیر عوامل مخرب واقع می‌شوند و بازرسی از آنها نقش مهمی را در پیش‌گیری و هزینه‌های آتی دارد. موارد زیر جزء مواردی هستند که باید کنترل گردند:

۱) وجود هر نوع سوختگی بصورت حلقه‌ای یا شیپوری بر روی بدنه چینی برقگیر

۲) نمایشگر معیوب شکست ولتاژ

۳) الکترودهای سوخته در فاصله‌های خارجی محل قوس

۴) آلوده و یا کثیف بودن بدنه چینی و پایه‌های برقگیر

۸- حریم خطوط

رعایت کردن موارد ایمنی در حریم خطوط از موارد دیگر بازدیدهای دوره‌ای می‌باشد.

برای هر سطح ولتاژی، عرض مسافتی که باید تحت بررسی قرار بگیرد بدین شرح می‌باشد: [۵]

سطح ولتاژ شبکه توزیع (کیلوولت)	۳۵	۱-۲۰
عرض حریم درجه ۲ بازرسی، (متر)	۱۵	۵

حریم این ناحیه ها باید عاری از موارد زیر باشد

۱) توده‌های رویهم قرار گرفته بسته‌های غلات

۲) انباشته‌های تنه‌های درخت
۳) درختهای افراشته‌ای که در این حریم قرار می‌گیرند
۴) درخت و علفهای هرزه بلند
۵) خطوط برقی و مخابراتی
۶) بستر کابل و لوله
۷) جاده مسیرهای تردد
۸) محل‌های تخلیه بار

۲۳-۲- بازدیدهای خارج از برنامه

بازدیدهای خارج از برنامه تعیین شده، در مواقعی که منطقه مورد بازدید، دچار حوادث غیرمترقبه و شدید توام با تغییرات ناگهانی در درجه حرارت می‌شود و هم‌چنین حوادثی شبیه به دوره‌های سرمای شدید و یخ‌زدگی، رعدوبرق‌های مکرر، گرمای شدید، جاری شدن سیل، طوفان و بادهای سنگین اتفاق می‌افتد باید صورت گیرد.

در این شرایط سیمهای هادی و یراق‌آلات دچار کشش بیش از اندازه، نوسانات نامطلوب، یخزدگی و تغییرات ناگهانی درجه حرارت می‌شوندکه در نتیجه منجر به کج شدن بستها، شکست در عایق مقره‌ها و پارگی در رشته سیمهای هادی می‌شود.

در ضمن، در صورت عمل کردن اتوماتیک کلیدها، نه بخاطر تحولات آب و هوایی، بلکه بخاطر رخداد اتصال کوتاه‌ها، باید بازدید از خط صورت گیرد.

یکی از روشهای مهم در روند انجام عملیات بازدید دوره‌ای، بازدید از خط هنگام شب و در هوای تاریک می‌باشد، در این شرایط خصوصیات نامطلوب خط را می‌شود به راحتی بازدید کرد:

۱) جریانهای خزشی سطحی
۲) اتصالات (بوش‌ها) سیم‌های هادی داغ شده در اثر جریان

۲۳-۲-۱- عوامل مخرب

الف- نوسانات خط

نوسانات خط به معنای حرکتهای متناوب خط با بسامدهای مشخص می‌باشد. میزان این بسامد بستگی به قطر هادی و قدرت و سرعت وزش باد دارد.

طبیعی است چنین جابجایی در یک اسپن می‌تواند صدمات جدی به سیم و کلیه یراق‌آلات درگیر وارد نماید که باعث به فرسودگی زود هنگام می‌شود.

ب- یخزدگی

یخزدگی بر روی خط معمولاً در درجه حرارت حدود 0° سانتیگراد شروع می‌شود. در اکثر مواقع یخزدگی بین درجه حرارت 0° تا $3^{\circ}-$ سانتیگراد رخ می‌دهد. یخزدگی در درجه برودت $6^{\circ}-$ سانتیگراد هم غیرمعمول نمی‌باشد. مناطقی که مستعد چنین شرایطی می‌باشند باید همواره بازرسی گردند. یخزدگی بار مکانیکی خط را افزایش داده و باعث پارگی، انهدام و صدمات دیگر خط می‌شود. در صورت مشاهده یخزدگی خط با اعمال یکی از روشهای زیر در جهت رفع این مشکل باید اقدام نمود:

۱) گرم کردن خط بوسیله اضافه کردن بار الکتریکی خط: انتقال بار از یک مدار دیگر به مدار موردنظر
۲) گرم کردن خط بوسیله اتصال کوتاه مصنوعی در همان مدار
۳) اتصال یک ترانس در انتهای خط موردنظر
۴) ایجاد تکانهای مکانیکی بر روی خط بوسیله چوبهای مخصوص مثل نی که باعث ریختن برف و یخ از روی سیم هادی برقدار می‌گردد.

ج- زنگ‌زدگی و خوردگی

بر روی سازه‌های فلزی که به حالت افقی می‌باشند براثر تجمع گرد و غبار و خاک و رطوبت، میزان زنگ‌زدگی و خوردگی بیشتر می‌باشد. همچنین برای قسمتهایی از پایه‌ها که در زیر زمین قرار گرفته‌اند این میزان شدیدتر می‌باشد.

در صورت شستشوی قسمتهای زنگ‌زده بالایی مقره‌ها توجه گردد که موارد زنگ‌زده و زدوده شده زنگ بر روی مقره پایینی ننشیند و یا کاملاًشسته شوند، در غیر اینصورت خاصیت عایقی مقره‌ها بسیار ضعیف خواهد شد.

۲۳-۳- بازدیدهای دوره‌ای طولانی مدت

عوامل مخرب خط به استثنای آن گروه که از طریق بازدیدهای دوره‌ای قابل بررسی و رفع می‌باشندو موارد غیرمترقبه آب و هوایی، موارد دیگری هم هستند که موجب فرسایش تدریجی اجزاء خط می‌شوند. به منظور پیشگیری از انهدام ناگهانی اجزاء مربوطه و در نتیجه شکست کامل خط و سرویس، بازدیدهایی در دوره‌های طولانیتری باید صورت گیرد. این بازدیدها را در خصوص اجزاء زیر باید انجام داد:

۱- پایه و تیرهای چوبی

بعضی از خطوط توزیع که بر پایه‌های چوبی استوار هستند، بدلیل پوسیدگی و خوردگی پایه‌های چوبی و ضعیف شدن مقاومت تحمل بار، سلامتی خط را به مخاطره می‌اندازد و بهمین خاطر باید مورد بازرسی قرار بگیرند. فرسودگی تیرهای چوبی بخاطر وجود قارچ چوب می‌باشدکه تغذیه آنها از رطوبت هوا و لایه‌های سطحی خاک می‌باشد. البته برای جلوگیری کوتاه مدت از این زائده، مواد ضدرطوبت را به چوب تزریق و یا پردازش می‌نمایند.

نحوه آزمایش پایه‌های چوب در مقابل پوسیدگی بدین شرح می‌باشد:

۱) بازرسی عینی از بدنه چوب بدنبال ترک‌ها و یا محل‌های پوسیده و خراب شده

۲) با استفاده از یک چکش ۴۰۰ گرمی، ضربه‌ای به بدنه تیر چوبی زده می‌شود. در این حالت یک صدای زنگ واضحی باید شنیده شود. اگر صدای زنگ براثر برخورد ضربه حالت خفه و پایین داشته باشد در اینصورت پوسیدگی تیر را گواهی می‌دهد.

این عمل باید در شرایط خشک و بدون مه صورت گیرد. هوای مرطوب صدای زنگ تولید شده را پخش و منحرف و از وضوحیت خارج می‌نماید. در صورت پوسیدگی، با استفاده از یک مته عمق پوسیدگی را باید پیدا کرد.جهت این کار باید سه سوراخ به قطر ۱۰ تا ۱۲ mm و فواصل 120^{o} درجه، در پیرامون منطقه پوسیدگی ایجاد نمود.

این بازدید باید هر سه سال یکبار صورت گیرد.

۲- پایه‌ها و سازه‌های فلزی

کیفیت ضد زنگ پایه‌های فلزی باید هر سه سال یکبار کنترل و بازرسی شوند. سیمهای مهار و قسمتهایی از سازه‌های فلزی که در زیر سطح زمین واقع گردیده‌اند هر شش سال یکبار کنترل می‌شوند. برای این کار زمین اطراف فونداسیون پایه‌ها را بطور اتفاقی زیرورو کرده و پایه‌های زیرزمینی را مورد بازرسی قرار می‌دهیم.

۳- سازه‌های بتونی و مسلح

سازه‌های بتونی و مسلح را مرتبه اول سه سال بعد از زمان بهره‌برداری و در سالهای بعد هر شش سال یکبار مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۴- مقره‌ها

مقره‌های آویزی در سال اول بهره‌برداری، مورد بازرسی قرار می‌گیرد و سالهای بعد هر شش سال یکبار بستگی به درصد مقره‌های برگشتی همان خط به واسطه انجام آزمون‌ها الکتریکی برروی آنها، باید مورد بازرسی قرار گیرند. بازرسی عینی هنگام بازدید دوره‌ای‌های معمول خط برای مقره‌های سوزنی کافی می‌باشد.

