

بسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت نیرو

شرکت سهامی تولید و انتقال نیروی برق ایران

(توانیر)

معاونت تحقیقات و تکنولوژی

دفتر استانداردها

استاندارد خطوط هوایی توزیع

جلد پنجم : هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع

شهریورماه ۱۳۷۶

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

آدرس: تهران - میدان ونک - خیابان شهید عباسپور - ساختمان مرکزی
صندوق پستی ۶۴۶۷ - ۱۴۱۵۵ تلفن: ۲۱۴۲۴۹۶ فاکس: ۸۷۹۷۷۶۷



بنام خدا

پیشگفتار

پس از تدوین هر استاندارد و استفاده از آن به مرور نیازها و مشکلات مرتبط با آن شناخته شده و تکمیل و تجدیدنظر در آن امری لازم و ضروری می‌باشد، از آنجائیکه استاندارد ساختمان شبکه‌های توزیع نیرو، سالها پیش تدوین شده و اقدامی جهت تکمیل و تجدیدنظر در آن صورت نگرفته بود، به دلایل زیر تصمیم به بازنگری در آن گرفته شد:

- باتوجه به گذشت چند سالی از تدوین استاندارد قدیم بایستی تحقیقات و بررسیهای لازم جهت استاندارد نمودن محصولات جدید و منسوخ نمودن محصولات قدیم صورت پذیرد.
- قیمت زیاد تجهیزات، دقت در امر خرید را طلب می‌کند و باتوجه به گستردگی و پیچیدگی تجهیزات، دقت در مشخصات فنی وسایل امکان مقایسه فنی محصولات سازندگان مختلف و مقید کردن آنها به رعایت موازین استاندارد را فراهم می‌سازد.
- باتوجه به افزایش کادر فنی متخصص امکان محاسبه و طراحی به صورت خاص و باتوجه به شرایط هر منطقه می‌باشد لذا ایجاد یکنواختی باید تنها در مجموعه‌ها یا تجهیزاتی که تابع شرایط خاص محیطی نباشند صورت گیرد بنابراین بجای استفاده از طرحهای نمونه با تنوع کم، معیارها و استانداردهای طراحی مطرح و در کنار آن در موارد خاص از طرحهای نمونه با تنوع زیاد استفاده شود.
- باتوجه به اولویتها و نیازهای فعلی شبکه‌های توزیع، استانداردهای زیر مورد بررسی قرار گرفته‌اند:

الف- استاندارد سیستم زمین شبکه‌های توزیع

ب - استاندارد خازنهای به‌کاررفته در شبکه توزیع

پ - استاندارد راکتورهای به‌کاررفته در شبکه توزیع

ت - استاندارد مشخصات فنی ترانسفورماتورهای به‌کاررفته در شبکه توزیع

ث - استاندارد روشنایی معابر

ج - استاندارد تابلوهای مورد استفاده در شبکه توزیع

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: الف

ج - استاندارد کابل‌های مورد استفاده در شبکه توزیع

ح - استاندارد انشعابات شبکه‌های توزیع

خ - استاندارد خطوط هوایی شبکه‌های توزیع

جزوه حاضر جلد پنجم از پیش‌نویس استاندارد خطوط هوایی توزیع از سری استانداردهای شبکه‌های توزیع می‌باشد. پیش‌نویس استاندارد خطوط هوایی در تاریخ ۱۴ و ۱۵ شهریور سال ۱۳۷۴ مورد بررسی نمایندگان شرکتهای توزیع قرار گرفت، مطابق نظرات عنوان‌شده توسط دفتر استانداردهای معاونت تحقیقات و تکنولوژی و جلسه فوق‌الذکر، تصمیم گرفته شد که این استاندارد با توجه به مباحث مطرح‌شده در قالب جلد‌های جداگانه زیر تهیه گردد:

جلد اول: معیارهای طراحی و جدول‌های کاربردی

جلد دوم: تیرهای بتنی مسلح و پیش‌تنیده

جلد سوم: تیرهای چوبی و مشخصات کراس‌آرم‌های چوبی به‌کاررفته در شبکه توزیع

جلد چهارم: مقره‌های به‌کاررفته در شبکه توزیع

جلد پنجم: هادیها و مفتول‌های خطوط هوایی توزیع

جلد ششم: کراس‌آرمها و آرایش پایه‌های به‌کاررفته در شبکه توزیع

در تهیه این استاندارد سعی شده است که امکانات و مهارت‌های موجود و قابلیت‌های شرکتهای توزیع

برق در نظر گرفته شود. در تهیه این استاندارد منابع زیر مورد استفاده قرار گرفته است:

[۱] استاندارد شبکه‌های توزیع نیروی برق، چاپ پنجم، شهریور ۱۳۶۴.

[2] DIN 48201 Part 1, Copper Stranded Conductors (1965).

[3] DIN 48202 Part 1, Wires and Stranded Conductors of Copper and Bronze for Lines, Technical Terms of Delivery (1966).

[4] BS 215, Hard-drawn Copper and Copper-Cadmium Conductors for Overhead Power Transmission Purposes 1970.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتول‌های خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		تاریخ:	۱۳۷۶
		صفحه:	ب

- [5] BS 215, Part 2, Aluminium Conductor, Steel-Reinforced 1970.
- [6] IEC 1089, Round wire Concentric Lay Overhead Electrical Conductors, 1991.
- [7] Distribution and Transmission Line Standard Drawing U.S. Department of Interior.
- [8] IEC 888, Zinc-Coated Steel Wires for Stranded Conductors.
- [9] IEC 889, Hard-Drawn Aluminium Wire for Overhead Line Conductors.
- [10] ASTM B 193-87 Standard Test Method for Resistivity of Electrical Conductor Materials.
- [11] ASTM B 49-90 Standard Specification for Hot-Rolled Copper Redraw Rod for Electrical Purposes.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: پ

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	دامنه کاربرد
۱	تعاریف
۳	هادیها و مفتولهای خطوط هوایی فشارمتوسط
۳	جنس مواد و مشخصات آنها
۵	قطر مفتولها
۶	اتصالات در مفتولها
۸	بافتن مفتولها
۸	هادیهای آلومینیوم-فولاد
۹	آزمونها
۱۳	بسته‌بندی
۱۴	مفتولهای آلومینیومی مورد استفاده برای اصلی کردن
۱۴	جنس مفتول اصلی
۱۴	سطح مقطع مفتولهای اصلی
۱۵	وزن در واحد طول
۱۵	بسته‌بندی
۱۶	آرموراد
۱۶	گره‌بندی سیمهای آلومینیوم فولاد
۱۶	هادیها و مفتولهای خطوط فشارضعیف

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	صفحه: ت

۱۳۷۶

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۶	نوع مس
۱۷	مفتولها
۱۸	باقتن مفتولها
۱۹	اتصالات
۱۹	مشخصات هادبها
۲۱	آزمونها
۲۴	بسته‌بندی
۲۴	مفتولهای مسی مورد استفاده برای اصلی کردن
۲۴	جنس مفتول اصلی
۲۴	سطح مقطع مفتولهای اصلی
۲۵	وزن در واحد طول
۲۵	بسته‌بندی
۲۶	گره‌بندی سیم مسی فشارضعیف
۲۷	پیوست الف- روش آزمون اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی هادبها
۳۱	پیوست ب- گره‌بندی (اصلی کردن) هادبهای به‌کاررفته در شبکه توزیع
۳۶	پیوست پ- ظرفیت جریان‌دهی هادبهای آلومینیوم فولاد

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد پنجم: هادبها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع		
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ: ۱۳۷۶	صفحه: ث	



۱- دامنه کاربرد

این استاندارد مشخصات الکتریکی و مکانیکی هادیهای آلومینیوم-فولاد مورد استفاده در خطوط هوایی فشار متوسط توزیع و هادیهای مسی مورد استفاده در خطوط هوایی فشار ضعیف و همچنین سیمهای مورد استفاده برای بستن این هادیا را به مقره‌های سوزنی دربر می‌گیرد.

۲- تعاریف

۱-۲- مفتول

به هادی با یک رشته به مقطع دایره گفته می‌شود.

۲-۲- هادی چندرشته

هادی چندرشته‌ای متشکل از چند مفتول که در لایه‌های مختلف به دور یکدیگر پیچیده شده‌اند را هادی چندرشته گویند که از این پس جهت اختصار با لفظ هادی بیان خواهد شد.

۲-۳- هادی آلومینیوم-فولاد

به هادی با تعدادی مفتول از جنس آلومینیوم به‌همراه مفتول یا مفتولهای فولادی در مرکز، گفته می‌شود.

۲-۴- قطر

از متوسط دو اندازه‌گیری از مقطع هادی با برش عمودی بدست می‌آید.

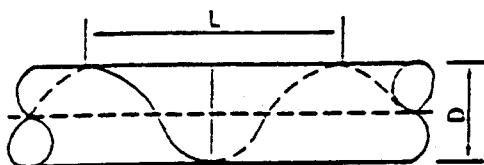
عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیا و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۱

۲-۵- جهت لایه

جهت قرارگیری لایه‌ها را روی یکدیگر گویند و به دو حالت راست‌گرد و چپ‌گرد تقسیم می‌شود، هنگامی که هادی را به صورت عمودی نگه داشته و به آن نگاه شود، در حالت راست‌گرد جهت چرخش مفتولها در جهت عقربه‌های ساعت و در حالت چپ‌گرد در خلاف جهت چرخش عقربه‌های ساعت، است.

۲-۶- نسبت لایه

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



شکل (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.

۲-۸- نیروی گسیختگی

مقدار نیروی لازم جهت گسیختگی مفتول یا هادی را گویند.

1- Lay Ratio

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۲

۹-۲- 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

۱۰-۲- مفتول اصلی

مفتولی است که جهت بستن هادی به مقره به‌کار می‌رود.

۳- هادیها و مفتولهای خطوط هوایی فشارمتوسط

۱-۳- جنس مواد و مشخصات آنها

۱-۱-۳- مفتولهای آلومینیومی

این مفتولها باید از نوع سخت مشابه GIE مطابق با استاندارد BS۲۶۲۷ (شرایط H9) بوده و مشخصات آن باید به‌گونه‌ای باشد که شرایط مندرج در این استاندارد را برآورده کند.

۱-۱-۱-۳- مقاومت مخصوص الکتریکی

مقاومت مخصوص الکتریکی آلومینیوم تابع درجه خلوص و شرایط فیزیکی آن است در هر صورت مقاومت مخصوص الکتریکی مفتولهای آلومینیومی موردنظر این استاندارد در ۲۰ درجه سانتیگراد نباید از $0/028264$ اهم میلیمترمربع بر متر بیشتر باشد.

۱-۱-۲- ضریب حرارتی مقاومت الکتریکی DC (در جرم ثابت)

این ضریب که با α نشان داده شده می‌شود برای مفتولهای آلومینیومی در ۲۰ درجه سانتیگراد و جرم ثابت برابر $0/00403$ به ازای هر درجه سانتیگراد است. درحین آزمایش دو نقطه اتصال جهت اندازه‌گیری ولتاژ باید محکم به مفتول تحت آزمایش متصل باشند.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۳

یادآوری ۱: جهت محاسبه مقاومت الکتریکی هادی در دمای t درجه سانتیگراد (R_t) از رابطه (۱) استفاده می‌کنیم.

$$R_t = R_{\gamma} (1 + \alpha(t - 20)) \quad (1)$$

که در این رابطه R_{γ} مقاومت هادی در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد است.

