جمهوری اسلامی ایران

وزارت نیرو

اموربرق

شرکت سهامی تولید وانتقال نیروی برق ایران
(توانیر)

معاونت تحقیقات و تکنولوژی

دفتر استانداردها

استاندارد جامع مهندسی و طراحی خطوط انتقال نیروی برق ایران
آئین نامه و استاندارد انتخاب زنجیره مقره و یراق آلات
خطوط هوائی انتقال انرژی

تدوین کننده : شرکت سهامی خدمات مهندسی برق (مشانیر)

دپارتمان تحقیقات و استانداردها

نگارش اول فروردین ۱۳۷۸

آدرس : تهران میدان ونک ـ خیابان شهید عباسپور ـ ساختمان مرکزی توانیر

صندوق پستی ٦٤٦٧ ـ١٤١٥٥ تلفن :٢١٤٢٤٩٦ فاکس : ٨٧٩٧٧٦٧

پیشگفتار

بنام خدا

درادامه موضوع تهیه استاندارد مهندسی وطراحی جامع خطوط انتقال، در اینجا دستور العمل انتخاب زنجیره مقره و یراق آلات خطوط هوایی انتقال انرژی ارائه میگردد.

مجموعه زنجیره مقره ویراق آلات متعلقه آن بلحاظ نگهداری هادیهای خط و حفظ فاصله عایقی لازم بین هادی وبدنه برج در شرایط مختلف بارگذاری ، از اهمیت ویژه ای برخوردار میباشد.

از سوی دیگر با انتخاب ترکیب وشکل مناسبی برای زنجیره مقره های خط میتوان ضمن تأمین مقاومت الکتریکی ومکانیکی مورد نیاز، از هزینه های تهیه واجرای خط (بعلت کاهش حریم مورد نیاز) بمیزان قابل توجهی کاست.

دراینجا ضمن شناخت ویژگیها ، مزایا ومعایب زنجیره مقـره های موجود مـتداول ، با مشخصه هایی که بایستی درانتخاب یراق آلات خطوط انتقال انرژی مدنظر قرار گیرند نیزآشنا خواهید شد.

منابع مورد استفاده در تهیه این دستور العمل عبارتند از :

۱- گزارشات فنی و دستور العمل های مورد استفاده در شرکت مشانیر

2- Technical guide-NGK insulators LTD
(Cat. No.91)

امیداست تهیه این دستورالعمل درجهت طراحی بهینه خطوط انتقال انرژی کشور، ارتقای کیفیت طراحی و ایجاد هماهنگی بیشتر بین طراحان مربوطه وهمچنین بهبود کیفیت محصولات تولیدی مثمرثمر واقع گردد.

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
۱- هدف ودامنه کاربرد	۱
۲- انواع زنجیره مقره	۲
۲-۱- زنجیره مقره آویزی (Suspension Insulator String)	۴
۲-۱-۱- زنجیره مقره آویزی "I" شکل (Single"I" Insulator String)	۴
۲-۱-۲- زنجیره مقره آویزی "II"شکل (Double"I" Insulator String)	۶
۲-۱-۳- زنجیره مقره آویزی "V" شکل متقارن (Symmetrical"V" Insulator String)	۹
۲-۱-۴- زنجیره مقره آویزی "V" شکل نامتقارن (Assymmetrical"V" Insulstor String)	۱۰
۲-۱-۵- زنجیره مقره آویزی "V" شکل دوبل (Double "V" Insulator String)	۱۲
۲-۲- زنجیره مقره کششی (Tension Insulator String)	۱۴
۲-۲-۱- زنجیره مقره کششی "I" شکل (Single"I" Insulator String)	۱۴
۲-۲-۲- زنجیره مقره کششی "II" شکل (Double"I" Insulator String)	۱۵
۲-۲-۳- زنجیره مقره کششی "III" شکل (Triple"I" Insulator String)	۱۸
۲-۳- زنجیره مقره جامپر (Jumper Insulator String)	۱۸

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
۳- یراق آلات خطوط انتقال انرژی	۲۱
۳-۱- مشخصات کلی	۲۱
۳-۲- انواع اتصالات	۲۶
۳-۲-۱- یراق آلات آماده نصب	۲۶
۳-۲-۲- یراق آلات نیمه آماده	۲۶
۳-۳- روشهای عمومی تولید	۲۹
۳-۴- مواد مورد استفاده	۳۳

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

۱ـ هدف ودامنه کاربرد :

هدف از تهیه این دستورالعمل شناخت ویژگیهای انواع زنجیره مقره متداول ونهایتاً انتخاب مناسبترین گزینه در طراحی خطوط انتقال انرژی میباشد. همچنین در ادامه با ویژگیهای عمومی یراق آلات وملاك مقبولیت و نهایتاً انتخاب یراق آلات مناسب آشنا خواهید شد.

دامنه کاربرداین دستورالعمل منحصر به زنجیره مقره های معمولی و متعارف (Cap & Pin) بوده و زنجیره های ویژه مانند انواع Long Rod، پلیمری و.... را شامل نمیشود.