۵-اتصالات

مقاومت الکتریکی اتصالات زیر سطح ولتاژ ۳۳ KV، نیازی به اندازه‌گیری دوره‌ای ندارند. اگر اتصال از نوع جوشی باشد، یکبار اندازه‌گیری زمان اتصال کافی است. بستهای مهره‌های اتصالات سیمهای هادی باید هر سه سال یکبار بازرسی گردند. اتصالات سیمهای زمین هر شش سال یکبار بازرسی می‌شوند. باید در نظر داشت، کلیه اتصالها و بوشها با نوع هادی هم جنس و متجانس با آن باشند. ضعف اتصالات در این مورد باعث پدیده پیل الکتریکی در روی اتصالات، افزایش کاذب جریان بر روی سیم و داغ شدن آن می‌شود که در شبهای تاریک قابل رویت می‌باشند.

سیم‌های هادی مسی با بستهای مسی و سیمهای از جنس آلومینیوم باید با بستهای آلومینیومی متصل گردند. در خصوص اتصال سیمهای آلومینیومی به مسی، از گیره و بستهای مخصوص اتصال آلومینیومی-مسی استفاده می‌شود. اتصالات را می‌توان در حالت برقدار بودن خط با تستر مخصوص ولتاژ جهت تعیین افت ولتاژ و یا در حالت بی‌برق بودن خط با عبور جریان مستقیم از آن تست کرد.

۲۴- مراجع و استانداردها

فهرست مطالب

1- IEEE 524-1992. Guide to the Installation of overhead Transmission line Conductors

2- IEEE 524a- 1993 Guide to Grounding During the Installation of overhead Transmission line Conductors.

3- Switchgear Installation. M. Kireyev, A. kovarsky- 1982

4- Transmission line Accessories for A.C.S.R. Furukawa Electric.

۵- طراحی خطوط انتقال نیرو- جلد اول چاپ سوم- ۱۳۶۴

6- IEC 60104 Aluminum- Magnesuim- Silicon Alloy Wire for Overhead line Conductors-1987.

7- IEC 60888 Zinc-Coated steel Wires for Stranded Conductors –1987

8- IEC 60889 Hard drawn Aluminum Wire for Overhead Line Conductor –1987

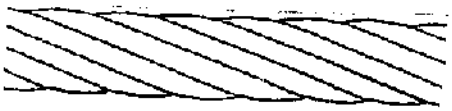
9- IEC 61232 Aluminum-Clad steel Wires for Electrical purposes-1993-06

10- IEC 61089 Round Wire Concentric Lay overhead Electrical stranded Conductor 1997-05

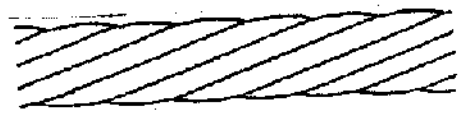
فهرست مطالب

پیوست الف: نحوه پیچیدن سیم برروی قرقره

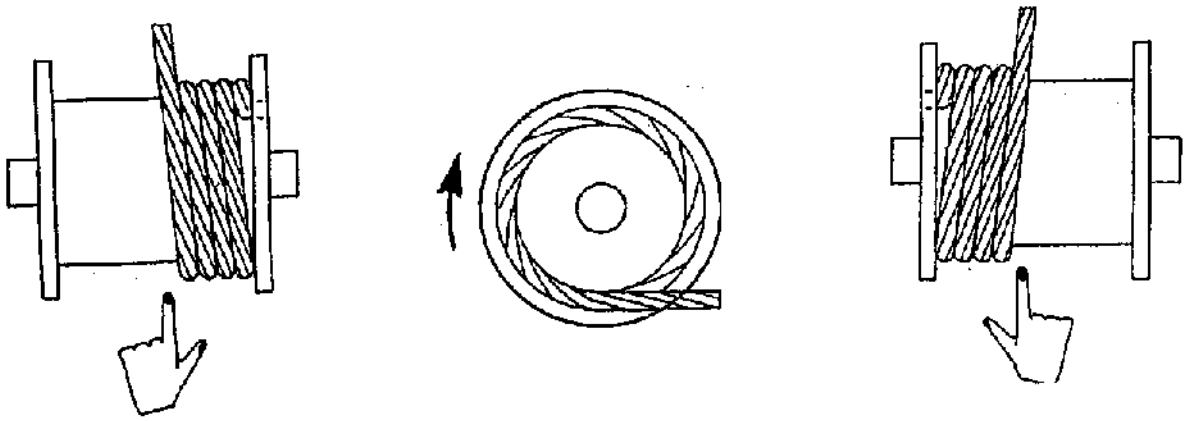
تصاویر زیر نحوه پیچیدن سیم برروی قرقره سیم را برحسب نوع خواب سیم مشخص می‌نماید



سیم خواب چپ



سیم خواب راست



شکل الف-۱: نحوه پیچیدن سیم برروی قرقره (از جلوی قرقره)

پیچیدن سیم خواب راست

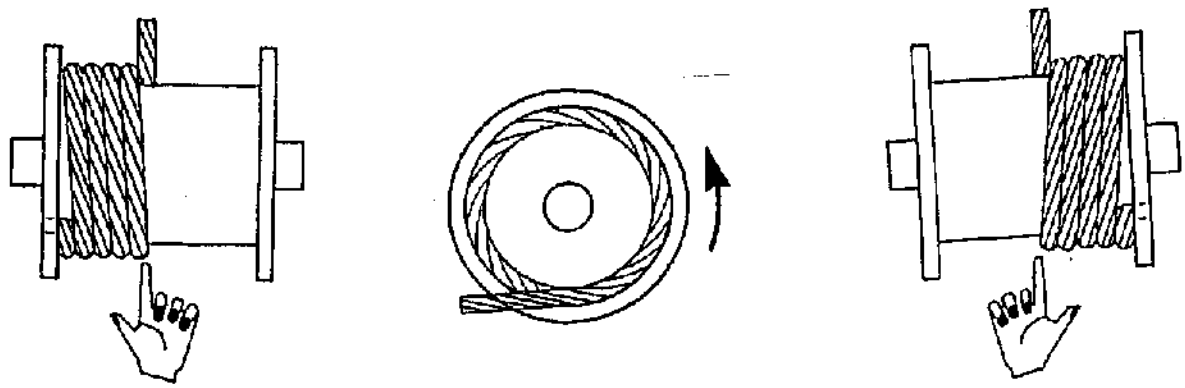
انگشت سبابه دست راست جهت پیچیدن سیم از جلوی قرقره را نشان می‌دهد.

انگشت شصت طرف شروع سیم را برروی قرقره نشان می‌دهد

پیچیدن سیم خواب چپ

انگشت سبابه دست چپ جهت پیچیدن سیم از جلوی قرقره را نشان می‌دهد.

انگشت شصت طرف شروع سیم را بروی قرقره نشان می‌دهد.



شکل الف-۲: پیچیدن سیم برروی قرقره (از پشت قرقره)

پیچیدن سیم خواب راست	پیچیدن سیم خواب
انگشت سبابه جهت پیچیدن سیم	انگشت سبابه جهت
از پشت قرقره را نشان می‌دهد	پیچیدن سیم از پشت
انگشت شصت طرف شروع سیم را برروی	قرقره و انگشت شصت طرف شروع
قرقره نشان می‌دهد	سیم را برروی قرقره نشان می‌دهد.

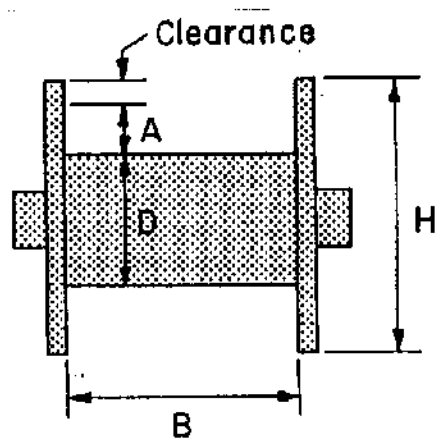
پیوست شماره ب: محاسبه طول سیم پیچیده شده برروی قرقره

براساس فرمول زیر و جدول مربوطه طول سیم قابل محاسبه می‌باشد.

۱- سیم ACSR:

$$L = (A + D)\ A.B.K$$

ضریب K از جدول زیر براساس قطر سیم بدست می‌آید.