یادآوری ۲: ضریب α برای محدوده ۱۰ تا ۳۰ درجه صادق است ولی می‌توان برای دماهای بالاتر با تقریب قابل قبول برای محاسبات مهندسی از آن استفاده کرد.

۳-۱-۱-۳- جرم مخصوص

جرم مخصوص مفتولهای آلومینیومی در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد باید برابر $2/703$ کیلوگرم بر دسی‌متر مکعب باشد.

۳-۱-۱-۴- ضریب انبساط طولی

این ضریب برای رشته‌های مذکور برابر 23×10^{-6} به ازای هر درجه سانتیگراد در نظر گرفته می‌شود.

۳-۱-۱-۵- نیروی گسیختگی مفتولهای آلومینیوم

مقادیر نیروی گسیختگی برای مقاطع مختلف مفتولها متفاوت می‌باشد که حداقل این نیروها در جدول (۱) مشخص شده‌اند. از آنجائیکه در اثر بافته شدن مفتولها میزان نیروی گسیختگی آنها کاسته می‌شود لذا در این جدول مقادیر حداقل نیروی گسیختگی، پیش و پس از بافته شدن برای هر مفتول، بیان شده است.

۳-۱-۲- مفتولهای فولادی

مفتولهای فولادی باید دارای روکش روی بوده و مشخصات آنها باید به گونه‌ای باشد که شرایط مندرج در این استاندارد را برآورده کنند.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۴

۳-۱-۲-۱- جرم مخصوص

جرم مخصوص مفتولهای فولادی موردنظر این استاندارد در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد برابر ۷/۸ کیلوگرم بر دسیمترمکعب درنظر گرفته می شود.

۳-۱-۲-۲- ضریب انبساط حرارتی

این ضریب برای مفتولهای فولادی برابر $11/5 \times 10^{-6}$ به ازای هر درجه سانتیگراد می باشد.

۳-۱-۲-۳- نیروی گسیختگی مفتولهای فولادی

مقادیر نیروی گسیختگی برای مقاطع مختلف و در حالتی پیش و پس از بافته شدن متفاوت می باشد. حداقل مقادیر مجاز نیروی گسیختگی در حالتی مختلف در جدول (۲) درج شده است.

۳-۱-۲-۴- پوشش روی^۱

مفتولهای فولادی جهت جلوگیری از زنگ زدگی باید دارای پوشش روی باشند. ایجاد روکش روی بر روی مفتولهای فولادی هم از طریق گرم و هم از طریق الکترولیت امکان پذیر است. وزن روی برای هر مترمربع از مفتول فولادی برای مقاطع مختلف متفاوت است و مقدار آن نباید از مقادیر عنوان شده در جدول (۲) کمتر باشد.

۳-۲- قطر مفتولها

۳-۱-۲-۳- مفتولهای آلومینیومی

قطر مفتولهای آلومینیومی موردنظر این استاندارد باید مطابق جدول (۱) بوده و محدوده تغییرات مجاز آنها برابر ± 1 درصد باشد.

۱- در مناطق آلوده و مرطوب که خوردگی زیاد وجود دارد می توان از هادی آلومینیوم به همراه سیم فولادی با روکش آلومینیوم ACSR(AW) استفاده نمود. این هادیها علاوه بر خاصیت مقاومت در برابر خوردگی، دارای وزن کم و کاهش تلفات نیز می باشند. تفاوت این نوع هادی با هادیهای ACSR معمولی در هادی فولاد گالوانیزه آن است که بجای آن از فولاد با روکش آلومینیوم استفاده شده است.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		تاریخ:	۱۳۷۶
		صفحه:	۵

جدول (۱) مشخصات مفتولهای آلومینیومی

قطر استاندارد (میلیمتر)	سطح مقطع استاندارد (میلیمتر مربع)	وزن (کیلوگرم بر کیلومتر)	حداقل نیروی گسیختگی (نیوتن)		مقاومت الکتریکی در ۲۰°C (اهم بر کیلومتر)
			پیش از یافته شدن	پس از یافته شدن	
۲/۷۹	۶/۱۱۴	۱۶/۵۳	۱۰۳۰	۹۷۷	۴/۶۲۳
۳/۶۶	۱۰/۵۲۱	۲۸/۴۴	۱۷۰۱	۱۶۱۹	۲/۶۸۷
۴/۳۹	۱۵/۱۳۶	۴۰/۹۰	۲۴۰۳	۲۲۸۴	۱/۸۷۵

۲-۲-۳- مفتولهای فولادی

قطر مفتولهای فولادی باید مطابق جدول (۲) بوده و میزان محدوده مجاز تغییرات قطر آنها برای مفتولهای کمتر از ۲ میلیمتر برابر ± 0.04 میلیمتر و برای مفتولهای با قطر بیش از ۲ میلیمتر برابر $\pm 2\%$ باشد.

جدول (۲) مشخصات مفتولهای فولادی

قطر استاندارد (میلیمتر)	سطح مقطع استاندارد (میلیمتر مربع)	وزن (کیلوگرم بر کیلومتر)	حداقل نیرو (نیوتن)	حداقل نیروی گسیختگی (نیوتن)		ضخامت روی گالوانیزه شده (میکرون)	حداقل وزن روی (گرم بر متر مربع)
				پیش از یافته شدن	پس از یافته شدن		
۱/۹۳	۲/۹۲۶	۲۲/۸۲	۳۴۲۷	۳۸۳۱	۳۶۳۹	۳۰	۲۱۴
۲/۷۹	۶/۱۱۴	۴۷/۶۹	۶۹۵۰	۸۰۰۵	۷۶۰۳	۳۴	۲۴۴
۳/۶۶	۱۰/۵۲۱	۸۲/۰۶	۱۱۵۹۹	۱۳۷۷۵	۱۳۰۸۴	۳۶	۲۵۹

۳-۳- اتصالات در مفتولها

۱-۳-۳- مفتولهای آلومینیومی

به علت گسیختگیهای غیر قابل پیش بینی هنگام ساخت و به منظور استفاده از طولهای کوتاه مفتول، به اتصال مفتولهای آلومینیوم نیاز می باشد. در این مفتولها، مستقل از تعداد مفتولها در هر

۱- برای ایجاد ۱٪ افزایش طول نسبی

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		تاریخ: ۱۳۷۶	صفحه: ۶

هادی، اتصال مفتولهای آلومینیومی باید از طریق جوش سربه‌سر الکتریکی^۱، جوش سربه‌سر فشاری سرد^۲ یا هر طریق مورد تأیید دیگر صورت پذیرد و نیازی نیست که مفتول در نقطه اتصال، مشخصات مکانیکی یک مفتول یکسره و بدون اتصال را کاملاً^۳ دارا باشد و تنها کافی است اتصالاتی که با استفاده از جوش سربه‌سر الکتریکی انجام شده‌اند تنش به میزان حداقل ۷۵ نیوتن بر میلی‌متر مربع و اتصالاتی که از طریق جوش سربه‌سر فشاری سرد انجام شده‌اند، تنش به میزان ۱۳۰ نیوتن بر میلی‌متر مربع را تحمل کنند. فاصله دو اتصال در یک هادی نباید کمتر از ۱۵ متر باشد و در اتصالاتی که از طریق جوش سربه‌سر 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^۳ 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 نمی‌باشند.

۳-۳-۲- مفتولهای فولادی

هیچ اتصالی، از هیچ نوع در طول مفتولهای فولادی مجاز نمی‌باشد. تنها اتصالات مجاز، اتصالات با جوش سربه‌سر الکتریکی و در مراحل پیش از کشش می‌باشد. در صورتی که هادی دارای هفت مفتول فولادی 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 سربه‌سر الکتریکی انجام پذیرد و در مقابل خوردگی به‌نحو مطلوبی محافظت شود.

1- Electric Butt-Welding

2- Cold-Pressure Butt-Welding

3- Annealing

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۷

۴-۳- بافتن مفتولها

۴-۳-۱- مفتولها پیش از بافته شدن باید کلیه شرایط مربوط به خود را که در این استاندارد بیان شده، داشته باشد.

۴-۳-۲- نسبت لایه‌ها برای لایه‌های آلومینیومی باید حداقل برابر ۱۰ و حداکثر برابر ۱۴ باشد و برای هادیهای با دو لایه فولاد (یک مفتول مرکزی و شش مفتول در اطراف مفتول مرکزی) باید حداقل برابر ۱۶ و حداکثر برابر ۲۶ باشد.

۴-۳-۳- جهت چرخش لایه‌های پی‌درپی باید مخالف یکدیگر بوده و لایه آخر باید راست‌گرد باشد.

۵-۳- هادیهای آلومینیوم-فولاد

۵-۳-۱- تعداد و قطر مفتولها

هادیهای مورد استفاده در شبکه فشار متوسط توزیع از نظر تعداد و قطر مفتولهای آلومینیوم و فولاد به چهار دسته، مطابق جدول (۳) و از نظر طرز قرار گرفتن مفتولها مطابق شکل (۲) تقسیم می‌شوند.

۵-۳-۲- قطر نهایی

قطر نهایی این هادیها باید مطابق با جدول (۳) بوده و محدوده مجاز تغییرات قطر نهایی هادی، برای هادی ردیف یک در جدول (۳) برابر $\pm 0/1$ میلی‌متر و برای سه هادی دیگر برابر ± 1 درصد می‌باشد.

۵-۳-۳- جرم در واحد طول

جرم در واحد طول هادیها در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد باید مطابق جدول (۳) باشد. در اثر بافته شدن لایه‌ها وزن هادی به علت پیچش، کمی بیشتر از مجموع وزن مفتولهای تشکیل‌دهنده هادی، با طول یکسان بوده که این افزایش وزن با توجه به نسبت لایه برای هادیها، می‌تواند متفاوت باشد.

۴-۵-۳- گریس کاری

کلیه لایه‌های فولادی و آلومینیومی می‌باید توسط گریس مخصوص پوشیده شوند. وزن گریس

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۸

برای هادیهای مختلف در جدول (۳) درج شده است. این مقادیر تقریبی بوده و برای گریسی با جرم مخصوص ۸۷ گرم بر دسیتمتر مکعب می‌باشد. گر انرژی گریس باید به گونه‌ای باشد که در دمای کار سیم، از لایه‌های سیم جاری نشود.

نسبت حجم گریس به حجم فضای خالی لایه‌ها که به صورت تئوری محاسبه می‌شوند نباید از ۰/۷ کمتر باشد.

۳-۵-۵- نیروی گسیختگی

نیروی گسیختگی هادیها نباید از مقادیر درج شده در جدول (۳) کمتر باشد. مقدار این نیرو از نیروی گسیختگی لایه‌های آلومینیوم (حاصلضرب نیروی گسیختگی هر مفتول آلومینیوم در تعداد مفتولهای آلومینیوم) به علاوه نیروی لازم برای یک درصد افزایش طول نسبی برای لایه‌های فولاد بدست می‌آید.