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

۲ـ انواع زنجیره مقره :

در یك تقسیم بندی کلی میتوان انواع زنجیره مقره خط رادر سه دسته اصلی زیر طبقه بندی نمود:

الف ـ زنجیره مقره آویزی (Suspension Insulator String).

ب ـ زنجیره مقره کششی (Tension Insulator String).

ج ـ زنجیره مقره جامپر (Jumper Insulator String).

بهنگام طراحی مکانیکال جهت تعیین شکل و نوع زنجیره مقره یك خط انتقال انرژی ،بایستی نتایج محاسبات بارگذاری (Loading) مربوط به شرایط بارگذاری منطقه عبورخط مورد توجه قرار گیرد. این شرایط را میتوان شامل بارهای عادی (Normal) ازقبیل وزن هادی، زاویه افقی، اختلاف سطح، فشار باد، یخ و برف وهمچنین بارهای غیر عادی (Abnormal) ازقبیل بوران، پدیده گالوپینگ، پارگی هادی خط وپارگی زنجیره مقره دانست .

همانگونه که ملاحظه میشود هنگام انتخاب زنجیره مقره داشتن نیروهای بارگذاری ضروریست وبایستی این نیروها قبلاً محاسبه شده ودر جدولی پیش روی ما باشد. لیکن در اینجا جهت یادآوری ، روابطی که درمحاسبه نیروهای عادی مورد استفاده قرار میگیرد نیز معرفی خواهند شد. لازم بذکر است که نیروهای دینامیکی در ضرایب اطمینان(S.F) گنجانده شده و بصورت جداگانه محاسبه نمی گردد.

تذکر : شکل وتعداد مقره بایستی قبلاً درمحاسبات مربوط به ایزولاسیون خط مشخص شده باشد. همچنین فاصله بین شاخك های برقگیر طرفین زنجیره مقره نیز دربخش محاسبات ایزولاسیون خط تعیین می گردد.

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

الف ـ نیروهای عمودی یا قائم (Vertical Loads):

نیروها درآن بصورت عمودی (بطرف پائین) و عمدتاً ناشی از نیروهای وزنی بوده و نحوه محاسبه آن در بند (۲ـ۱) " دستورالعمل بارگذاری برجهای خطوط انتقال نیرو" آمده است .

ب ـ نیروهای افقی (Transversal Loads):

که درآن نیروها بصورت افقی بوده وعمدتا" ترکیبی از نیرو های ناشی از باد وزاویه دار بودن خط است و نحوه محاسبه آن دربند (۲ـ۲) " دستورالعمل بارگذاری برجهای خطوط انتقال نیرو " آمده است.

ج ـ نیروهای طولی (Longitudinal Loads) :

نیروی طولی حاصل از اختلاف مولفه طولی نیروی کشش سیم در دو اسپن مجاور برج میباشد. این نیرو ها درامتداد هادی بوده و نحوه محاسبه آن در بند (۲ـ۳) "دستور العمل بارگذاری برجهای خطوط انتقال نیرو " آمده است .

درمورد زنجیره های کششی نیز تنها بایستی نیروی کشش هادی را با اعمال ضرایب ایمنی لازم (S.F) مدنظر داشت.

درادامه ضمن بررسی مشخصات هریك از انواع زنجیره های فوق ، چگونگی انتخاب مناسبترین نوع زنجیره در طراحی یك خط انتقال نیرو بیان میگردد.

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

همانگونه که از نام آن پیداست، زنجیره مقره (و یراق آلات مربوطه) از نقطه یا نقاطی از برج آویزان میگردد. در زنجیره آویزی برآیند نیروهای وارد بر هادی از طریق زنجیره به برج منتقل میگرددو دارای شکلهای متفاوتی بصورت زیر میباشد .

۱ـ۱ـ۲ـ زنجیره مقره آویزی "I" شکل (Single"I" Insulator String) :

زنجیره مقره دراین حالت بصورت عمودی واصطلاحاًبشکل حرف "I" میباشد. درمیان انواع زنجیره های آویزی این شکل از زنجیره مقره بیش از همه متداول است وبطور وسیعی در ولتاژهای توزیع (< 63 kv) ، ولتاژهای فوق توزیع (63,132 kv) و ولتاژهای انتقال کشور (غالباً 230 kv) کاربرد دارد.

دراین نوع زنجیره برآیند نیروهای وارد بر هادی از طریق زنجیره "I" به برج منتقل میگردد. برآیند نیروها را میتوان بکمك رابطه زیر محاسبه نمود:

$$P=\sqrt{(V)^2 + (T)^2 + (L)^2} \qquad (1)$$

که در آن :

P: برآیند نیروهای وارد برج از طرف زنجیره

V: برآیند نیروهای عمودی

T: برآیند نیروهای افقی

L: برآیند نیروهای طولی میباشد.