شکل ب-۱: ترسیمی از ابعاد یک قرقره خالی

جدول ب-۱: تعیین ضریب K براساس قطر سیم

Nominal Wire Diam . In	K, ft/in²*	Nominal Wire Diam . In	K, ft/in²*	Nominal Wire Diam . In	K, ft/in²*
1/16	49.8	1/2	.925	1 3/8	.127
3/32	23.4	9/16	.741	1 1/2	.107
1/8	13.6	5/8	.607	1 5/8	.0886
5/32	8.72	11/16	.506	1 3/4	.0770
3/16	6.14	3/4	.428	1 7/8	.0675
7/32	4.59	13/16	.354	2	.0597
1/4	3.29	7/8	.308	2 1/8	.0532
5/16	2.21	1	.239	2 1/4	.0476
3/8	1.58	1 1/8	.191	2 3/8	.0419
7/16	1.19	1 1/4	.152	2 1/2	.0380

فهرست مطالب

پیوست پ: تعیین عمق شیار چرخ گردان

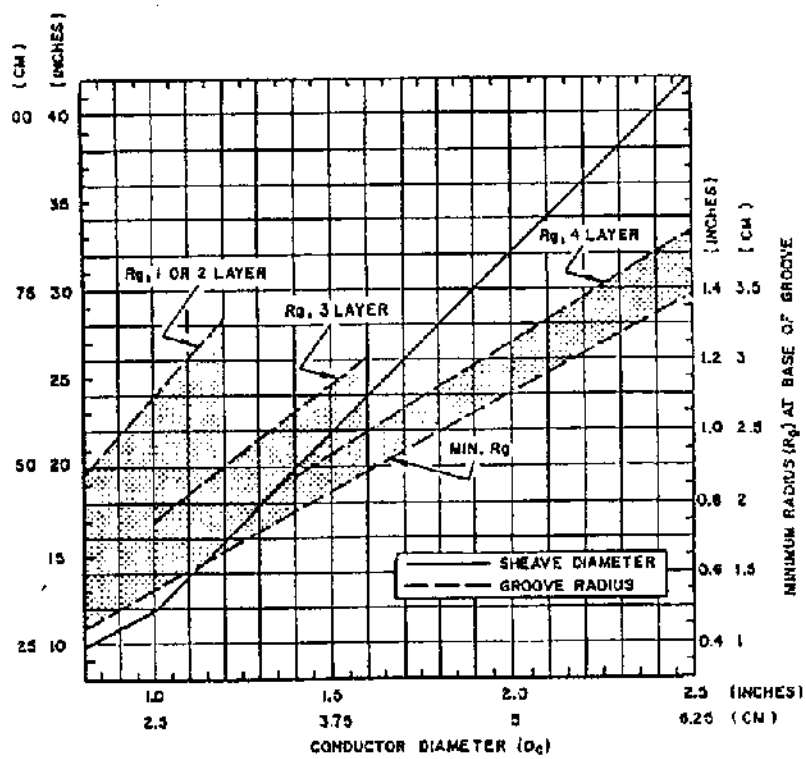
شعاع و یا قطر دایره ته شیار قرقره Ds، باید به اندازه قابل قبولی باشد. برای کشش در مسافت های بیشتر از ۳/۲ کیلومتر و در مسیر زمین‌های ناصاف، قطر ته شیار از فرمول زیر تعیین گردد:

$$Ds = 20 \times Dc - 10$$

در این فرمول Dc قطر سیم هادی و Ds قطر دایره ته شیار قرقره می‌باشد. در شرایط استثنایی که قطر سیم کمتر از ۱۹ یا ۲۰ برابر قطر قرقره انتخاب گردد تعیین دقیق واقعی فلش سیم کار مشکلی خواهد بود.

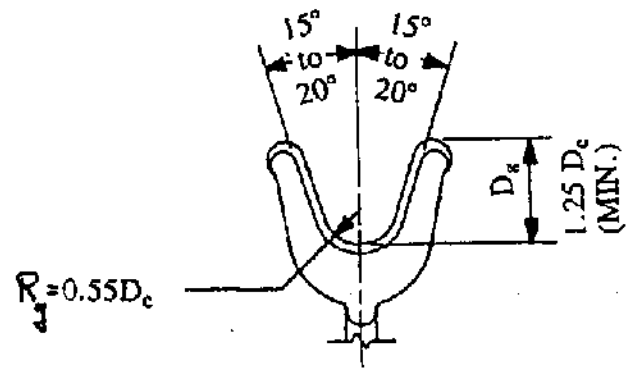
به عنوان یک قانون کلی، حداقل شعاع ته شیار قرقره Rg باید ۱/۱۰ برابر شعاع سیم هادی انتخاب گردد.

جدول پ-۱: قطر هادی و تعیین عمق شیار



شعاع انتخاب شده ته شیار بر این اساس برای سیم‌های هادی کوچک بلامانع می‌باشد. ولی برای سیم‌های بزرگتر و یا چند لایه ای، سیم‌ها باید بطور کامل و بسیار راحت در داخل ته شیار قرار گیرند.

- عمق شیار Dg باید حداقل ۲۵٪ بزرگتر از قطر هادی انتخاب گردد
- زوایای طرفین دیوار شیار باید با خط افق وسط ۱۵° تا ۲۰° زاویه داشته باشد تا کشش به راحتی و بدون اصطحکاک مخرب خصوصاً در حالتهای مسیر انحرافی و زاویه‌دار خط و احیاناً با امکان عبور بست‌ها و یا بست‌های پاشنه‌ای صورت گیرد.



شکل پ-۱: نمایی از شکل یک چرخ قرقره

در خصوص هادی‌های چند لایه ای جدول زیر راهنمای نسبتاً مطلوبی می‌باشد.

تعداد لایه‌های آلومنیومی

هادی	Rg		Dg
	حداقل	حداکثر	حداقل
۱تا دو لایه	۰/۵۵ Dc	۱/۱ Dc	۱/۲۵ Dc
۳لایه	۰/۵۵ Dc	۰/۷۵ Dc	۱/۲۵ Dc
۴ لایه و بیشتر	۰/۵۵ Dc	۰/۶۲۵ Dc	۱/۲۵ Dc

چرخ قرقره‌ایکه برای یک هادی با قطر مشخصی طراحی و انتخاب شده است می‌تواند با استفاده از جدول فوق یا ذیل برای استفاده هادی کوچکتری هم مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تعداد لایه‌های آلومنیومی‌سیم‌های هادی	حداقل قطر هادی بر حسب درصد قطر هادی بزرگتر
۱ تا ۲ لایه	٪۵۰
۳ لایه	٪۷۵
۴	٪۸۷/۵
لایه یا بیشتر	

- سیمی‌که از ۷ هادی آلومنیومی‌در مرکز تشکیل شده است، به عنوان سیمی‌با یک مغزی تلقی می‌شود.
- به عنوان مثال ، اگر قرقره‌ای با شعاع داخل شیار (۲/۰۶) سانتیمتر و قطر دایره شیار ۵۵ سانتیمتر و برای یک هادی به قطر (۳/۷۵) سانتی‌متر طرح و درنظر گرفته شده باشد جهت استفاده یک سیم هادی ۲ لایه ای با قطر ۱/۸۷۵ سانتیمتر می‌تواند استفاده گردد.
- جهت جلوگیری از انباشته شدن سیم راهنما هنگام کشش در گلوگاه چرخ‌گردان، بین قرقره و بدنه دستگاه، باید فضای بین این دو حتی‌المکان کم (کمتر از ضخامت سیم راهنما) انتخاب شود.
- در عین حال، دهنه قرقره باید تا حدی باز انتخاب گردد که هنگام کشش با عبور سیم راهنما و سیم هادی و بقیه وسائل دیگر مثل بست‌های پاشنه‌ای و صفحه دونده براحتی عبور نمایند. رعایت این نکته باعث می‌شود که سیم هادی هنگام نصب و سفت کردن به بست های آویز، مسافت عمودی کمتری را جهت بالا کشیدن سیم طی کند.

فهرست مطالب

پیوست ت: محاسبه فشار برروی قرقره‌ها

فشار بلبرینگ بر روی لایه‌های خارجی چرخها مخصوص کشش فشار وارده بین هادی و چرخهای کششی[۱] هنگام سیم کشی از جمله موارد بسیار مهمی‌می‌باشد که نیاز به ملاحظه و رعایت موارد ایمنی کامل دارد.

فشار وارده در واحد طول، معلولی از چند عامل است. از جمله‌این عوامل مقدار نیروی کششی وارده به هادی، قطر دایره چرخ کششی در ته شیار (D_s) ، و قطر هادی (D_c) می‌باشد. این فشار مستقل از زاویه شعاعی تماس در اطراف چرخ کششی و نیروی وارده بر اثر بار بر روی دستگاه چرخشی گردان می‌باشد. لذا، فشار بلبرینگ بدین ترتیب محاسبه می‌شود:

$$P = \frac{3T}{D_S D_C}$$

P = فشار بلبرینگ

T = فشار کششی هادی

D_s = قطر دایره ته شیار چرخ گردان

D_c= قطر هادی

محدودیت فشار P برای هادیها، بین ۵۰۰-۷۰۰ Psi بر روی چرخهای روکش دار و برای چرخهای بدون روکش کمی‌کمتر از این محدوده می‌باشد. معمولاً چرخها با توجه به فرسایش نرمال و طبیعی خود، در اثر تماس با سیمهای فولاد تا ۲۰۰۰ Psi برای لایه با مواد نیوپرین[۲] و ۳۵۰۰ Psi برای روکش با یورتین[۳] قدرت تحمل دارند.