۳-۵-۶- مقاومت الکتریکی DC

مقاومت الکتریکی هادیها در ۲۰ درجه سانتیگراد و جریان مستقیم، نباید از مقادیر عنوان شده در جدول (۳) بیشتر شود. به علت پیچش مفتولهای آلومینیوم، میزان این مقاومت کمی بیش از مقداری است که از حاصل تقسیم مقاومت مخصوص بر سطح مقطع آلومینیوم بدست می‌آید.

۳-۵-۷- ظرفیت جریان‌دهی سیمهای آلومینیوم-فولاد

جریان نامی هادیهای آلومینیوم فولاد با توجه به تغییرات دما مطابق پیوست (ب) می‌باشد.

۳-۶- آزمونها

۳-۶-۱- آزمونهای نوعی

آزمونهای نوعی جهت حصول اطمینان از تحقق مشخصات و عملکرد یک هادی که برای اولین بار طراحی شده است، می‌باشند و تنها یک بار برای یک طراحی جدید انجام می‌شوند. آزمونهای نوعی بر روی هادی، باید مطابق با آخرین نشریه استاندارد IEC ۱۰۸۹ انجام شود. این آزمونها به شرح

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۹

زیر می‌باشند:

- اتصالات در مفتولهای آلومینیوم

- منحنی تنش- کرنش

- نیروی گسیختگی

۳-۶-۲- آزمونهای نمونه‌ای

این آزمونها جهت اطمینان از تطابق مشخصات یک هادی با آنچه در این استاندارد عنوان شده است، می‌باشند. این آزمونها علاوه بر هادی برای مفتولهای تشکیل دهنده هادی نیز انجام می‌شوند. آزمونهایی که بر روی مفتولهای آلومینیومی صورت می‌پذیرد، باید مطابق آخرین نشریه استاندارد IEC ۸۸۹ بوده و آزمونهایی که برای مفتولهای فولادی انجام می‌شود باید مطابق با آخرین نشریه استاندارد IEC ۸۸۸ باشند. آزمونهایی که بر روی هادی صورت می‌پذیرد باید مطابق با آخرین نشریه استاندارد IEC ۱۰۸۹ باشند. این آزمونها شامل موارد زیر می‌باشند:

- سطح مقطع

- قطر نهایی

- وزن در واحد طول

- وضعیت سطح هادی

- نسبت لایه و جهت لایه

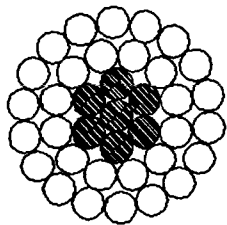
۳-۶-۳- نمونه برداری

نمونه برداری از هادی به صورت اتفاقی و از ۱۰٪ آخر قرقره هادی انجام می‌شود. در صورتی که مفتولها پس از بافته شدن مورد آزمایش قرار گیرند باید یک تکه ۱/۵ متری از هادی جدا شود.

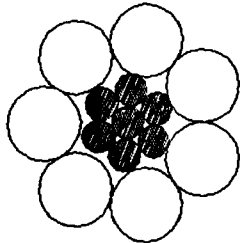
عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۱۰

جدول (۳) مشخصات هادیهای آلومینیوم- فولاد استاندارد شبکه‌های توزیع (فشار متوسط)

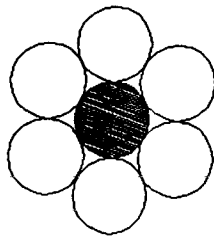
نام‌گذاری	نماده مفتول		قطر مفتول (میلی‌متر)		قطرهای (میلی‌متر)	سطح مقطع (میلی‌متر مربع)				وزن (کیلوگرم بر کیلومتر)				مقاومت DC (اهم بر کیلومتر)	نیروی گسیختگی (نیوتن)	راکتانس (اهم بر کیلومتر)
	آلومینیوم	فولاد	آلومینیوم	فولاد		آلومینیوم	فولاد	کل	آلومینیوم	فولاد	کل	گرس ^۱				
فاکس	۶	۱	۲/۷۹	۲/۷۹	۸/۳۷	۳۶/۶۶	۶/۱۱	۴۲/۷۷	۱۰۱	۴۸	۱۴۹	۷/۵	۰/۷۸۲۲	۱۲۸۱۲	۰/۷۸۳۵	
میک	۶	۱	۳/۶۶	۳/۶۶	۱۰/۹۸	۶۳/۱۳	۱۰/۵۲	۷۳/۶۵	۱۷۳	۸۲	۲۵۵	۱۲/۹	۰/۴۵۴۵	۲۱۳۱۳	۰/۴۶۶۴	
هائنا	۷	۷	۲/۳۹	۱/۹۳	۱۳/۵۷	۱۰۵/۹۵	۲۰/۴۸	۱۲۶/۴۳	۲۹۰	۱۶۰	۴۵۰	۲۱	۰/۳۷۱۲	۳۹۹۷۷	۰/۴۴۶۴	
لینکس	۳۰	۷	۲/۷۹	۲/۷۹	۱۹/۵۳	۱۸۳/۴	۳۲/۷۷	۲۲۶/۲	۵۰۷	۳۳۵	۸۴۲	۳۴/۷	۰/۱۵۷۶	۷۹۸۰۰	۰/۲۲۷۷	



(پ)



(ب)



(الف)

الف- سیم فاکس و میک
ب- سیم هائنا
پ- سیم لینکس

شکل (۲) طرز قرار گرفتن مفتولهای آلومینیوم و فولاد

- ۱- در ۲۰ درجه سانتیگراد
- ۲- وزن گریس با فرض اینکه تمام هادی همچین لایه خارجی آن را پوشانده است محاسبه شده و در شرایطی که گریس فقط قسمتی از هادی را دربر گیرد محاسبات بایستی مطابق پوست C از استاندارد IEC ۱۰۸۹ تکرار گردد.

عنوان کل : استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء : جلد پنجم : هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ : ۱۳۷۶
	صفحه : ۱۱

۳-۶-۴- اندازه‌گیری سطح مقطع

سطح مقطع از طریق اندازه‌گیری قطر مفتولها به طریق زیر و جمع سطح مقطع کلیه مفتولها، محاسبه می‌شود. اندازه‌گیری قطر مفتولها با احتساب روکش (برای مفتولهای فولادی) انجام شده و برای اندازه‌گیری باید از میکرومتری با فکهای صاف استفاده نمود و اندازه‌گیری هر نمونه در سه قسمت (ابتدا، انتها و وسط) مفتول انجام می‌شود و نتیجه متوسط سه مقدار می‌باشد.

محدوده تغییرات سطح مقطع محاسبه‌شده برابر $\pm 0/2$ درصد نسبت به سطح مقطع نامی می‌باشد. اندازه‌گیری سطح مقطع در چهار نقطه به فاصله حداقل ۲۰ سانتیمتر از یکدیگر انجام می‌شود و متوسط نتیجه چهار اندازه‌گیری نباید به میزان $1/5\%$ با میزان نامی تفاوت داشته باشد.

۳-۶-۵- اندازه‌گیری قطر هادی

اندازه‌گیری قطر در میانه ماشین بافت انجام می‌شود. این کار توسط وسیله‌ای با دقت $0/01$ میلیمتر، دو بار در یک نقطه انجام می‌گیرد. نتیجه اندازه‌گیری متوسط دو عدد می‌باشد که تا دو رقم اعشار برحسب میلیمتر گرد شده است.

محدوده تغییرات مجاز قطر به شرح زیر می‌باشد:

- برای هادی با قطر نامی بزرگتر یا مساوی ۱۰ میلیمتر: ± 1 میلیمتر

- برای هادی با قطر نامی کوچکتر از ۱۰ میلیمتر: $\pm 0/1$ میلیمتر

۳-۶-۶- اندازه‌گیری وزن در واحد طول

وزن هادی در واحد طول باید توسط ترازویی با دقت $0/1$ درصد انجام شود.

وزن هادی در واحد طول بدون احتساب وزن گریس نباید بیش از ± 2 درصد با مقدار مشخص شده

در جدول (۳)، متفاوت باشد.

وزن گریس در واحد طول از طریق دو بار توزین هادی در حالت‌های بدون گریس و با گریس محاسبه

می‌شود و مقدار آن نباید از مقدار عنوان‌شده در جدول (۳) کمتر باشد.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۱۲

۳-۶-۷- اندازه‌گیری نیروی گسیختگی

این اندازه‌گیری را می‌توان در مورد مفتولها، پیش یا پس از بافته شدن انجام داد. در صورتی که آزمایش در مورد مفتولها پس از بافته شدن انجام شود باید قطعه مورد آزمایش از هادی جدا شده و بدون اعمال کشش بیش از حد، صاف شود و سپس مطابق بند (۳-۶-۴) سطح مقطع مفتول، تعیین و به دستگاه کشش بسته شود. کشش باید بطور تدریجی انجام شده و سرعت حرکت فکهای دستگاه کشش نباید از ۲۵ میلیمتر در دقیقه کمتر و از ۱۰۰ میلیمتر در دقیقه بیشتر باشد.

مقدار نیروی گسیختگی که از آزمایش بدست می‌آید نباید از مقادیر مندرج در جدولهای (۱) و (۲) کمتر باشد.

۳-۶-۸- اندازه‌گیری نسبت لایه و جهت لایه

این نسبت برای هر لایه اندازه‌گیری می‌شود و از حاصل قسمت طول اندازه‌گیری شده بر قطر خارجی لایه مذکور بدست می‌آید. جهت لایه‌های پی‌درپی باید مخالف یکدیگر و لایه آخر باید راست گرد باشد.

۳-۶-۹- وضعیت سطح هادی

سطح هادی باید یکنواخت و فاقد هر نوع زدگی که با چشم غیر مسلح دیده شود، باشند. رفع عیوب با استفاده از هر روشی غیر قابل قبول می‌باشد.

۳-۷- بسته‌بندی

سازنده باید هادیها را با استفاده از قرقره‌ای مقاوم در مقابل رطوبت هوا و صدمات مکانیکی، بسته‌بندی نماید.

موارد زیر باید با استفاده از برجسب ضد رطوبت بر روی قرقره و در داخل آن درج شده باشد:

الف- نام کالا

ب- نام سازنده

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۱۳

پ- شماره سریال کارخانه

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 باز کردن قرقره)

۴- مفتولهای آلومینیومی مورد استفاده برای اصلی کردن

۴-۱- جنس مفتول اصلی

مفتول اصلی باید از جنس آلومینیوم نرم بوده و فاقد روکش باشد.

یادآوری: از مفتولهای استفاده شده و کهنه نباید استفاده کرد.

۴-۲- سطح مقطع مفتولهای اصلی

سطح مقطع این مفتولها متناسب با قطر نهایی هادی مطابق با جدول (۴) انتخاب می شود.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۱۴

جدول (۴) مفتولهای اصلی

هادی خط هوایی	سطح مقطع مفتول اصلی (میلیمترمربع)	وزن در واحد طول ^۱ (گرم بر متر)
فاکس	۱۶	۴۳
مینک	۲۵	۶۸
هاینا	۲۵	۶۸
لینکس	۲۵	۶۸

۴-۳- وزن در واحد طول

وزن مفتولهای مورد استفاده باید مطابق با مقادیر مشخص شده در جدول (۴) باشد. (مقادیر مذکور تقریبی می‌باشند).