اکنون با اعمال ضریب اطمینان مورد نظر (S.F) که بستگی به اهمیت خط و شرایط منطقه دارد و حداقل برابر با 2.5 میباشد ،میتوان حداقل مقاومت مکانیکی مقره (که همان مقاومت مکانیکی زنجیره بوده و یراق آلات مربوطه نیز باید از این نیرو تبعیت نمایند) را بدست آورد که این نیروی مقاوم مقره

معمولاً با M & E نمایش داده میشود. بنابراین بایستی رابطه زیر برقرار باشد:

$$M \& E \geq (P)\ (S.F) \qquad (2)$$

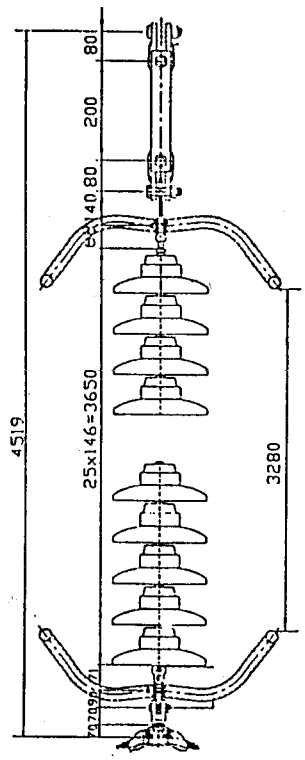
بعنوان مثال درصورتیکه برآیند نیروهای وارد بر برج 4500 کیلوگرم باشد وضریب اطمینان زنجیره مقره را 2.5 منظور نمائیم خواهیم داشت :

$$4500 \times 2.5 = 11250\ (kg)$$

$$M \& E \geq 11250\ (kg)$$

بنابراین میتوان از میان انواع مقره های موجود ، نزدیکترین را به نیروی مورد نظر ، مثلاً نوع استاندارد 12(ton) (یا 120 KN) بتعدادی که از محاسبات ایزولاسیون بدست آمده ، بشکل "I" استفاده نمود. در اینصورت ضریب اطمینان نیز به عدد 2.67 خواهد رسید. شکل زیر نمونه ای از زنجیره نوع "I" را نشان میدهد.

C:\wpfn\khat\report\estandard.76



شکل شماره (۱)

۲ـ۱ـ۲ـ زنجیره مقره آویزی "II" شکل (Double"I" Insulator String):

کاربرد این نوع زنجیره مقره کاملاً مشابه زنجیره "I" است با این تفاوت که در اینجا جهت تأمین نیروی مقاوم بالاتر، زنجیره دوبل مورد استفاده قرارمیگیرد. بعنوان مثال در زنجیره آویزی خطوط انتقال 400 kv بدلیل بالابودن برآیند نیروهای موجود روی زنجیره (بعلت قطر زیاد هادی و افزایش تعداد هادیها بصورت باندل) ، اغلب استفاده از زنجیره نوع "I" امکان پذیر نبوده و بایستی زنجیره نوع "II"

و یا انواع دیگر بکار برد تا با اینکار نیروهای موجود بین شاخه های زنجیره مقره تقسیم شود.

گاهی نیز (خصوصاً در شرایط ویژه کشورما) بلحاظ استفاده از مقره های تولید داخل وبدلیل در اختیار نداشتن مقره های با مقاومت مکانیکی بالاتر، از چند شاخه زنجیره مقره موازی جهت حصول به مقاومت مکانیکی مورد نیاز استفاده میگردد.

بعنوان نمونه همانطور که در مثال قبلی ذکر شد جهت تأمین نیروی (Kg) 11250 از یك زنجیره "I" با نیروی (Ton) 12 استفاده گردید. حال اگر به هر دلیل ممکن تنها مقره های (Ton)7 در دسترس باشد و بناچار بایستی از آن استفاده گردد، میتوان از مقره های (Ton)7 بشکل "II" درهمان پروژه قبلی استفاده نمود. با اینکار مزایای دیگری نیز بصورت زیر حاصل میگردد:

الف ـ افزایش ضریب اطمینان کلی :

ضریب اطمینان کلی از 2.67 به 3.1={ 4500 / (7000 × 2)} افزایش می یابد .

ب ـ ضریب اطمینان زنجیره وخط بالا میرود:

درحالت قبل ، پارگی زنجیره مقره منجر به سقوط هادی واحتمالا" پاره شدن هادی وقطع شبکه میگردید. حال آنکه درصورت استفاده از زنجیره "II"، بروز پارگی احتمالی دریك شاخه از زنجیره منجر به سقوط هادی نشده و زنجیره موازی دیگر با تحمل مقداری افزایش بار، درمقابل نیروهای موجود مقاومت میکند وخط پایداری خود را حفظ می نماید.

ج ـ استفاده از مقره های موجود :

این فاکتور نیز در کشور ما دارای اهمیت زیادیست و با استفاده از مقره های موجود ، نیاز به استفاده از مقره های با مقاومت بالاتر که عمدتاً خارجی بوده و منجر به خروج ارز میگردد منتفی خواهد شد.