در مثال زیر نمونه‌ای از مقادیر واقعی متغیرهای ذکر شده شرح داده شده است:

برای کابل یا سیم کشش	T = ۱۲۰۰۰ Lb
برای هر هادی	T = ۶۰۰۰ Lb
قطر دایره ته شیار	D_s = ۲۴ inch

۱- Stringing Sheave

۲- Neoprene

۳- Urethen

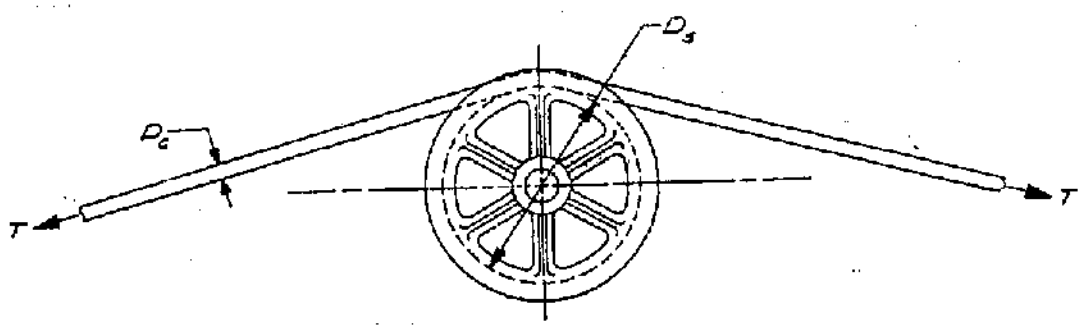
D_c = ۰/۶۲۵inch قطر سیم کشش

D_c = ۱/۵۰۲ قطر هر هادی

محاسبه فشار وارده:

$$P = \frac{3 \times 12000}{24 \times 0.625} = 2400 \ Psi$$

$$P = \frac{3 \times 6000}{24 \times 1.502} = 500 \ Psi$$



شکل ت-۱: ترسیمی از یک چرخ مخصوص کشش

لیکن چون سیمهای ACSR معمولاً چند لایه‌ای می‌باشند لذا نکات ایمنی اضافی دیگری می‌بایست رعایت گردد. یکی از این موارد مقدار فشار و نیروهای مختلفی است که‌این سیم هنگام کشیدن و نصب تحمل می‌کند. در این صورت می‌باید به مشخصات داده شده توسط سازنده سیم با رعایت کامل محدودیتهای فیزیکی، نیروی کششی قابل تحمل سیم هنگام نصب اعمال گردد.

فهرست مطالب

پیوست ث: نحوه اتصال دو هادی به یکدیگر

اتصال سیمهای ACSR به یکدیگر برحسب مورد اتصال بدین شرح گروه‌بندی می‌شوند.

۱- اتصال وسط خط

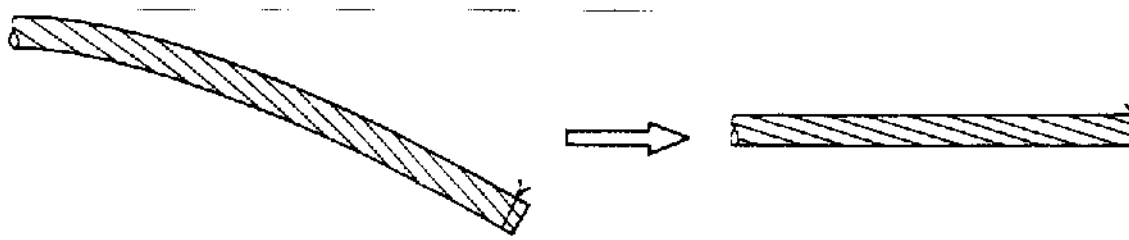
این اتصال وقتی صورت می‌گیرد که طول سیم قرقره هنگام نصب خط، در وسط اسپن تمام شده باشد. که در این صورت نیاز به اتصال دو سیم ACSR می‌باشد.

برای انجام اینکار گامهای زیر به ترتیب قید شده باید صورت گیرد:

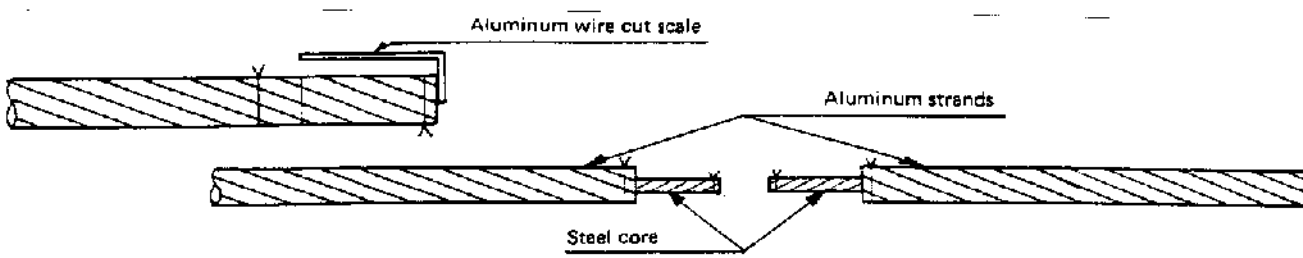
الف- انتخاب اندازه مطلوب مفصل آستینی[1] از نوع پرسی

ابعاد D_s, L_s, D, L به ترتیب برای مفصل آستینی سیمهای آلومینیومی و مفصل آستینی سیم مغزی فولادی از جدول شماره ۱ و شکل شماره ۱۵ بدست می‌آیند

ب- صاف کردن و یا خارج کردن سیم از شکل خمیده مطابق شکل زیر



پ- بریدن رشته‌های آلومینیوم سیم ACSR براساس خط‌کش برش



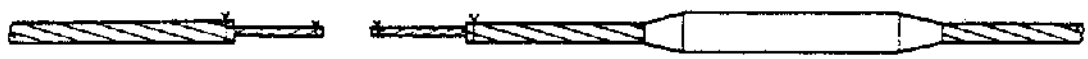
[1] - Compression Sleeve Joint

توجه شود:

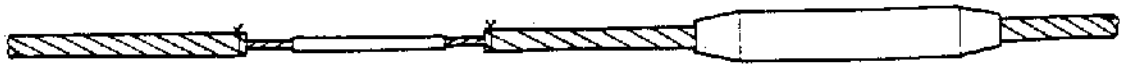
الف- سرهای آزاد رشته سیمهای آلومینیومی و مغزی فولاد هر دو قطعه سیم، بوسیله سیمهای آرمور محکم بسته شود.

ب- رشته سیمهای فولاد خرد و پاره نشوند.

ت- داخل کردن مفصل آستینی آلومینیومی بداخل سیم تاحدی که بشود براحتی برروی انتهای سیم کارکرد



ث- داخل کردن مفصل آستینی مغزی فولادی طبق شکل زیر



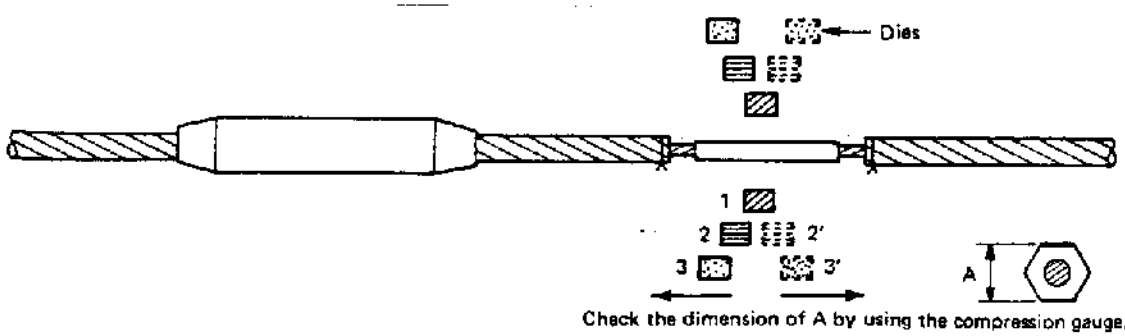
ج- انتخاب مهره‌های قالب پرسی مناسب هم اندازه سیم ACSR و اتصال آستین فولادی

- دقت گردد، سرتاسر طول اتصال آستینی باید پرس گردد.
- ابتدأ از وسط طول اتصال آستینی شروع کرده و در هر نوبت با اندازه ۱/۳ دهنه هر مهره قالب پرس، فاصله‌های محل پرس پیشرفت می‌کنند.
- جهت حرکت پرس اول بسمت چپ و سپس بسمت راست پیشرفت می‌کنند.

بدین ترتیب پرسها را برروی یکدیگر[1] بحد کافی قرار می‌گیرند که خود تضمینی جهت محکم شدن اتصال می‌باشد.

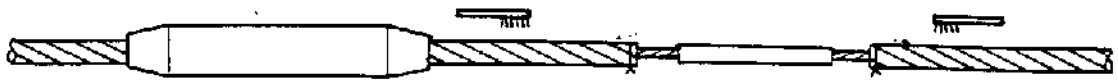
[1] - Overlap

- ابتدا از قالبهای 3,2,1 و سپس 3′, 2′ جهت پرس استفاده می شود. حدیده‌های 1, 2, 3 و سپس 3′, 2′ قالبهایی هستند که برحسب قطر سیم انتخاب می‌شوند تا پرس محکمتری را ایجاد کند.