۴-۴- بسته‌بندی

سازنده باید مفتولها را با استفاده از قرقه‌ای مقاوم در مقابل رطوبت هوا و صدمات مکانیکی بسته‌بندی نماید. موارد زیر با استفاده از برچسب ضد رطوبت بر روی قرقه و در داخل آن درج شده باشد:

الف- نام کالا

ب- نام سازنده

پ- شماره سریال کارخانه

ت- شماره سفارش

ث- مقصد

ج- وزن ناخالص

۱- در ۲۰ درجه سانتیگراد

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۱۵

ج- وزن خالص

ح- وزن قرقره

خ- شرایط نگهداری

همچنین باید دو برچسب دیگر از نوع برچسب فوق‌الذکر، به ابعادی که جلب نظر نماید و به مضمون "توجه: فقط برای اصلی کردن استفاده شود"، در داخل و روی قرقره نصب گردد.

۴-۵- آرموراد^۱

جهت جلوگیری از تخریب و پارگی مفتولها در محل اتصال به کلمپ یا مقره‌ها و نیز جلوگیری از سایش مفتول و حذف بار فشاری نامطلوب، می‌توان از آرموراد در محل اتصال هادیهای ACSR به کلمپ یا مقره‌ها استفاده نمود.

۴-۶- گره‌بندی سیمهای آلومینیوم فولاد

گره‌بندی سیمهای آلومینیوم فولاد به مقره‌ها مطابق پیوست (ب) می‌باشد.

۵- هادیها و مفتولهای خطوط فشارضعیف

۵-۱- نوع مس

هادیهای مسی موردنظر این استاندارد باید از نوع سخت بوده و مس مورد استفاده در ساختن آنها باید مطابق با آخرین نشریه استاندارد DIN ۰۲۰۱ باشد. مشخصات فیزیکی مس مورد استفاده باید به قرار زیر باشد.

1- Armor Rod

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۱۶

۵-۱-۱- جرم مخصوص

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

۵-۱-۲- مقاومت مخصوص الکتریکی

مقاومت مخصوص الکتریکی، مس موردنظر این استاندارد در ۲۰ درجه سانتیگراد باید حداکثر برابر ۰/۰۱۷۸۶ اهم میلیمترمربع بر متر باشد.

۵-۱-۳- ضریب حرارتی مقاومت الکتریکی

ضریب حرارتی مقاومت الکتریکی مس موردنظر این استاندارد برای ۲۰ درجه سانتیگراد باید برابر ۰/۰۰۳۸ به ازای هر درجه سانتیگراد باشد. این مقدار در محدوده دمایی ۱ تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد قابل استفاده است. مقادیر دقیق ضریب حرارتی برای درجه حرارت‌های بین ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتیگراد در جدول (۸) بیان شده است.

۵-۱-۴- درجه خلوص مس

درجه خلوص مس باید بیش از ۹۹/۹ درصد باشد.

۵-۲- مفتولها

مفتولهای تشکیل دهنده هادیهای موردنظر این استاندارد باید از مشخصات زیر برخوردار باشند.

۵-۲-۱- قطر مفتولها

قطرهای استاندارد موردنظر این استاندارد باید مطابق جدول (۵) باشد. میزان تغییرات مجاز قطر مفتولها از قطر استاندارد برابر ۱٪± است.

۵-۲-۲- سطح مقطع مفتولها

مقادیر استاندارد سطح مقطع مفتولها مطابق با جدول (۵) بوده و میزان تغییرات مجاز سطح مقطع

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۱۷

مفتولها از حالت گرد برابر ۲٪ می باشد.

۵-۲-۳- حداکثر مقاومت الکتریکی DC

حداکثر مقاومت الکتریکی مفتولها در جریان مستقیم و دمای ۲۰ درجه سانتیگراد باید مطابق جدول (۵) باشد. این میزان به واسطه کاهش مجاز قطر به میزان ۱٪، می تواند به میزان ۲٪ افزایش پیدا کند.

جدول (۵) مشخصات مفتولهای مسی

قطر استاندارد (میلیمتر)	سطح مقطع استاندارد (میلیمتر مربع)	وزن (کیلوگرم در کیلومتر)	حداکثر مقاومت DC در ۲۰ درجه سانتیگراد (اهم در کیلومتر)	حداقل نیروی گسیختگی (نیوتن)
۱/۷	۲/۲۷	۲۰/۲	۷/۸۷۹	۹۵۷
۱/۸	۲/۵۴	۲۲/۶۰	۷/۰۱۸	۱۰۷۴
۲/۱	۳/۴۶	۳۰/۷۹	۵/۱۵۶	۱۴۶۱
۲/۵	۴/۹۱	۴۳/۶۴	۳/۶۳۸	۲۰۷۰
۳/۰۰	۷/۰۷	۶۲/۸۴	۲/۵۲۷	۲۹۷۵

۵-۲-۴- حداقل نیروی گسیختگی

حداقل مقادیر نیروی گسیختگی باید برابر اعداد مندرج در جدول (۵) باشد. به علت کاهش مجاز قطر به میزان یک درصد، این مقادیر نیز می توانند به میزان ۲ درصد کاهش یابند.

۵-۳- بافتن مفتولها

ضرورت دارد مفتولهایی که برای بافتن استفاده می شوند مطابق مشخصات مندرج در این استاندارد بوده، جهت لایه های متوالی مخالف یکدیگر و لایه آخر (سطح خارجی) راست گرد باشد. نسبت لایه متناسب با تعداد مفتول باید در محدوده مندرج در جدول (۶) باشد.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۱۸

جدول (۶) نسبت لایه در هادیهای مسی

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

۴-۵- اتصالات

به‌علت گسیختگی مفتولها در هنگام کشش و یا به‌منظور استفاده از طولهای کوتاه مفتول، 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 هادیا

۱-۵-۵- سطح مقطع نامی

سطح مقطع نامی هادیهای موردنظر این استاندارد باید مطابق با مقادیر مندرج در جدول (۷) بوده و سطح مقطع حقیقی هادیا نباید از مقادیر مشخص شده در جدول (۷) کمتر باشد.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیا و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۱۹

۵-۵-۲- تعداد مفتولها

تعداد مفتولهای تشکیل دهنده هر هادی باید مطابق با جدول (۷) باشد.

جدول (۷) مشخصات هادیا

ظرفیت جریانی ^۱ (A)	مقاومت DC در ۲۰ درجه سانتیگراد (Ω /Km)	نیروی گسیختگی (N)	وزن تقریبی (Kg/Km)	قطر نهایی (mm)	مفتولها		سطح مقطع حقیقی (mm ²)	سطح مقطع نامی (mm ²)
					تعداد	قطر (mm)		
۱۲۵	۱/۱۳۹	۶۳۷۰	۱۴۳	۵/۱	۷	۱/۷	۱۵/۸۹	۲۱۶
۱۶۰	۰/۷۴۶	۹۷۲۰	۲۱۹	۶/۳	۷	۲/۱	۲۴/۲۵	۲۵
۲۰۰	۰/۵۲۶	۱۳۷۷۰	۳۱۰	۷/۵	۷	۲/۵	۳۴/۳۶	۳۵
۲۵۰	۰/۳۶۶	۱۹۷۹۰	۴۴۷	۹/۰	۷	۳/۰	۴۹/۴۸	۵۰
۲۵۰	۰/۳۷۶	۱۹۴۰۰	۴۳۸	۹/۰	۱۹	۱/۸	۴۸/۳۶	۵۰
۳۱۰	۰/۲۷۹	۲۶۳۸۰	۵۹۷	۱۰/۵	۱۹	۲/۱	۶۵/۸۲	۷۰

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 ۹۵ درصد از مقادیر مندرج در جدول (۷) کمتر باشد.

۵-۵-۴- مقاومت الکتریکی DC

مقاومت الکتریکی هادیهای مورد نظر این استاندارد در ۲۰ درجه سانتیگراد و جریان مستقیم، نباید از مقادیر عنوان شده در جدول (۷) بیشتر باشد. به علت پیچش مفتولها مقادیر مندرج در جدول (۷) کمی بیشتر از مقداری است که از حاصل تقسیم مقاومت مخصوص مس بر مجموع سطح مقطع مفتولهای سیم بدست

۱- برای هادی با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد در محیطی با دمای ۳۵ درجه سانتیگراد و سرعت باد ۰/۶ متر بر ثانیه، در بار دائم.
۲- برای روشهای معابر توصیه می‌شود.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیا و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۲۰

می‌آید.

۵-۵-۵- ظرفیت جریانی

ظرفیت جریانی هادیهای موردنظر این استاندارد نباید از مقادیر عنوان شده در جدول (۷) کمتر باشد. این مقادیر برای شرایط محیطی عنوان شده در پایین جدول می‌باشد در صورت ساکن در نظر گرفتن هوا این مقادیر به میزان ۳۰ درصد کاهش می‌یابند.

۵-۶-۶- آزمونها

آزمونها باید مطابق DIN۴۸۲۰۲ و BS۱۲۵ انجام شوند، این آزمایشها به شرح زیر می‌باشند.

۵-۶-۶-۱- آزمون کشش مفتولها

این آزمون باید بر روی مفتولها قبل از بافته شدن انجام شود. دستگاه کشش باید نیروی یکنواختی وارد کند و نباید سرعتی کمتر از ۲۵ و بیشتر از ۱۰۰ میلیمتر در دقیقه داشته باشد. هنگامی آزمایش صحیح است که دو طرف محل گسیختگی به صورت مخروطی شده باشد. در حالتی که امکان آزمایش بر روی مفتولها، پیش از بافته شدن نباشد می‌توان از مفتولهای تشکیل دهنده هادی استفاده کرد در این حالت نیروی گسیختگی باید در حدود ۹۲/۵ درصد مقادیر مندرج در جدول (۵) باشد.

۵-۶-۶-۲- 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 مورد آزمایش نباید شکسته شود.

۵-۶-۶-۳- اندازه گیری قطر مفتول

قطر مفتولها توسط دستگاه اندازه گیری با دقت ۰/۰۱ میلیمتر انجام می‌شود. اندازه گیری دو بار در یک قطعه از مفتول انجام پذیرفته و نتیجه اندازه گیری متوسط دو عدد می‌باشد. قطر مفتولها باید مطابق با

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۲۱

جدول (۵) بوده و محدوده تغییرات مجاز آن $\pm 1\%$ است.

۵-۶-۴-آزمون کشش هادی

این آزمون بر روی هادی توسط دستگاه کشش بر روی قطعه‌ای از هادی به طول ۵ متر انجام می‌شود. هنگامی نتیجه آزمون مثبت خواهد بود که گسیختگی حداقل در ۹۵ درصد نیروی گسیختگی مندرج در جدول (۷) اتفاق بیفتد.

۵-۶-۵-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 از مقادیر مندرج در جدول (۷) بیشتر باشد.