بطور کلی شرط استفاده از زنجیره های مقره آویزی نوع "I" و "II" (و یااحتمالا" زنجیره با شاخه های بیشتر) را میتوان بکمك رابطه زیر بیان نمود. بطوریکه حداقل نیروی مقاوم زنجیره مقره (P) در رابطه

زیر صدق نماید.

$$\sqrt{(V+W_i)^2+(T+H_i)^2} \leq \frac{P}{S.F} \times \frac{1}{N} \qquad (3)$$

که درآن :

W_i : وزن زنجیره مقره (kg)

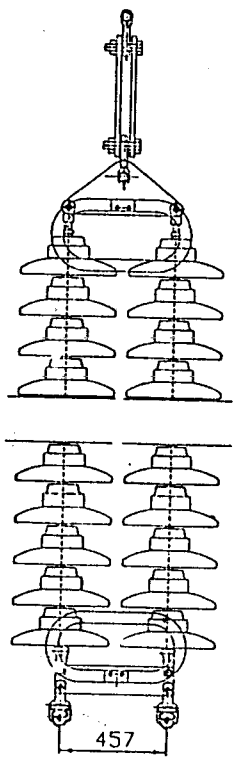
H_i : نیروی حاصل از فشار باد روی زنجیره (kg)

P : حداقل نیروی مقاوم زنجیره مقره (kg)

S.F : ضریب اطمینان

و N : تعداد هادی در هر باندل میباشد.

شکل زیر نمونه ای از زنجیره نوع "II" را نشان میدهد.



شکل شماره (۲)

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

۳ـ۱ـ۲ـ زنجیره مقره آویزی "V" شکل متقارن
(Symmetrical "V" Insulator String)

بمنظور کاهش باند مسیر عبور خطوط انتقال انرژی ، زنجیره "V" شکل متقارن طراحی گردیده ومورد استفاده قرار میگیرد. این کاربرد در خطوط با ولتاژ بسیار بالا(Extra High Voltage) دائمادر حال افزایش است و بیشتر توصیه میگردد. مزایای بسیار حاصل از کاربرد زنجیره نوع "V" در ولتاژهای بالا قیمت بالاتر این نوع زنجیره را در مقایسه با زنجیره نوع "I" توجیه نموده و به همین علت در کشور ما نیز همانند بسیاری از کشورهای جهان استفاده از آن هر روز دامنه گسترده تری می یابد.

ازمزایای زنجیره "V" نوسان افقی بسیار ناچیز زنجیره دراثروزش باد، کنترل فاصله ایمنی (کلیرنس) بین هادی وبرج، جذب آلودگی کمتر روی مقره وهمچنین انحراف مسیر برقراری جرقه ازدوسرزنجیره به فاصله هوایی را میتوان نام برد.

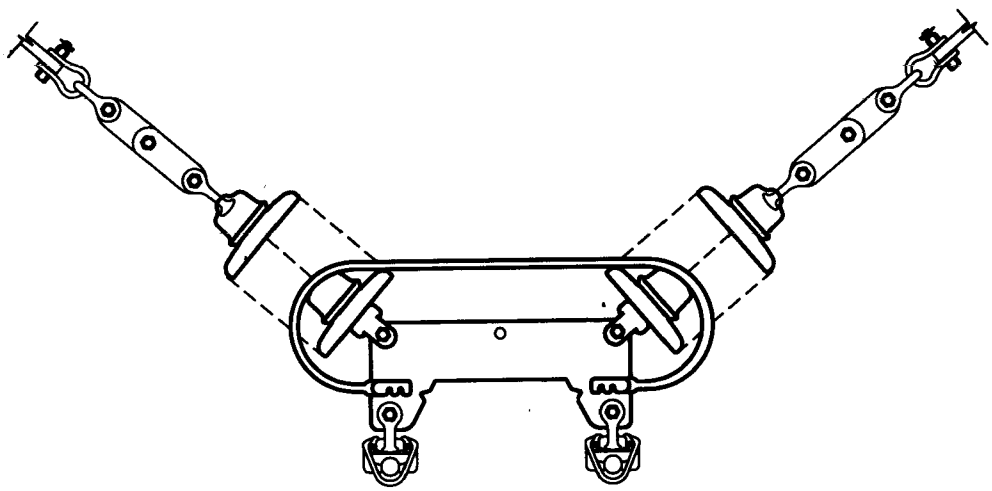
براساس پیشنهاد شرکت NGK ژاپن (Technical guide - NGK Insulators)بهنگام طراحی واستفاده اززنجیره "V" شکل بایستی به دو شرط اساسی زیر توجه نمود:

۱ـ وقتی آرایش زنجیره آویزی به فرم "V" باشد درابتدا زنجیره به فرم یك منحنی سهمی شکل تشکیل خواهدشد. برای تغییر شکل آن ازمنحنی به شکل "V" نیازبه حداقل نیروی عمودی ۵۰۰ کیلوگرم میباشد. بهنگام طراحی بایستی شرط فوق راکنترل نمود:

۲ـ هنگامیکه نسبت مجموع نیروهای افقی (T) به نیروهای عمودی (V) بیشتراز (1/2) باشد نقطه تکیه گاه هادی بشدت بحرکت درخواهدآمد. سرعت باد دراین حالت (m/s) 20 درنظرگرفته میشود . این حالت رابایستی بهنگام طراحی بررسی نموده و از بروز آن جلوگیری بعمل آورد :

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

شکل شماره (۳) نمایی شماتیك اززنجیره مقره "V" شکل رانشان میدهد.