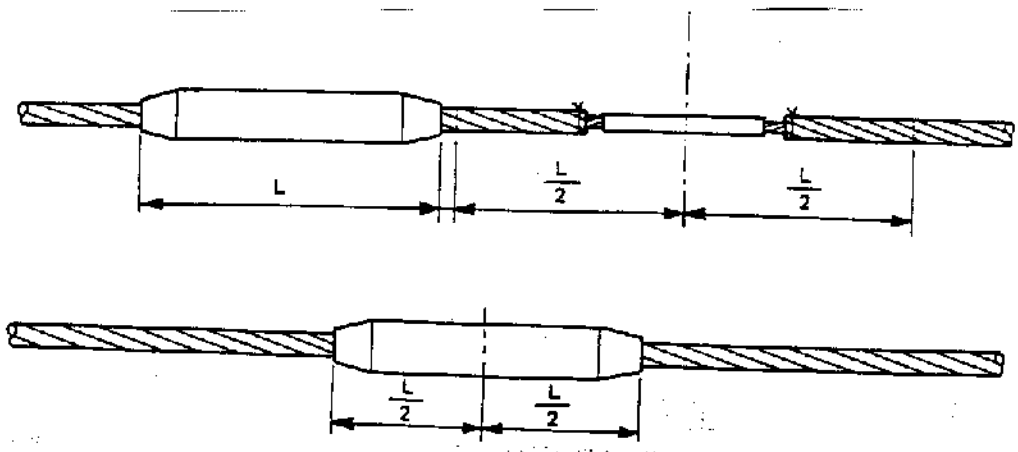
Check the dimension of A by using the compression gauge.

چ- قبل از اینکه مفصل آستینی بجای محل اتصال برگردد، سطح خارجی رشته سیمهای مفصل آلومینیوم را با یک برس سیمی تمیز کاملاً برس کشیده می‌شود که لایه‌های اکسیده از روی آن زدوده شوند.

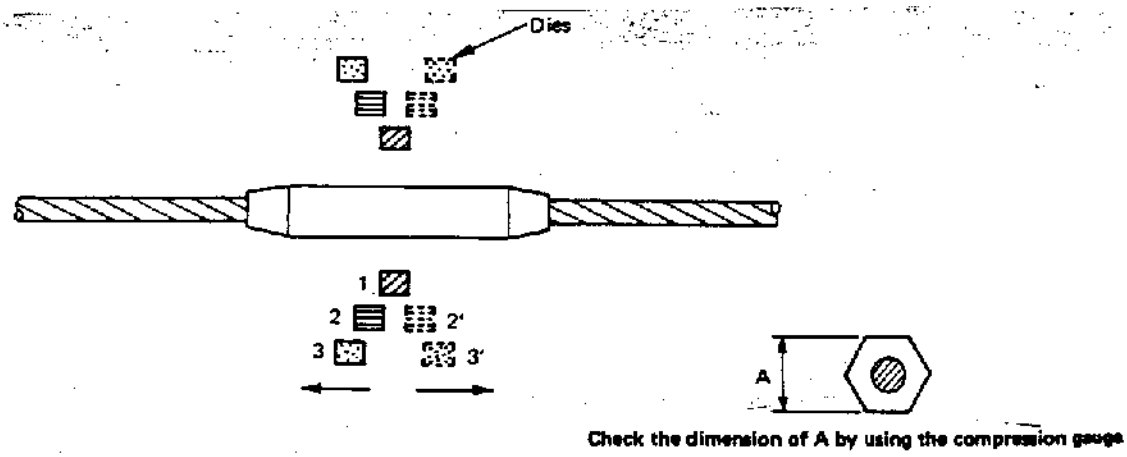


ح- در وسط مفصل آستینی مغزی فولاد، یک نشانه بگذارید و باندازه نصف طول مفصل آستینی آلومینیومی برروی سیم آلومینیومی علامت دیگری گذاشته می‌شود.

مفصل آستینی تا حد خط علامت گذاشته شده داخل سیم وارد می‌گردد. بدین ترتیب خط وسط هر دو مفصل آستینی برروی یکدیگر منطبق می‌شود.



خ- مهره‌های قالب پرس انتخاب و همانند روش شرح داده شده در بند ج عمل پرس صورت گیرد.

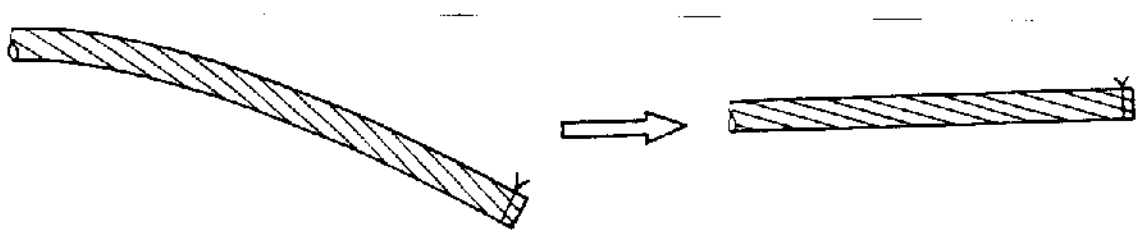


د- در پایان دقت گردد محلهای پرس شده سطح مفصل آستینی، باید هموار و نرم جلوه کند. در صورت براق شدن سطح با استفاده از یک سمباده، سطح از براق بودن خارج می‌شود.

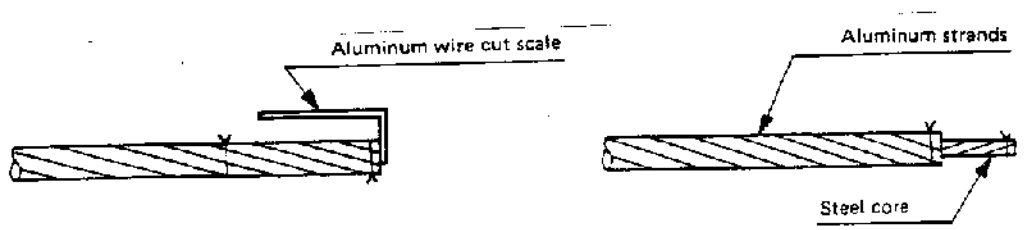
۲- اتصال سیمهای ACSR به گیره‌ها انتهایی خط

برای اتصال سیم ACSR به گیره انتهایی،گامهای زیر باید به همین ترتیب صورت گیرد.

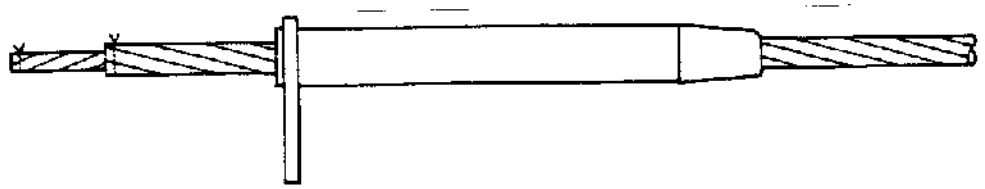
الف- صاف کردن سیم



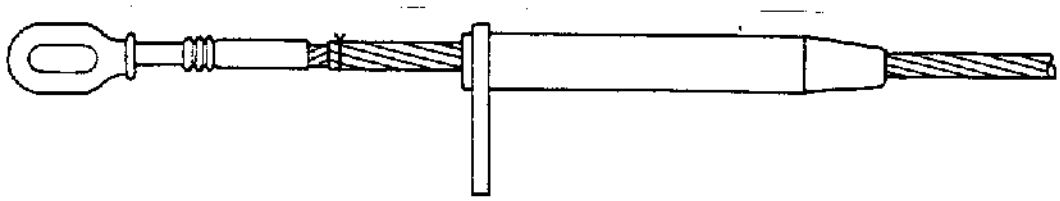
ب- بریدن رشته سیمهای آلومینیومی



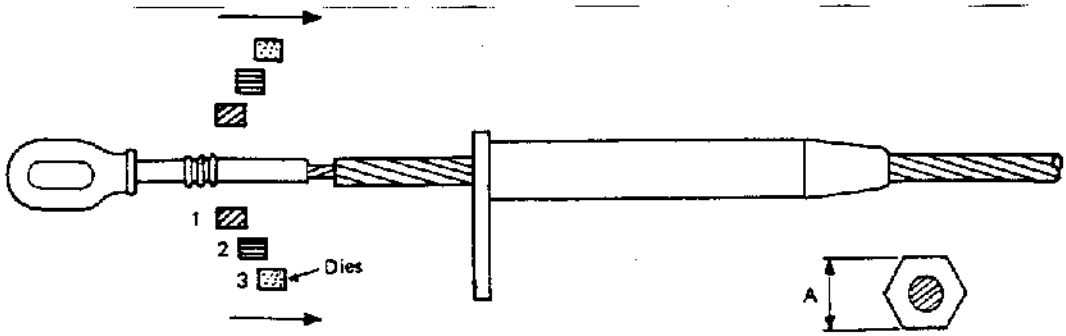
پ- وارد کردن مفصل آستینی به سیم



ت- داخل کردن گیره فولادی انتهایی به مغزی فولادی

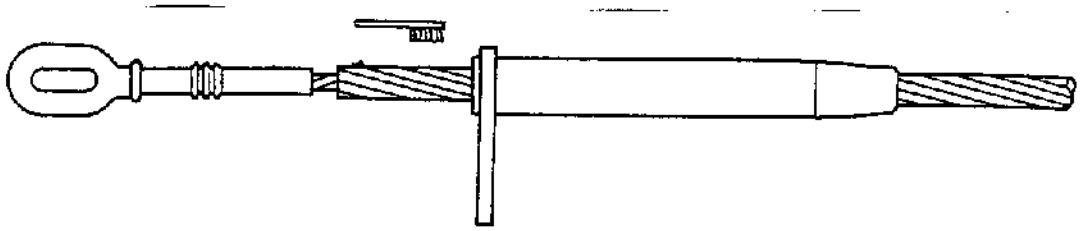


ث- با توجه به جهت پرس کردن طبق شکل زیرو روش طبق بند ج مورد (۱)