۵-۶-۶-اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی در واحد طول

مقاومت الکتریکی هادی و مفتول در واحد طول توسط وسایل اندازه‌گیری با دقت ده‌هزارم اهم در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و توسط جریان مستقیم اندازه‌گیری می‌گردد. مقدار بدست‌آمده نباید از مقادیر مندرج در جدول (۵) و (۷) بیشتر باشد. در حالتی که آزمایش در محیط‌های با دمای متفاوت با ۲۰ درجه سانتیگراد صورت پذیرد می‌توان از جدول (۸) ضریب تصحیح متناسب را بدست آورد و با ضرب آن در حاصل آزمایش، مقدار مقاومت در واحد طول را در ۲۰ درجه سانتیگراد بدست آورد.

۵-۶-۷-آزمون سطح خارجی

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

۵-۶-۸-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، این مقدار باید در محدوده‌های عنوان شده در جدول (۶) باشد.

جهت لایه‌ها نیز باید بررسی گردد، جهت لایه‌های پی‌درپی باید مخالف یکدیگر بوده و لایه آخر باید

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع	عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع		
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۲۲

راست گرد باشد.

جدول (۸) ضریب تصحیح مقاومت الکتریکی

ضریب تصحیح	دمای محیط آزمایش (درجه سانتیگراد)	ضریب تصحیح	دمای محیط آزمایش (درجه سانتیگراد)
۰/۹۸۸۶	۲۳	۱/۰۱۹۴	۱۵
۰/۹۸۶۸	۲۳/۵	۱/۰۱۷۴	۱۵/۵
۰/۹۸۵۰	۲۴	۱/۰۱۵۵	۱۶
۰/۹۸۳۱	۲۴/۵	۱/۰۱۳۵	۱۶/۵
۰/۹۸۱۳	۲۵	۱/۰۱۱۶	۱۷
۰/۹۷۹۵	۲۵/۵	۱/۰۰۹۶	۱۷/۵
۰/۹۷۷۷	۲۶	۱/۰۰۷۷	۱۸
۰/۹۷۵۸	۲۶/۵	۱/۰۰۵۷	۱۸/۵
۰/۹۷۴۰	۲۷	۱/۰۰۳۸	۱۹
۰/۹۷۲۲	۲۷/۵	۱/۰۰۱۹	۱۹/۵
۰/۹۷۰۴	۲۸	۱/۰۰۰۰	۲۰
۰/۹۶۸۶	۲۸/۵	۰/۹۹۸۱	۲۰/۵
۰/۹۶۶۸	۲۹	۰/۹۹۶۲	۲۱
۰/۹۶۵۱	۲۹/۵	۰/۹۹۴۳	۲۱/۵
۰/۹۶۳۳	۳۰	۰/۹۹۲۴	۲۲
		۰/۹۹۰۶	۲۲/۵

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۲۳

۵-۷- بسته‌بندی

سازنده باید هادیها را با استفاده از قرقره‌ای مقاوم در مقابل رطوبت هوا و صدمات مکانیکی،

بسته‌بندی نماید.

موارد زیر باید با استفاده از برچسب ضد رطوبت بر روی قرقره و در داخل آن درج شده باشد:

الف- نام کالا

ب- نام سازنده

پ- شماره سریال کارخانه

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

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

۶- مفتولهای مسی مورد استفاده برای اصلی کردن

۶-۱- جنس مفتول اصلی

مفتول اصلی باید از جنس مس نرم بوده و فاقد روکش باشد.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		تاریخ:	۱۳۷۶
		صفحه:	۲۴

یادآوری: از مفتولهای استفاده شده و کهنه نباید استفاده کرد.

۶-۲- سطح مقطع مفتولهای اصلی

سطح مقطع این مفتولها متناسب با قطر نهایی هادی مربوطه، مطابق با جدول (۹) انتخاب گردد.

جدول (۹) مفتولهای اصلی

وزن در واحد طول (گرم بر متر)	سطح مقطع مفتول اصلی (میلیمتر مربع)	سطح مقطع هادی خط‌هوایی (میلیمتر مربع)
۸۹	۱۰	۱۶
۸۹	۱۰	۲۵
۸۹	۱۰	۳۵
۱۴۲	۱۶	۵۰
۱۴۲	۱۶	۷۰

۶-۳- وزن در واحد طول

وزن مفتولهای مورد استفاده باید مطابق با مقادیر مشخص شده در جدول (۹) باشد. (مقادیر مذکور

تقریبی می‌باشند).

۶-۴- بسته‌بندی

سازنده باید مفتولها را با استفاده از قرقه‌ای مقاوم در مقابل رطوبت هوا و صدمات مکانیکی

بسته‌بندی نماید. موارد زیر باید با استفاده از برچسب ضد رطوبت بر روی قرقه و در داخل آن درج شده

باشد:

الف- نام کالا

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۲۵

ب- نام سازنده

پ- شماره سریال کارخانه

ت- شماره سفارش

ث- مقصد

ج- وزن ناخالص

چ- وزن خالص

ح- وزن قرقره

خ- شرایط نگهداری

همچنین باید دو برجسب دیگر از نوع برجسب فوق‌الذکر، به ابعادی که جلب نظر نماید و به مضمون "توجه: فقط برای اصلی کردن استفاده گردد"، بر روی قرقره و در داخل آن نصب شود.

۵-۶- گره‌بندی سیم مسی فشارضعیف

گره‌بندی سیم مسی فشارضعیف به مقره‌ها مطابق پیوست (ب) می‌باشد.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		تاریخ:	۱۳۷۶
		صفحه:	۲۶

پیوست الف- روش آزمون اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی هادیها

الف-۱- روش مشخص شده در این پیوست برای اندازه‌گیری مقاومت هادیهای فلزی با دقت $\pm 0/3$ درصد و برای هادیهای با مقاومت $0/00001$ اهم (۱۰ میکرواهم) یا بیشتر می‌باشد.

الف-۲- وسایل اندازه‌گیری

مقاومت توسط پل دوپل نوع کلونین اندازه‌گیری می‌شود، در صورت کمتر بودن مقاومت از یک اهم، از پتانسیومتر استفاده می‌شود، در حالی که مقدار مقاومت از یک اهم بیشتر باشد، ممکن است از پل وستون استفاده گردد.

الف-۳- نمونه مورد آزمون

الف-۳-۱- نمونه می‌تواند به صورت یک سیم، نوار، میله، شمش و یا به صورت قالب باشد، نمونه باید دارای سطح مقطع یکنواخت بوده و مقدار انحراف سطح مقطع در امتداد طول آن بیش از $0/75$ درصد نباشد، در صورت امکان سطح مقطع کاملاً نمایان باشد.

الف-۳-۲- نمونه تحت آزمون باید دارای این مشخصات باشد:

الف-۳-۲-۱- بین کتاکتهای دارای پتانسیل حداقل مقاومت $0/00001$ اهم یا ۱۰ میکرواهم موجود باشد.

الف-۳-۲-۲- طول قطعه مورد آزمون حداقل ۳۰ سانتیمتر باشد.

الف-۳-۲-۳- قطر، ضخامت، پهنا یا سایر ابعاد نمونه مناسب و باتوجه به محدودیتهای وسیله تشخیص مقاومت باشد.

الف-۳-۲-۴- سطح نمونه باید عاری از هرگونه ترك و فرسودگی که قابل تشخیص با چشم است، باشد و سطح آن اکسیدشده، کثیف یا دارای گریس نباشد.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۲۷

الف-۳-۲-۵- هیچ اتصال و مفصلی در آن وجود نداشته باشد.

الف-۴- رویه مورد آزمایش

الف-۴-۱- وزن و ابعاد قطعه مورد آزمون با وسایلی با دقت ± 0.05 درصد اندازه‌گیری شود، به هنگام استفاده از پتانسیومتر یا پل کلونین، بخاطر اطمینان از اندازه‌گیری طول بین کتاکت‌های تحت ولتاژ سطوح در تماس با نمونه بایستی تیز باشد.

الف-۴-۲- ابعاد سطح مقطع نمونه توسط میکرومتر اندازه‌گیری شود. تعداد اندازه‌گیریها باید کافی بوده تا سطح مقطع متوسط با دقت ± 0.1 درصد بدست آید. در صورتی که ابعاد نمونه از $2/5$ میلیمتر کمتر باشد و توسط وسایل اندازه‌گیری نتوان با دقت لازم سطح مقطع را مشخص کرد، سطح مقطع از وزن، چگالی و طول نمونه محاسبه می‌گردد.

الف-۴-۳- هنگامی که چگالی نمونه، مشخص نباشد، ابتدا نمونه در هوا توزین شده و سپس آن را در یک مایع با چگالی مشخص در دمای محیط قرار داده و از معادله زیر برای بدست آوردن چگالی استفاده می‌نمایند. (دقت شود که جابجایی اطراف نمونه به هنگام وزن کردن نمونه در مایع وجود نداشته باشد):

$$\delta = (W_a \times d) / (W_a - W_l) \quad (\text{الف-۱})$$

که در معادله فوق:

δ : چگالی نمونه برحسب g/cm^3

W_a : وزن نمونه در هوا برحسب گرم

W_l : وزن نمونه در مایع برحسب گرم

d : چگالی مایع در شرایط آزمون برحسب g/cm^3

الف-۴-۴- اطمینان حاصل شود که مقاومت رابط بین نمونه و مقاومت استاندارد از مقاومت استاندارد یا نمونه بطور قابل ملاحظه‌ای کمتر باشد در غیر این صورت باید از یک روش جبران‌کننده مناسب استفاده

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		تاریخ:	۱۳۷۶
		صفحه:	۲۸

گردد.

الف-۴-۵- مقاومت با دقت $\pm 0/15$ درصد اندازه‌گیری شود، برای حصول اطمینان از دقت در خواندن، اجازه داده شود تا دمای مقاومت استاندارد و مرجع و مقاومت نمونه به مقدار مساوی و برابر متوسط دمای محیط برسد. از آنجائیکه افزایش دما باعث گرم شدن رابطها شده لذا سعی شود که آزمایش در زمان کوتاه و با جریان کم صورت گیرد تا تغییر مقاومتها باعث خطای گالوانومتر نگردد. برای کم کردن خطا عمل خواندن دو بار، یک بار بطور مستقیم و بار دیگر با معکوس کردن جریان و بطور غیرمستقیم انجام شود، سپس آزمایش با تعویض سرهای نمونه تکرار گردد، برای داشتن جریان مناسب در نقاط اتصال لازم است که سطح نمونه کاملاً تمیز باشد.

الف-۴-۶- تصحیح دما

هنگامی که اندازه‌گیری در دمایی بجز دمای مرجع انجام گیرد، مقاومت توسط فرمول زیر تصحیح

می‌گردد:

$$R_T = \frac{R_t}{1 + \alpha_T (t - T)}$$

R_T : مقاومت در دمای مرجع T

R_t : مقاومت در دمای t

α_T : ضریب مقاومت نمونه در دمای T

T: دمای مرجع

t: دمایی که اندازه‌گیری در آن انجام می‌شود.