شکل شماره (۳)

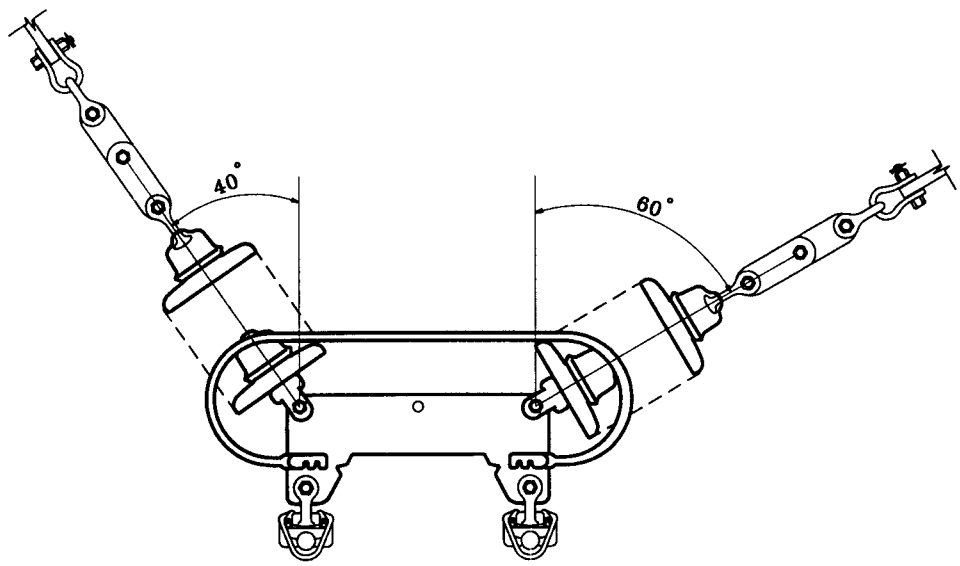
٤ـ۱ـ۲ـ زنجیره مقره آویزی "V" شکل نامتقارن
(Assymmetrical "V" Insulator string)

بهترین مقدار برای زاویه داخلی (سمت هادی) زنجیره "V" شکل متقارن ۹۰ یا ۱۰۰ درجه است بطوریکه نیمسازآن، دو زاویه مساوی ۴۵ یا ۵۰ درجه بسازد. بااینکار نیروهای اعمال شده به زنجیره در شرایط عادی خط بطورمساوی بین دو شاخه تقسیم شده و زنجیره نیز شکل خود رابخوبی حفظ میکند. درصورتیکه زنجیره "V" شکل برروی برجهای آویزی سنگین (باحداکثر زاویه ۱۵ ـ ۱۰ درجه که به برجهای HS موسوم است) نصب گردد، دریك بازوی زنجیره "V" نیروی فشاری ودر بازوی دیگر نیروی کششی خواهیم داشت و بدلیل وجود مولفه افقی ناشی از کشش سیم بطوردائم، نیروهای موجود بطور نامتعادل بین بازوها تقسیم خواهد شد.

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

برای رفع این مشکل زنجیره "V" نامتقارن (Assymmetrical) مورداستفاده قرار میگیرد و زاویه بین دو بازوی زنجیره طوری انتخاب میگردد که درصورت نصب در زاویه خط منجر به تغییر شکل زنجیره مقره نشده وازطرف دیگر بارهای وارده در شرایط عادی خط نیز بطور مساوی بین دو بازوی زنجیره تقسیم گردد.

بدیهی است انتخاب زاویه مناسب برای زنجیره جهت حصول به خواسته فوق، منوط به اطلاع از زاویه قرارگیری برج درمسیر خط است. بعنوان مثال اگر برج در ۱۰° زاویه خط قرار میگرد بایستی زاویه داخلی زنجیره ۱۰° بطرف یکی از بازو ها چرخش داشته باشد وزنجیره V با زاویه ۱۰۰° با دو زاویه ۴۰° و ۶۰° طراحی گردد. شکل زیر نمونه ای از زنجیره "V" شکل نامتقارن که به زنجیره Running Corner "V" نیز موسوم است را نشان میدهد.