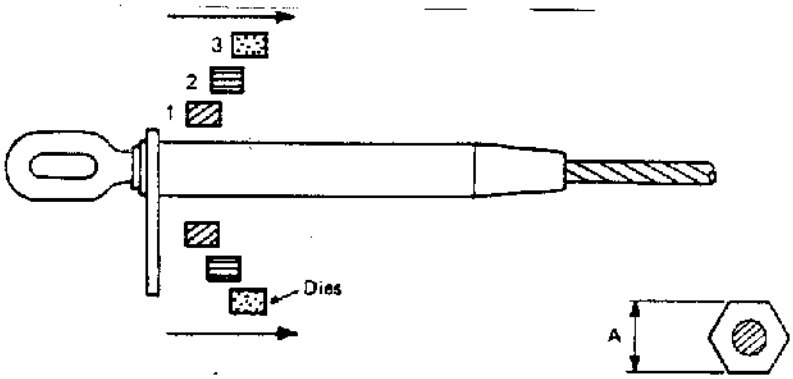


Check the dimension of A by using the compression ga

ج- تمیز کردن سطح خارجی سیم

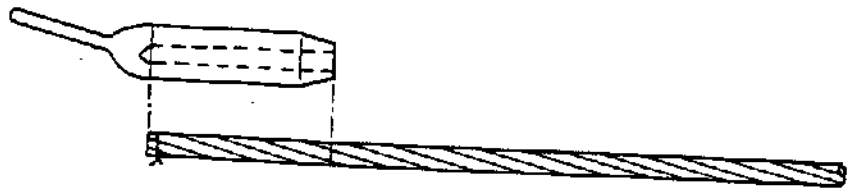


چ- پرس کردن مفصل آستینی



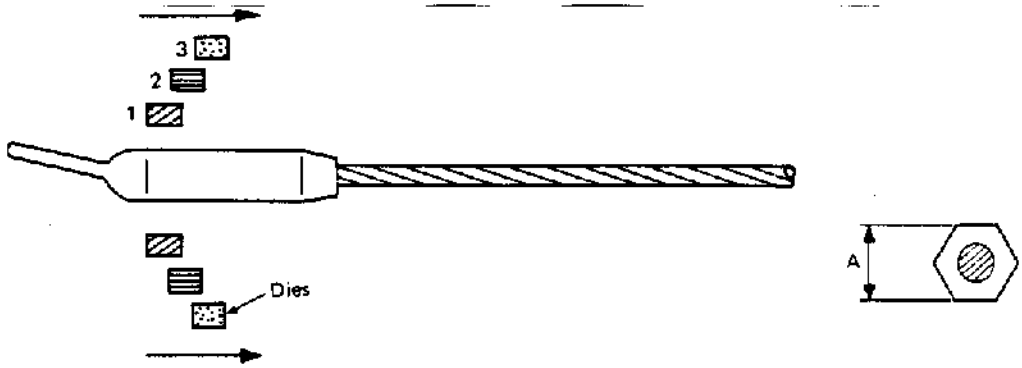
Check the dimension of A by using the compression gauge.

ح- نصب مفصل جامپر پرس



خ- پرس مفصل

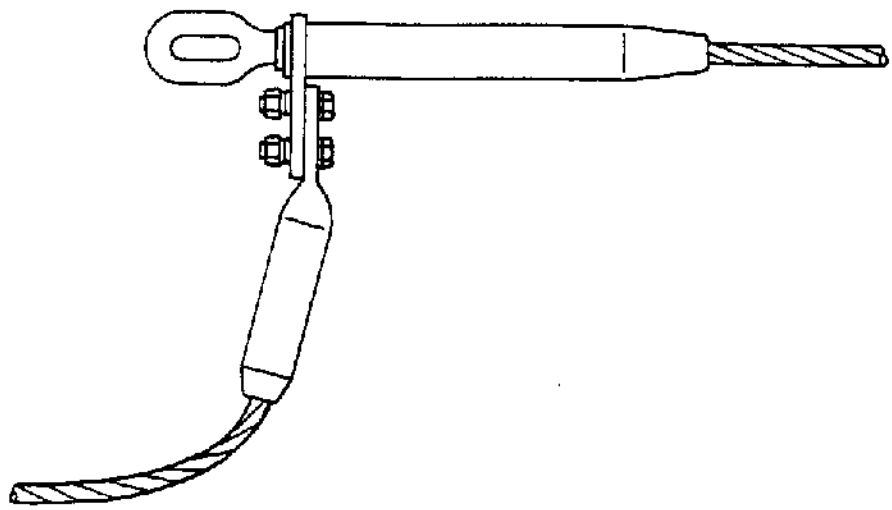
مطابق شکل زیر و توضیحات مشابه مورد (۱) بند ج



Check the dimension of A by using the compression gauge.

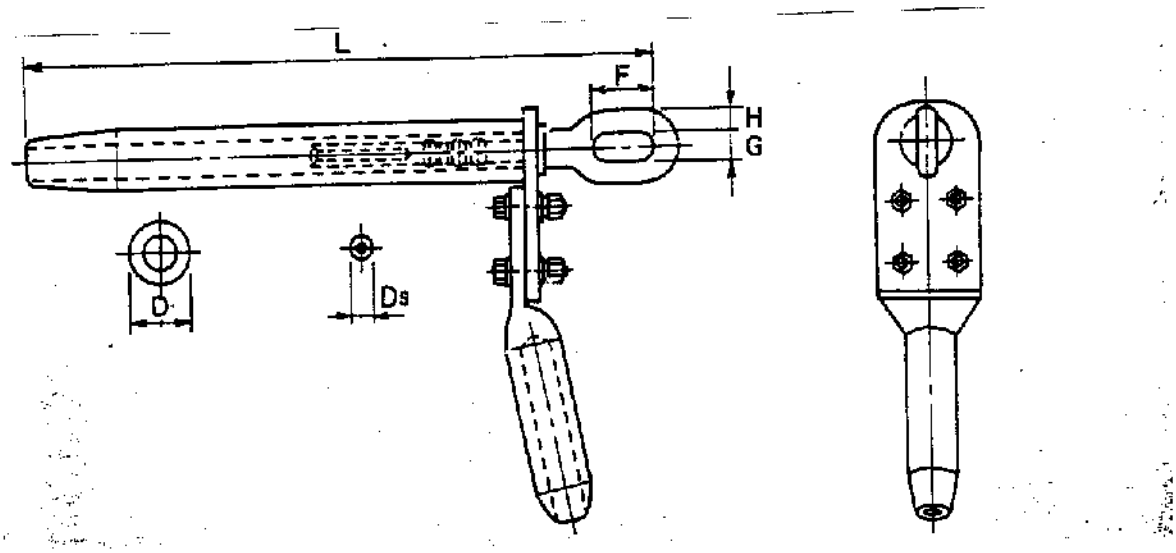
د- پیچ و مهره کردن گیره

پیچ و مهره ابتداً نیمه سفت و در موقعیت نهایی، سفت کامل می‌شوند.



ذ- ترسیمی از شکل کامل گیره انتهایی

انتخاب گیره انتهایی باید طبق جدول شماره ۲ صورت گیرد.



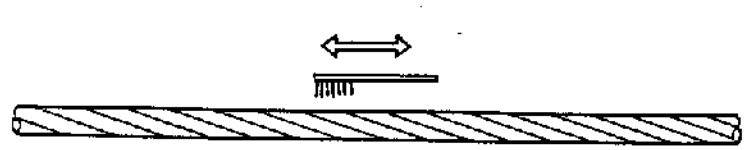
شکل ث-۱: ترسیمی از یک گیره انتهایی

۳- اتصال سیم ACSR - ترمیمی

هنگام پارگی بعضی از رشته‌های سیم ACSR، سیم باید با نصب یک مفصل ترمیمی آستینی روکش گردد.