توجه: α_T در معادله فوق با هدایت و دما تغییر می‌کند، برای مس با هدایت ۱۰۰ درصد و دمای

۲۰ درجه سانتیگراد مقدار آن برابر $0/00393$ می‌باشد، مقادیر در سایر دماها و سایر هدایتها از کتب

مرجع بدست می‌آید.

عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع

صفحه: ۲۹

۱۳۷۶

تاریخ:

دفتر معاونت تحقیقات و تکنولوژی

الف-۴-۷- گزارش

الف-۴-۷-۱- برای قضاوت در مورد آزمونها، اطلاعات زیر باید گزارش شود:

الف-۴-۷-۱-۱- مشخصات نمونه مورد آزمون

الف-۴-۷-۱-۲- نوع ماده

الف-۴-۷-۱-۳- دمای مورد آزمون

الف-۴-۷-۱-۴- طول نمونه مورد آزمون

الف-۴-۷-۱-۵- روش بدست آوردن سطح مقطع:

الف-۴-۷-۱-۵-۱- در صورت استفاده از ریزسنج توسط قطر قرائت شده

الف-۴-۷-۱-۵-۲- با وزن کردن (ثبت طول، وزن، چگالی و محاسبه سطح مقطع)

الف-۴-۷-۱-۶- وزن در صورت استفاده

الف-۴-۷-۱-۷- روش اندازه گیری مقاومت

الف-۴-۷-۱-۸- مقدار مقاومت

الف-۴-۷-۱-۹- دمای مرجع

الف-۴-۷-۱-۱۰- محاسبه هدایت در دمای مرجع

الف-۴-۷-۱-۱۱- رفتار گرمایی و مکانیکی (هنگامی که هدایت ماده به آن بستگی داشته باشد).

عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع

صفحه: ۳۰

۱۳۷۶

تاریخ:

معاونت تحقیقات و تکنولوژی

پیوست ب- گره‌بندی (اصلی کردن) هادیهای به‌کاررفته در شبکه توزیع

بستن هادیها به مقره به دو صورت زیر انجام می‌شود:

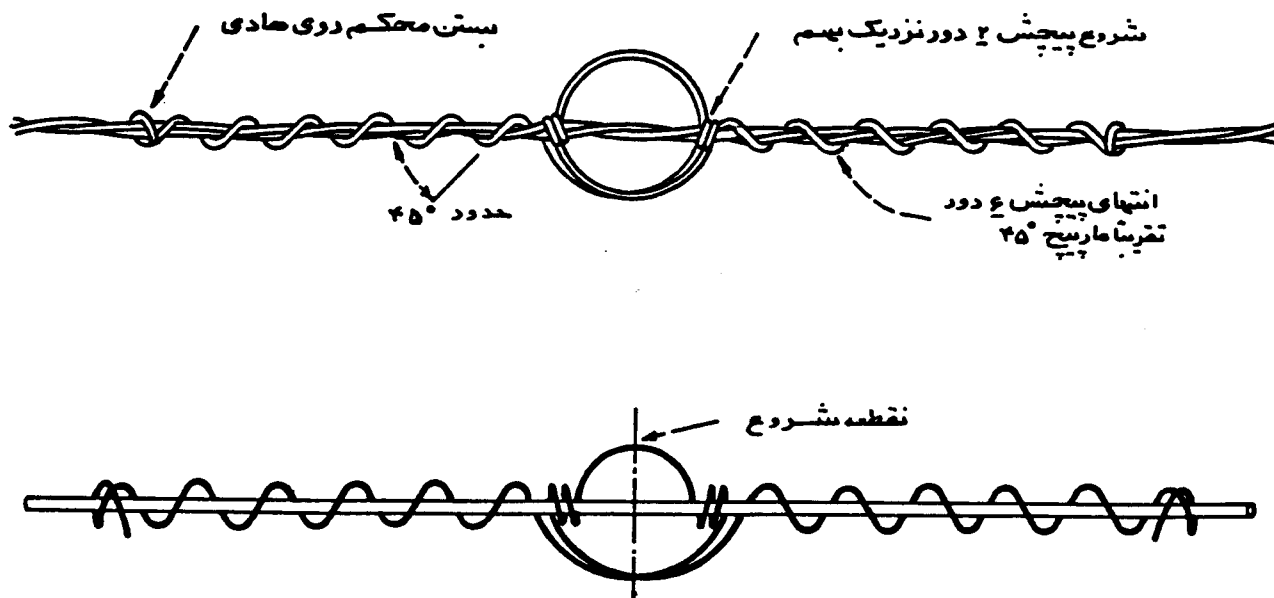
- بستن هادی بر روی مقره

- بستن هادی به کنار مقره

ب-۱- گره‌بندی هادیهای فاقد آرموراد

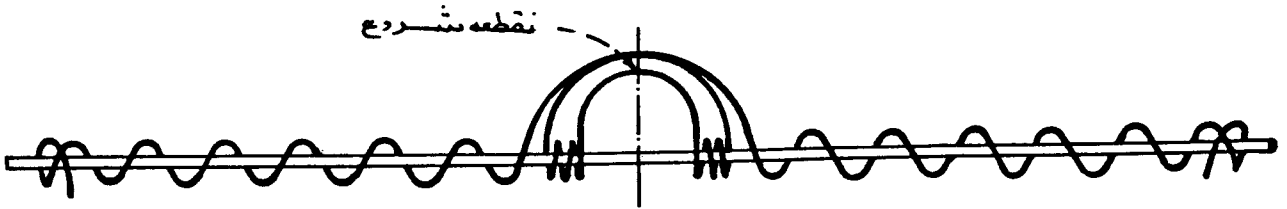
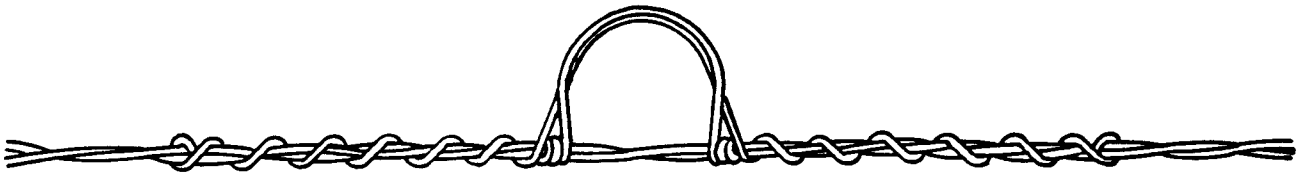
روش بستن هادی بر روی مقره مطابق شکل (ب-۱) و چگونگی بستن هادی به کنار مقره مطابق

شکل (ب-۲) می‌باشد.



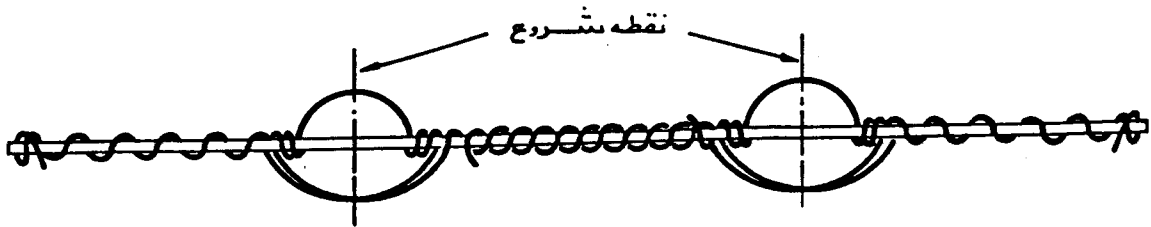
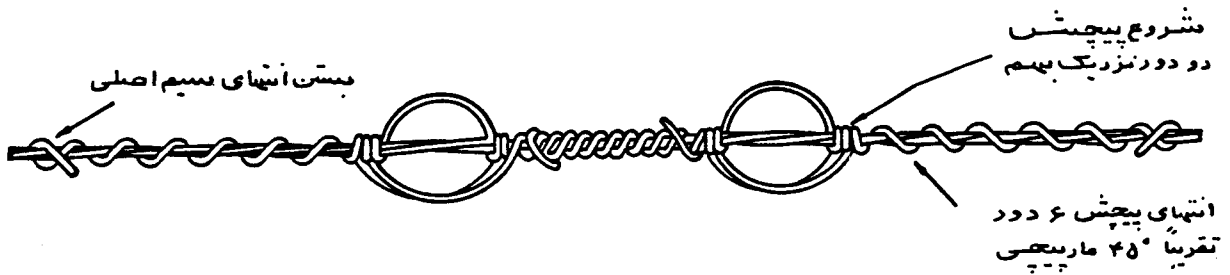
شکل (ب-۱) چگونگی بستن هادی بر روی مقره سوزنی

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۳۱



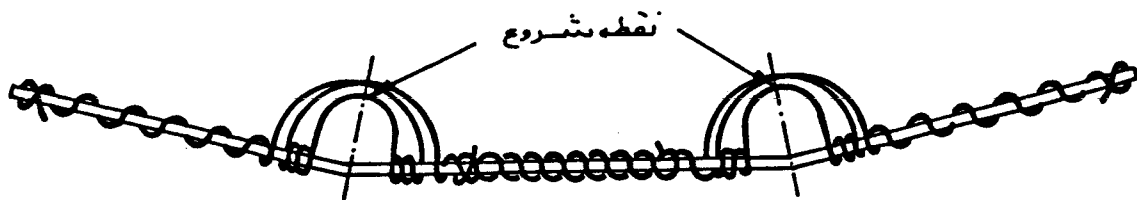
شکل (ب-۲) چگونگی بستن هادی به کنار مقره سوزنی

در صورت وجود دو مقره سوزنی روش بستن هادی به مقره مطابق شکل‌های (ب-۳) و (ب-۴) می‌باشد.