شکل شماره(۴)

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

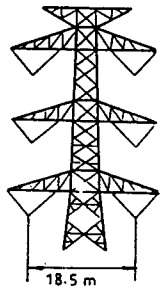
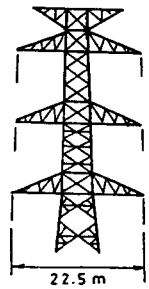
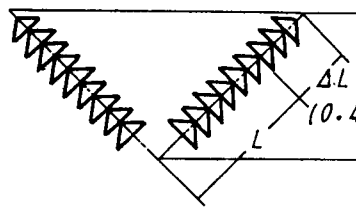
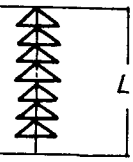
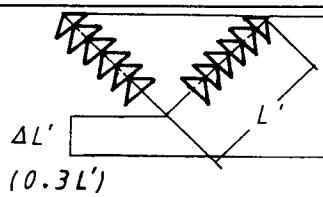
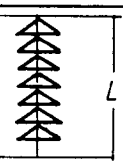
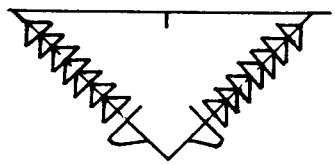
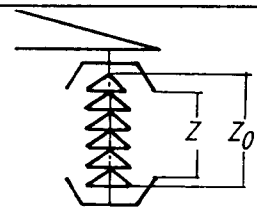
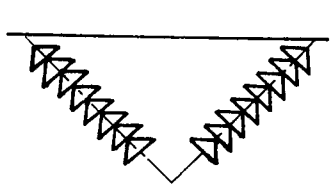
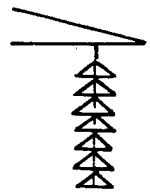
۵ـ۱ـ۲ـ زنجیره مقره آویزی "V" شکل دوبل
(Double"V" Insulator String):

همانند مقره "V" شکل بوده وتنهاجهت حصول به مقاومت مکانیکی بالاتر برای هر شاخه زنجیره ازدوردیف زنجیره مقره درهر بازوی "V" استفاده شده است. دراین حالت نیز همان مزایای ذکرشده دربند (۲ـ۱ـ۲) درمورد زنجیره ها ، برای زنجیره "V" دوبل درمقایسه بازنجیره "V" معمولی وجود دارد.

دریك جمع بندی کلی مزایای استفاده اززنجیره "V" نسبت به زنجیره "I" درشکل شماره (۵) ارائه شده است.

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

مزایای استفاده از زنجیره "V" شکل

مزیت	"V" String	"I" String
کاهش باند عبور خط وحریم های موردنیاز		500 KV 
قابلیت انعطاف برای طراحی درمقابل آلودگی		
کوتاهترشدن ارتفاع برج		
انحراف جرقه ازروی زنجیره مقره به فاصله هوایی	 SIMPLE ARCING HORN	 $Z/Z_0 < 0.85$
جذب کمتر آلودگی برروی زنجیره	 80%	 100%

شکل شماره (۵)

C:\wpfiles\khat\report\estandard.76

۲ـ۲ـ زنجیره مقره کششی (Tension Insulator String):

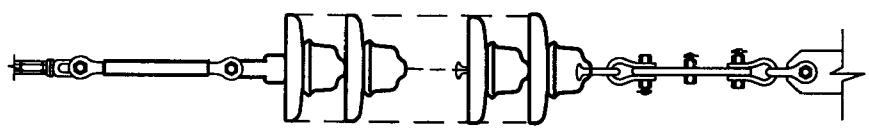
درزنجیره کششی ، مقره تحت اثرنیروی کشش سیم قرارمیگیرد وکلیه بارهای وارده به هادی، مستقیما" ازطریق زنجیره مقره به برج منتقل میگردد. بنابراین هنگام طراحی وانتخاب زنجیره مقره کششی بایستی نیروهای موجود رابه دقت محاسبه نمود وضمن انتخاب شکل زنجیره مناسب، ضرایب اطمینان کافی را نیز در محاسبات بکار برد.

در ادامه به بررسی ویژگیهای انواع مختلف زنجیره کششی خواهیم پرداخت .

۱ـ۲ـ۲ـ زنجیره مقره کششی "I" شکل (Single"I" Insulater String) :

این نوع زنجیر مقره در خطوط با ولتاژ پائین توزیع وفوق توزیع و حداکثر خطوط با ولتاژ ۲۳۰ کیلوولت کاربرد داشته واصولاًدرخطوط انتقال انرژی با ولتاژ ۴۰۰ کیلو ولت بلحاظ نداشتن ضریب اطمینان کافی مورد استفاده قرار نمیگیرد.

شکل زیر نمونه ای از این نوع زنجیره را نشان میدهد.



شکل شماره (۶)

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

۲ـ۲ـ۲ـ زنجیره مقره کششی "II" شکل (Double"I" Insulator String):

متداولترین شکل زنجیره برای برجهای کششی در ولتاژها ی بالا (E.H.V) میباشد. از آنجائیکه زنجیره مقره کششی مستقیماً درمسیر انتقال نیروهای اعمالی از هادی به برج قرار میگیرد بایستی با حداکثر نیرویی که ممکن است به هادی اعمال گردد طراحی شود ، یعنی :

$$T_m \times N \leq \frac{P}{S.F}$$

که در آن:

T_m : حداکثرنیروی کشش کاری هادی بر حسب (kg)

N :تعداد هادیهای باندل

وP : در اینجا مجموع نیروی مقاوم زنجیره مقره های موازیست .