مراحل نصب با توجه به اشکال ارائه شده باین ترتیب می‌باشند:

الف- تمیز کردن سطح سیم

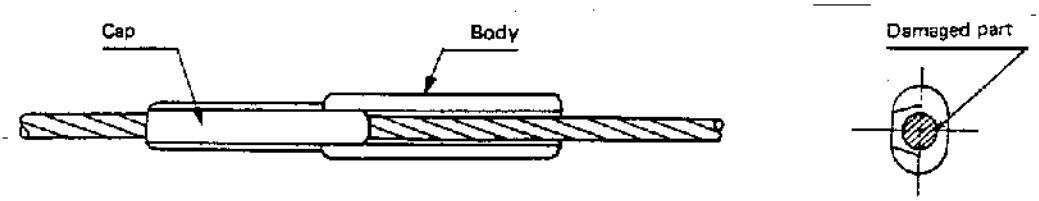


ب- مفصل ترمیمی از دو قطعه تشکیل شده است.

۱- بدنه

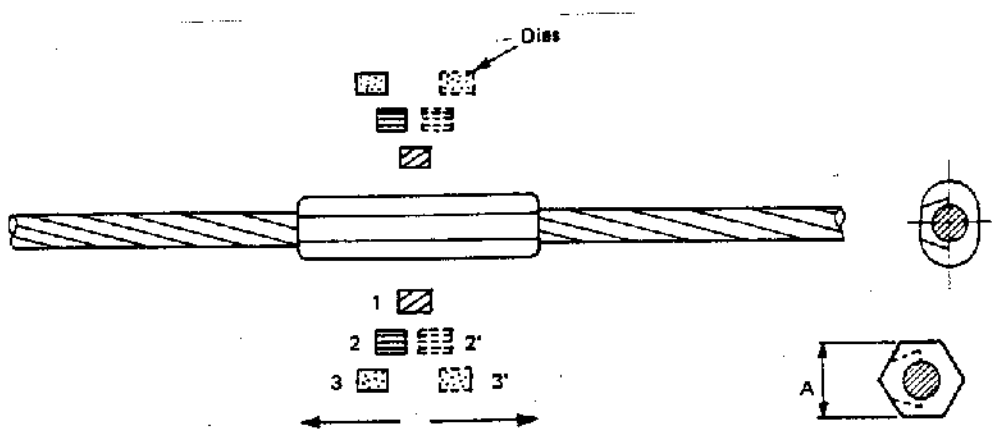
۲- درب (سر)

مطابق شکل ابتدا بدنه مفصل ترمیمی در محل مورد ترمیم وارد شده و سپس قسمت سر مفصل ترمیمی وارد بدنه می‌گردد.



پ - با انتخاب صحیح مهره‌های پرس آلومینیومی (حدیده)، طبق روش ارائه شده در بند ج مورد ۱، عمل پرس صورت می‌گیرد. به جهت حرکت پیشرفت پرس در شکل زیر توجه گردد.

بعد از عملیات پرس سطوح، ناهموار و براق باید بوسیله سمباده هموار گردد.



Check the dimension of A by using the compression gauge.

فهرست مطالب

پیوست ج: تعیین میزان فلش یک اسپن با روش زاویه دید

در این روش میزان شکم سیم با محاسبه زاویه دید در درجه حرارتهای متناسب با درجه حرارت محیط، محاسبه می‌شود.

زاویه دید زاویه‌ای است که از تلاقی خط از محل نقطه دید مماس بر شکم هادی و خط افق ایجاد می‌شود. بدین ترتیب با محاسبه دقیق زاویه دید در درجه حرارت های متفاوت محیط، میزان فلش خط تعیین می‌گردد.

در این روش خصوصیات زیر جهت محاسبات اولیه باید تامین گردد:

الف) اختلاف فاصله قائم دو سر دکل بین اسپن مورد نظر، B

ب) ارتفاع از محل نقطه دید تا سر دکل پایین تر، T

پ) ارتفاع از سر دکل بالاتر با تقاطع خط دید با دکل مربوطه، t

ت) مقدار فلش سیم در دو درجه حرارت متفاوت متناسب با درجه حرارت محیط، S

ث) فاصله افقی بین دو دکل در یک اسپن، A

توجه شود که:

دکلی پایینتر، دکلی است که در سطح پایینی شیب قرار دارد.

با استفاده از فرمول مقابل، زاویه دید محاسبه می‌گردد:

$$Tan\phi = \frac{T \pm B - t}{A}$$

+B: وقتیکه دکل جلوی در بالای دکل اولی قرار دارد.

-B : وقتیکه دکل جلوی در پایین دکل اولی قرار دارد.

جهت روشن شدن کاربرد این روش به نمونه زیر توجه گردد:

نمونه:

با توجه به شکل ج-۱ متغیرهای زیر داده شده است:

A =۳۵ متر

B = ۱/۵ متر

T = ۱ متر

متر S=۱/۲۲ (فارنهایت ۶۰°) متر t =۱//۴۷۸

متر S=۱/۲۸ (فارنهایت ۹۰ °) متر t=۱/۵۹۴

تعیین زاویه دید:

۱- در درجه حرارت ۶۰° فارنهایت

$$Tan\ \varphi = \frac{T \pm B - t}{A}$$

$$Tan\varphi = \frac{1 \pm 1.5 - 1.478}{35}$$

$$Tan\varphi = 2.92 \times 10^{-2}$$

$$\varphi = +1^{\circ}\ 40'\ 21''$$

۲- در درجه حرارت ۹۰° فارنهایت:

$$Tan\ \varphi = \frac{T \pm B - t}{A}$$

$$Tan\varphi = \frac{1 \pm 1.5 - 1.594}{35} = 2.58 \times 10^{-2}$$

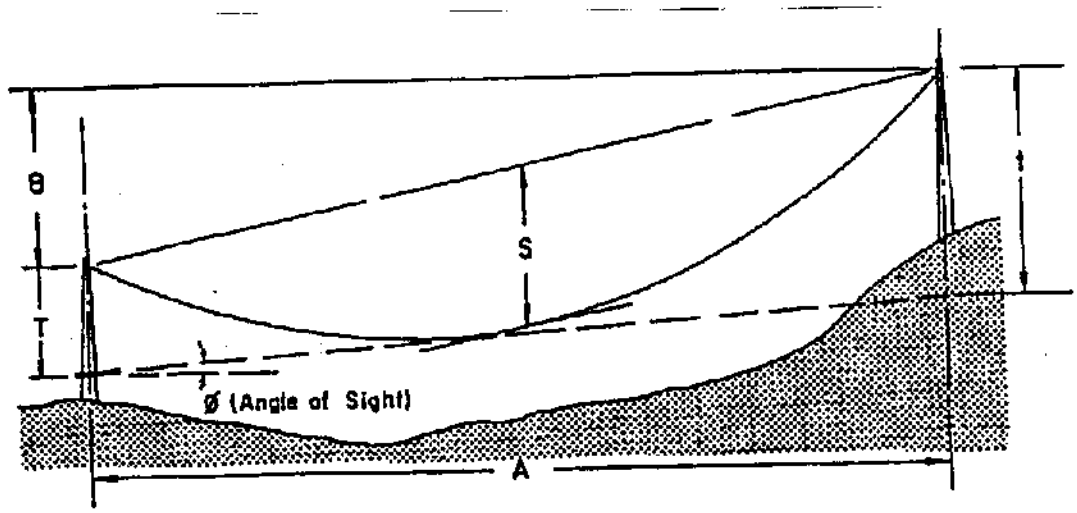
$$\varphi = 1^{\circ}\ 1'\ 54''$$

محاسبه تغییرات زاویه در هر ۵° فارنهایت

$$\Delta\varphi = [(1^{\circ}\ 45'\ 21'') - (1^{\circ}\ 28'\ 59'')] \times \frac{5^{\circ}}{3^{\circ}}$$

$$\Delta\varphi = 0^{\circ}\ 1'\ 54''$$

تغییر زاویه بازاء هر ۵ فارنهایت



شکل شماره ج-۱ تصویری از تعیین فلش

فهرست مطالب

پیوست چ: تعیین میزان فلش یک اسپن با روش خط افق دید

در این روش تغییرات در ارتفاع فاصله از سر دکل تا خط افق دید که مبین میزان فلش هادی و تغییرات آن بر اساس تغییر در درجه حرارت محیط می‌باشد محاسبه می‌شود. خط مماس بر شکم هادی خطی است که بموازات خط افق از محل انتخابی نقطه دید فرض می‌شود.

T ارتفاع محل نقطه دید تا سر دکل می‌باشد که از فرمول زیر بدست می‌آید.

$$T = S\,(1 - B/4S)^2 = S \times K$$

برای محاسبه T ، متغیرهای زیر باید بعنوان فرضیات داده شوند و یا بدست آیند:

الف) فاصله افقی بین پایه‌های دو دکل ،A

ب) تفاوت بین ارتفاع دو دکل ،B

پ) میزان شکم هادی در دو درجه متفاوت حرارتی، S

ت) ضریب K بر حسب نسبتB/S از جدول زیر قابل استخراج می‌باشد.