شکل (ب-۳) چگونگی بستن هادی بر روی دو مقره سوزنی

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۳۲



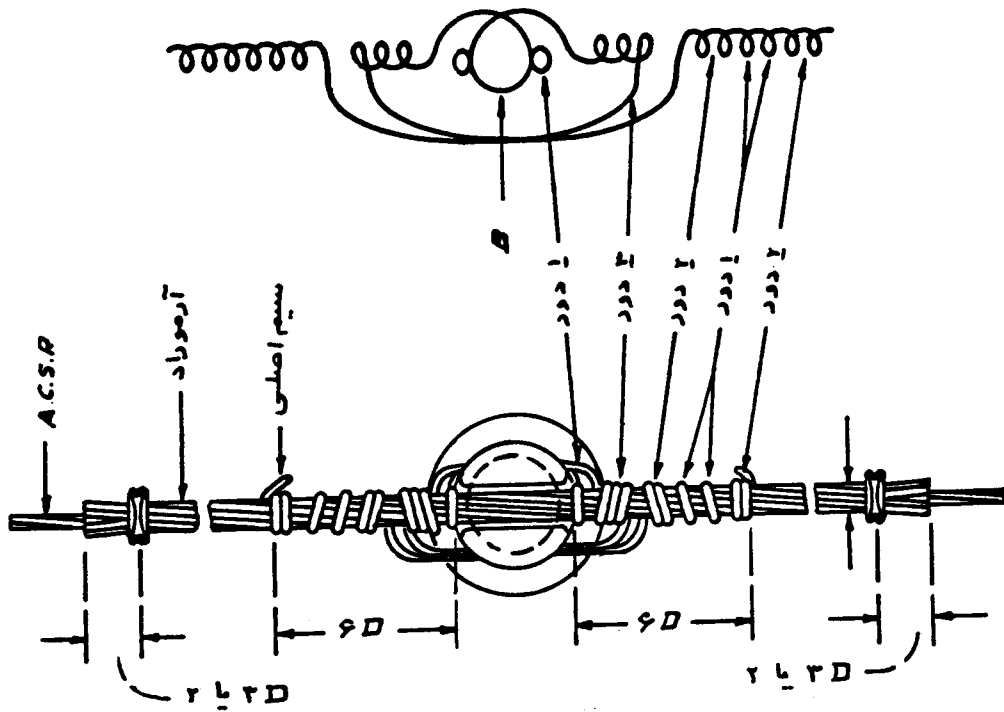
شکل (ب-۴) چگونگی بستن هادی به کنار دو مقره سوزنی

ب-۲- گره‌بندی هادیهای آرمورادار

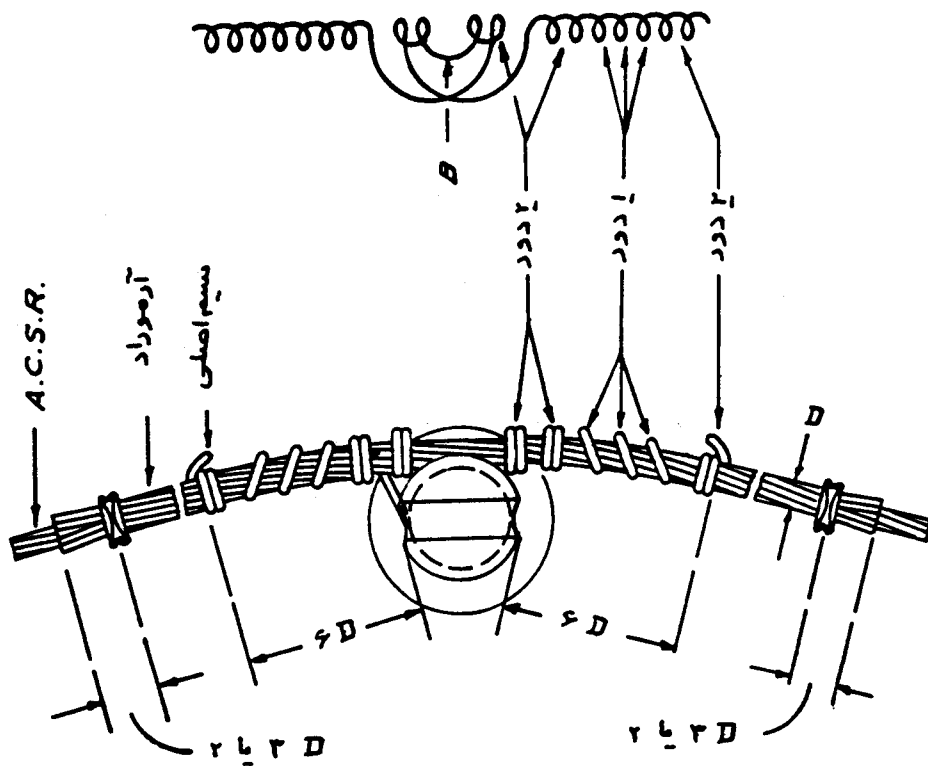
در صورت استفاده از آرموراد چگونگی بستن هادیها به مقره مطابق شکل‌های (ب-۵) تا (ب-۸)

می‌باشد.

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۳۳

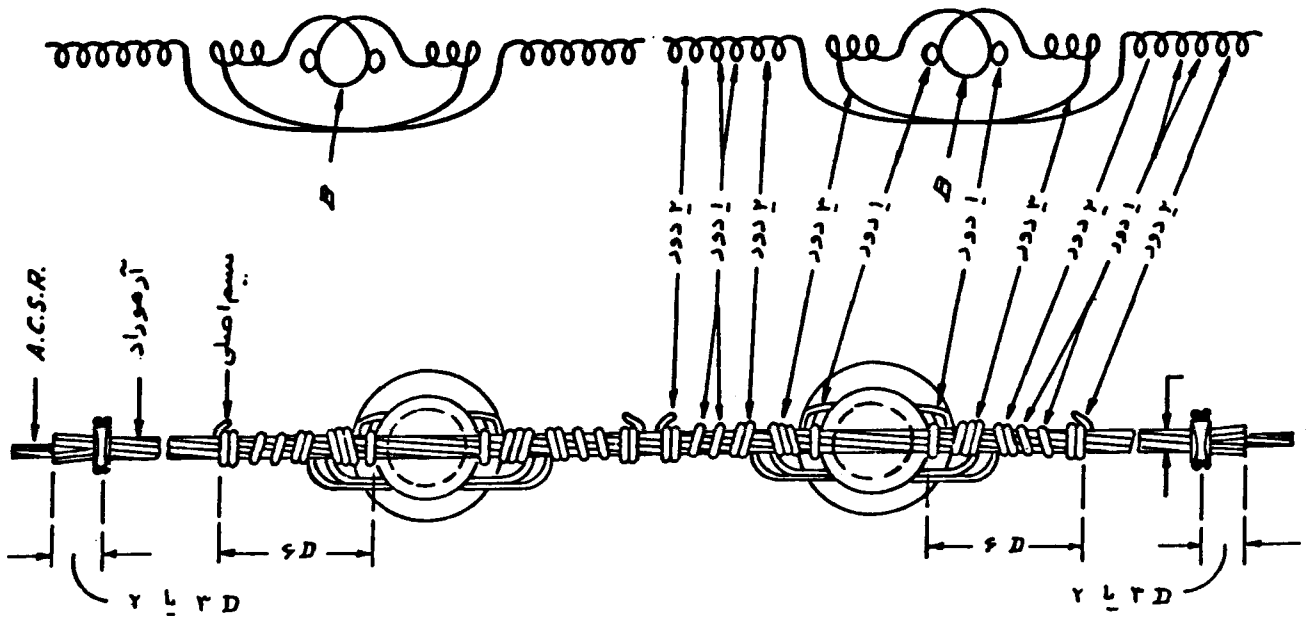


شکل (ب-۵) چگونگی بستن هادی بر روی مقره سوزنی با وجود آرموراد

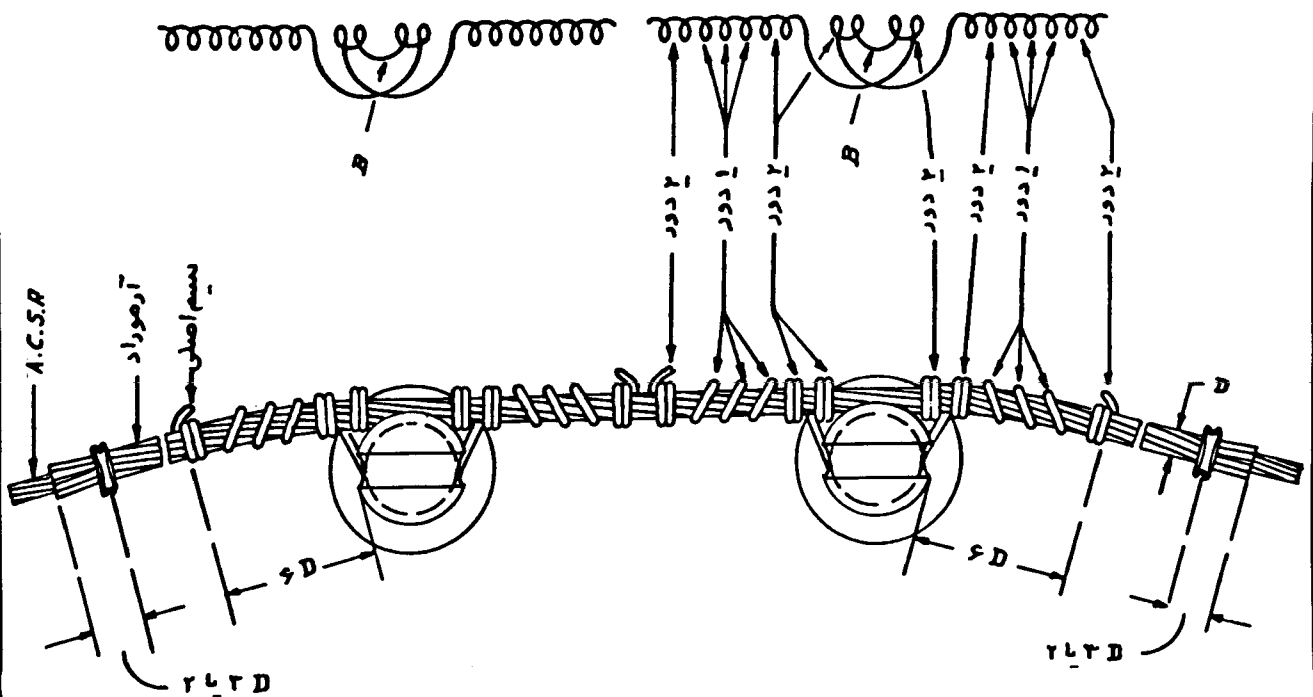


شکل (ب-۶) چگونگی بستن هادی به کنار مقره سوزنی با وجود آرموراد

عنوان کل : استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء : جلد پنجم : هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی		تاریخ :	صفحه : ۳۴
		۱۳۷۶	



شکل (ب-۷) چگونگی بستن هادی بر روی دو مقره سوزنی با وجود آرموراد



شکل (ب-۸) چگونگی بستن هادی به کنار دو مقره سوزنی با وجود آرموراد

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۳۵

پیوست پ- ظرفیت جریان‌دهی هادیهای آلومینیوم فولاد

میزان حداکثر جریان مجاز عبوری از یک هادی باتوجه به حد حرارتی هادی تعیین می‌گردد. حرارت ایجادشده در یک هادی خط هوایی به دو عامل بستگی دارد، عامل اول جذب حرارت توسط آفتاب و عامل دوم تلف حرارتی RI^2 می‌باشد، حرارت جذب‌شده توسط آفتاب به ضریب تشعشع خورشیدی و قطر هادی و نیز ضریب دیگری که غلظت تشعشع را بر حسب وات بر واحد سطح نشان می‌دهد، بستگی دارد. حرارت ایجادشده در هادی توسط دو روش کنوکسیون و روش تشعشع از سطح هادی به محیط اطراف انتقال می‌یابد. در انتقال حرارت از روش کنوکسیون، فشار هوا، سرعت باد، قطر هادی و درجه حرارت متوسط هادی و هوا عامل تعیین‌کننده می‌باشند و در انتقال حرارت از روش تشعشع، درجه حرارت محیط و درجه حرارت هادی و ضریب صدور نسبی هادی از عوامل مهم می‌باشند.

باتوجه به مقدمه فوق برای تغییرات دمای محیط از صفر تا ۶۰ درجه سانتیگراد حداکثر جریان مجاز

هادی باتوجه به شرایط زیر برای هادیهای ACSR محاسبه شده است.