در طراحی زنجیره مقره کششی که ضریب اطمینان هادی حداقل 2 درنظر گرفته می شود ،ضریب اطمینان مقره و یراق آلات سمت برج بیش از 2 و ضریب اطمینان کلمپ انتهایی هادی حداقل ۹۵٪ حد پارگی هادی منظور می گردد. بهنگام طراحی یك زنجیره مقره کششی که دارای دو بازو و یا بیشتر میباشد، بایستی شرایط اساسی زیر را مدنظر داشت:

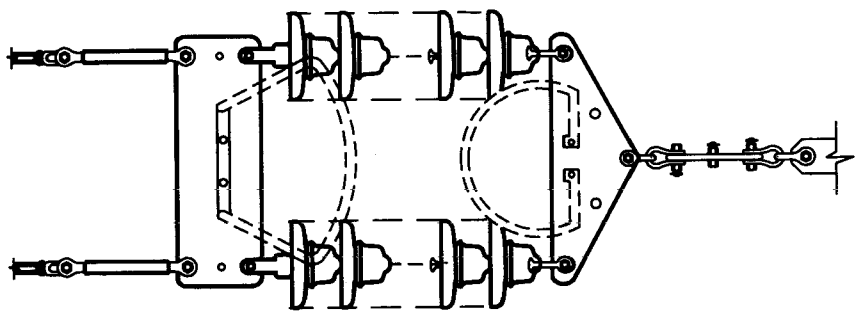
۱ـ تقسیم نیرو در هریك از بازوها بطور مساوی انجام شود.

۲ـ درصورت بروز پارگی در یکی از زنجیره های موازی ، زنجیره یا زنجیره های سالم دیگر بایستی قادر به تحمل بارهای اضافی باشند.

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

حصول به خواسته شماره (۱) با طراحی مناسب شکل و اجزاء زنجیره وحصول به خواسته شماره (۲) با محاسبه دقیق نیروها و درنظر گرفتن ضرایب اطمینان لازم امکان پذیر است. البته برا ی حصول اطمینان از شرط (۲) انجام چند آزمایش عملی نیز توصیه میگردد.بطوریکه یکی از زنجیره ها باز شده و سایر آنها باکل نیروی اعمالی به زنجیره ، مورد کشش قرارگیرد ومیزان تحمل اضافه بار آنها مشخص گردد.

شکل شماره (۷) یك نمونه از زنجیره مقره کششی "II" شکل را نشان میدهد.



شکل شماره (۷)

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

۳ـ۲ـ۲ـ زنجیره مقره کششی "III" شکل (Triple"I" Insulator String) :

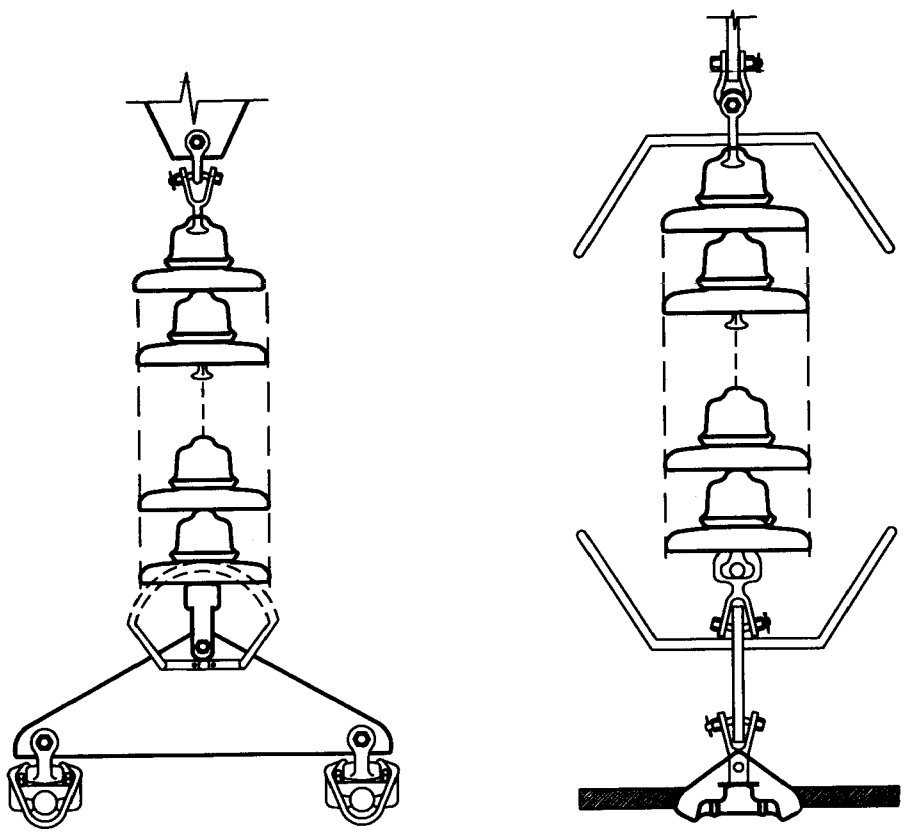
استفاده از زنجیره مقره کششی با بیش از دو بازو بصورت تریپل (III) و بالاتر،اغلب جهت حصول به نیروی مقاوم بالاتر زنجیره جهت تحمل نیروهای اعمالی بالا به آنهاست. با اینکار ضمن تقسیم نمودن نیروی اصلی برروی چند بازو (دو ، سه، چهار و یا بیشتر) ضریب اطمینان خط نیز درمقابل پارگی احتمالی یکی از زنجیره ها افزایش خواهد یافت. مناسبترین ترکیب برای زنجیره های تریپل بصورت مثلث متساوی الاضلاع میباشد و استفاده از زنجیره تخت (flat) بدلیل محدودیتهای موجود از قبیل چرخش زنجیره وهمچنین نزدیکتر شدن زنجیره به بدنه برج نسبت به نوع مثلثی توصیه نمیگردد. معمولاً برای خطوط باندل دوسیمه استفاده از زنجیره کششی دوبل "II"، برای خطوط باندل سه سیمه استفاده از زنجیره کششی تریپل "III" ، برای خطوط باندل چهار سیمه استفاده از زنجیره کششی چهار تایی و ... بهترین انتخاب میباشد ولی این راه تنها روش ممکن نیست. بعنوان مثال استفاده از زنجیره مقره دوبل برای هادی تك سیم نیز امکانپذیر میباشد.