جهت روشن شدن کاربرد روش مذکور به نمونه زیر توجه کنید.

نمونه

در یک مورد واقعی، همانند شکل چ-۱ ، متغیرهای زیر داده شده‌اند:

A =۳۵	متر
B =۱/۵	متر
S =۱/۲۲۷ متر	در ۶۰° فارنهایت
S = ۱/۲۸ متر	در ۹۰° فارنهایت

ابتدا، نسبت B/S محاسبه می‌گردد، (R برای ۶۰ فارنهایت)

$$R = \frac{B}{S} = \frac{1.5}{1.227} = 1.222$$

مقدار K از منحنی زیر:

$$K = 0.482$$

یا طبق فرمول داده شده محاسبه شود:

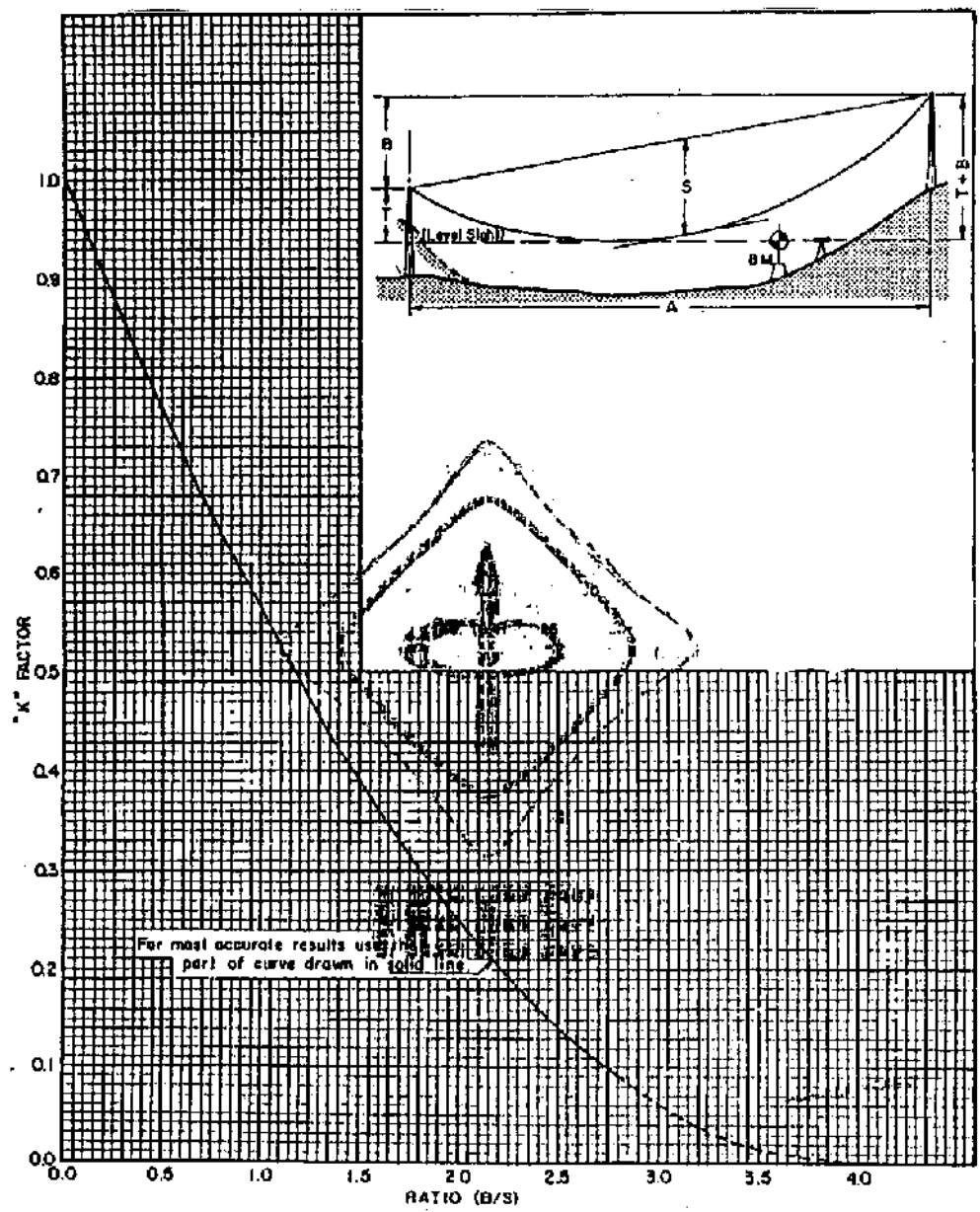
$T = SK = 1.227 \times 0.482 = 0.591$ متر

(R در 90° فارنهایت)

$$R = \frac{B}{S} = \frac{1.5}{1.28} = 1.17$$

$K = 0.501$

$T = K \times S = (0.501)\ (1.17) = 0.587$



شکل شماره ج-۱ ترسیمی از نحوه تعیین فلش

پیوست ح: فرم بازرسی خطوط فشار ضعیف و متوسط تا سطح ولتاژ ۳۳KV

ردیف	شرح مورد بازرسی	توضیحات
۱	استاندارد بودن احداث خط براساس ضوابط وزارت نیرو	
۲	وجود کلیه نقشه‌ها مسیر خط و انشعابات	
۳	وجود کلیه نقشه‌ها مدار، آرایش خط، تعداد مدار -تک یا باندلی بودن خط	
۴	وضعیت فونداسیون پایه‌ها، همراه با نقشه (شیب‌دار بودن یا پله‌ای بودن) فونداسیون و کیفیت موجود آن	
۵	موقعیت نصب پایه‌ها	
۶	فاصله پایه‌ها در هر اسپن براساس استاندارد	
۷	نصب صحیح پایه‌ها: از نظر شکل- گرد یا مستطیل بتونی، فلزی و یا چوبی وزن هر پایه یا میزان تونائ مناسب با طول اسپن	
۸	وضعیت رنگ‌آمیزی پایه‌ها	
۹	وضعیت کورپی (براکتها)، اتریه و اتصالات مربوطه	
۱۰	وضعیت مقره‌های آویزی، کششی، کج نبودن مقره‌ها آویزی از مسیر خط نصب شده	
۱۱	وضعیت کنسولها، پریده‌گی رنگ گالوانیزه، زنگ‌زدگی‌های اولیه از انبار پیچ و مهره‌های مناسب و مربعی و دایره‌ای	
۱۲	دوبل بودن پایه‌ها در صورت نیاز در (مسیرهای زاویه‌ای) و محکم بودن بستها	
۱۳	وجود سیمهای مهار در شرایط موجود و مورد نیاز (انتهای خط و محلهای مسیر زاویه‌ای)	
۱۴	رعایت فواصل استاندارد بین فازها و مدارها (در صورت موجود)	
۱۵	کج بودن پایه‌ها در مقطع فونداسیون یا کج شدن آنها در اثر نیروی کشش سیم هنگام احداث خط بعد از تحویل دائم	

فرم بازرسی خطوط فشار ضعیف و متوسط تا سطح ولتاژ ۳۳KV

۱۶	میزان فلش مجاز سیم فازها با توجه به فاصله اسپن نوع سیم و درجه حرارت محیط	
۱۷	پارگی احتمالی رشته‌های سیم ACSR هنگام کشش	
۱۸	انتخاب و اتصال نوع درست بوشهای اتصالی	
۱۹	رعایت حریم خطوط از موانع اطراف؛ تجمع اشیاء مواد فلزی چوبی (بدنه‌های تنه درخت، علوف، غلات....) در حریم خطوط برحسب سطح ولتاژ شبکه	
۲۰	کیفیت و سایز مناسب سیم در رابطه با آمپراژ خط	
۲۱	کنترل کردن سیمهای مهار، سالم بودن مقره و سطی، سفت و پابرجا بودن فونداسیون سیم مهار	
۲۲	نزدیک نشدن سیم مهار با فازها در بالای تیر و رعایت حریم مناسب با توجه به شدت باد و طوفانهای موضعی محیط	
۲۳	مشاهده آثار و علائم سوختگی، قوس الکتریکی برروی کسنولها، مقره‌ها، کنسولهای برقگیرها فیوزهای کات‌اوت	
۲۴	علائم شلی و یا هر نوع آثار مخرب برروی سیم فازها، سیم‌های آرمور، مقره‌ها و پایه‌های کنسولها، سیمهای مهار، ناشی از عوامل شدید چوبی	
۲۵	یکسان بودن فلش سیم فازها در هر دو مدار با لحاظ ۱۵ ± سانتیمتر	
۲۶	وجود کافی فاصله دهنده‌ها (اسپیسر) در خطهای باندل	
۲۷	میزان و بالانس بودن دامپرها	
۲۸	حصول اطمینان کامل از پاربرجابودن سیمهای زمین و محافظ و اتصالات	
۲۹	کثیف نبودن مقره‌ها و بدنه پرسلین برقگیر و فیوزهای کات‌اوت	