- حداکثر دمای مجاز هادی ۷۵ درجه سانتیگراد

- فشار هوا ۰/۹۵ اتمسفر

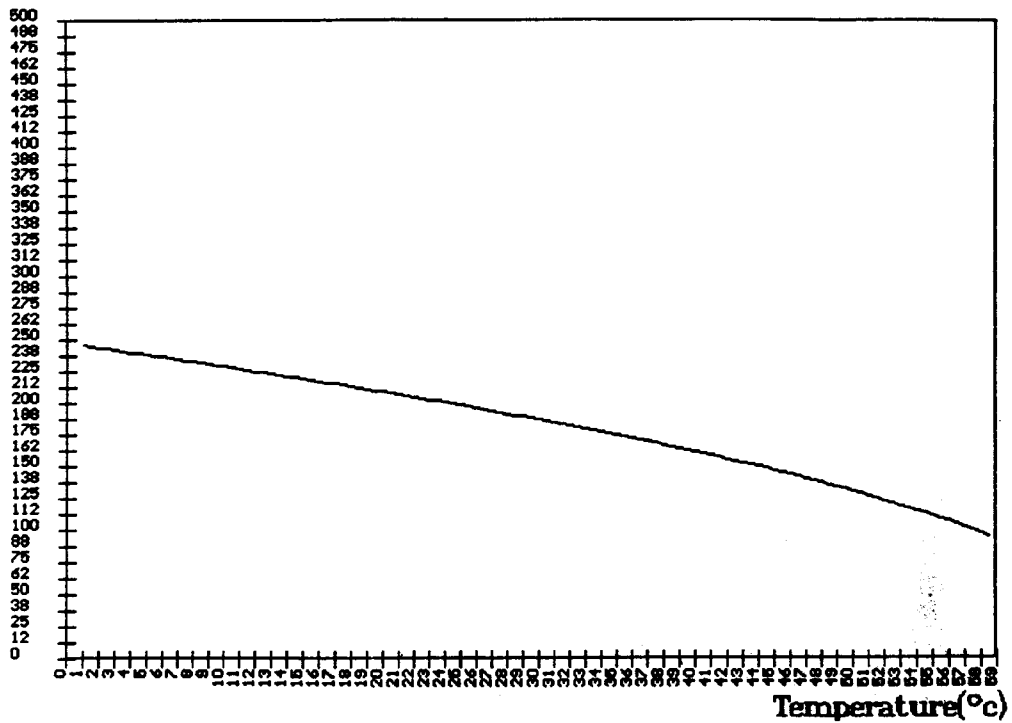
- سرعت باد ۶۰ سانتیمتر بر ثانیه

- مقاومت و قطر هادی براساس جدول (۳)

نتایج محاسبات به صورت منحنیهای در شکل‌های (پ-۱) تا (پ-۴) آمده است.

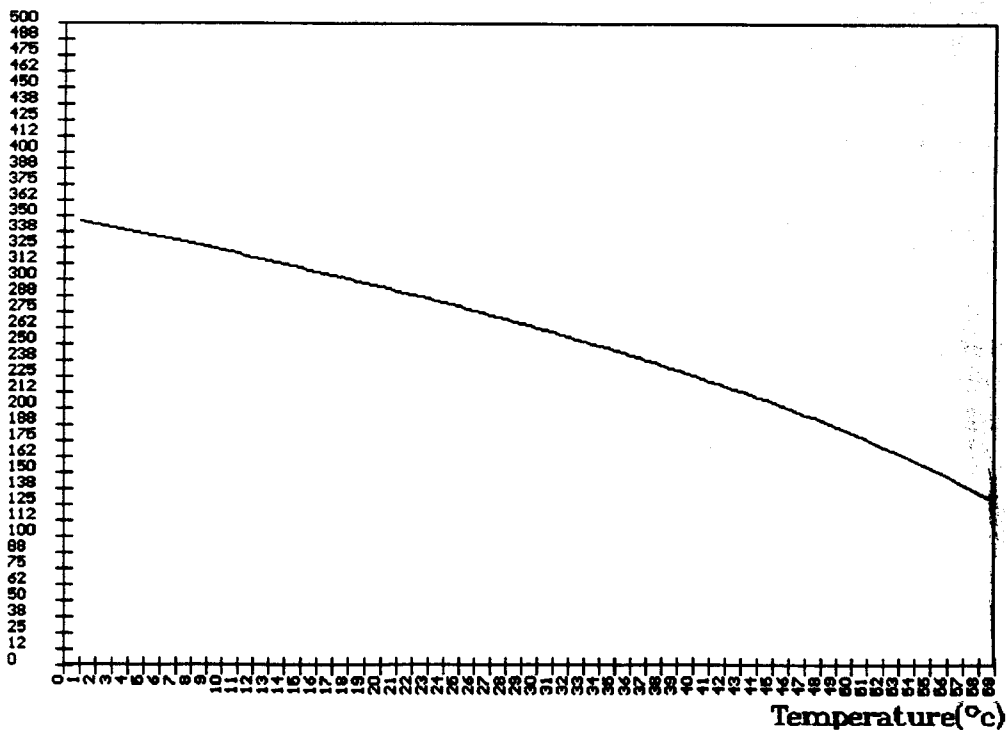
عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیا و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۳۶

Current(A)



شکل (پ-۱) منحنی تغییرات جریان مجاز هادی فاکس نسبت به تغییرات دمای محیط

Current(A)



شکل (پ-۲) منحنی تغییرات جریان مجاز هادی مینک نسبت به تغییرات دمای محیط

عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع

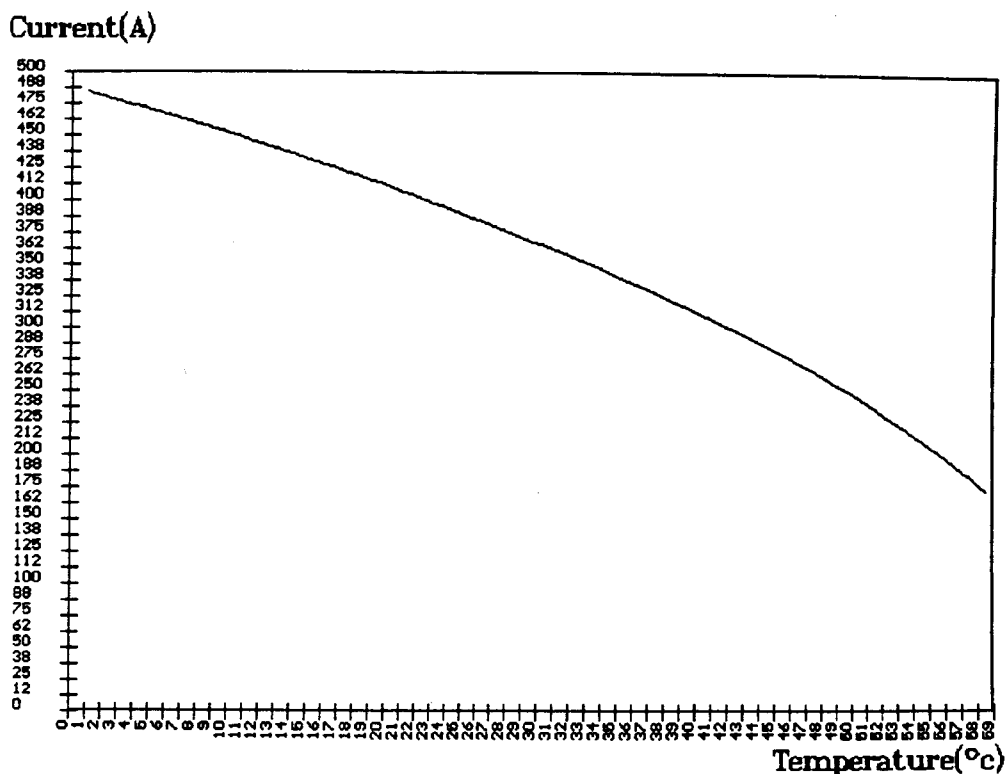
عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع

صفحه: ۳۷

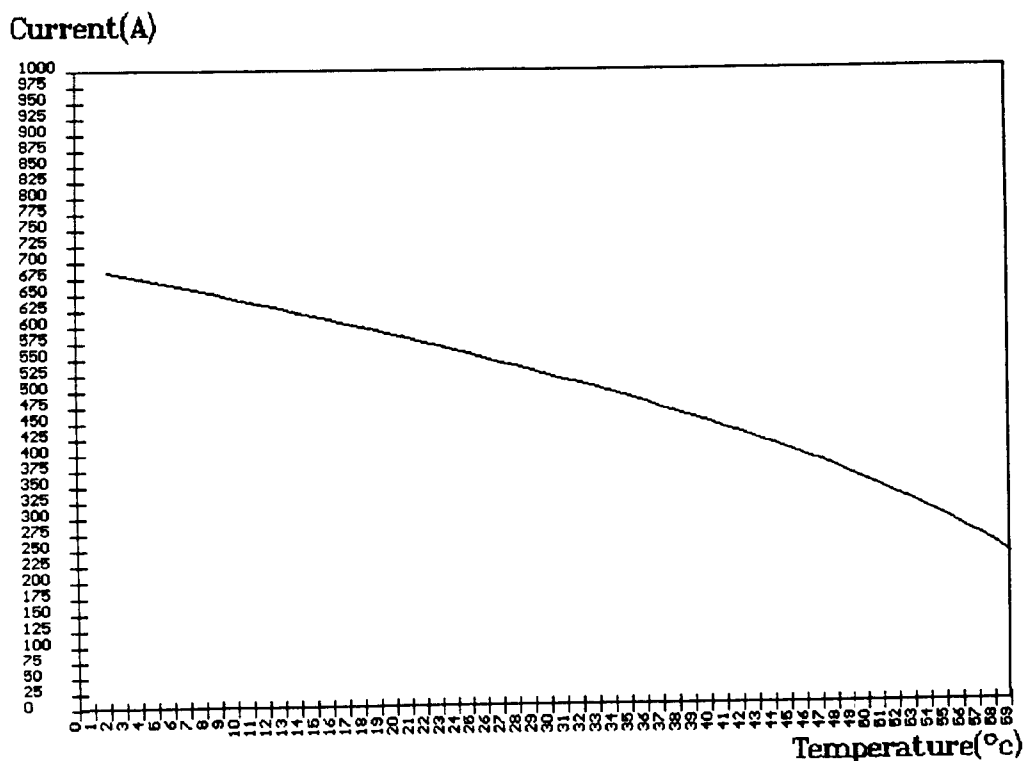
۱۳۷۶

تاریخ:

معاونت تحقیقات و تکنولوژی



شکل (ب-۳) منحنی تغییرات جریان مجاز هادی هاینبا نسبت به تغییرات دمای محیط



شکل (ب-۴) منحنی تغییرات جریان مجاز هادی لینکس نسبت به تغییرات دمای محیط

عنوان کل: استاندارد خطوط هوایی توزیع		عنوان جزء: جلد پنجم: هادیها و مفتولهای خطوط هوایی توزیع	
معاونت تحقیقات و تکنولوژی	تاریخ:	۱۳۷۶	صفحه: ۳۸