۳ـ۲ـ زنجیره مقره جامپر (Jumper Insulator String) :

این نوع زنجیره دربرجهای کششی جهت کنترل فاصله حلقه جامپر از بدنه برج تعبیه میگردد و تقریباً همان زنجیره آویزی مربوطه، با اندکی تغییر درشکل یراق آلات (بدلیل ناچیز بودن نیروهای وارد به زنجیره) دراینجامورداستفاده قرار میگیرد.

زنجیره جامپرمیتواند به شکل های "I" و "V" مورد استفاده قرار گیرد. درصورت زیاد بودن زاویه برج (بیش از ۳۰ درجه) استفاده از دو ردیف زنجیره جامپر "I" برای هر فاز ویا استفاده از زنجیره "V" شکل جهت کنترل فاصله هادی از بدنه برج ضروریست . درمورد فازهائیکه در زاویه داخلی برج قرار میگیرند استفاده از زنجیره جامپر ضرورتی ندارد.شکل زیر نمونه ای از زنجیره جامپرنوع "I" را نشان میدهد.

C:\wpfn\khat\report\estandard.76



شکل شماره (۸)

٤ـ۲ـ زنجیره سیم محافظ هوایی :

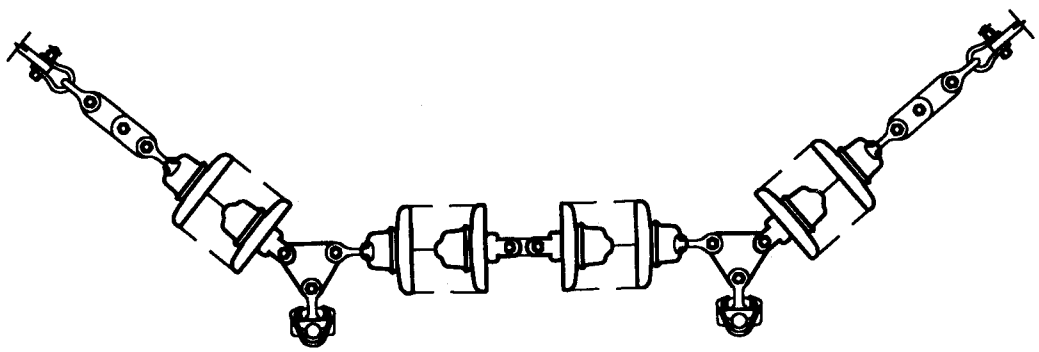
درمورد زنجیره سیم محافظ هوایی که فاقد مقره میباشد نیز روش کار همانند زنجیره هادی و باهمان ضرایب اطمینان مربوطه میباشد.

تذکر :

نوع دیگری از زنجیره مقره بصورت ذوزنقه ای نیز وجود دارد. این طرح در مواردیکه آرایش فازهای دو مدار مختلف بصورت افقی باشد بعلت کاهش باند عبور خط طرحی مناسب میباشد ومعمولاً

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

روی هر زنجیره، دوفاز مختلف قرار میگیرد. لیکن بلحاظ وجود ارتعاشات دائمی درحداقل باد در زنجیره و درنتیجه ایجاد خستگی سریع در اتصالات آن ،مورد استفاده و استقبال چندانی قرار نگرفته و درمجموع عملکرد خوبی نداشته است. دراین دستورالعمل نیز استفاده از آن توصیه نشده و به همین علت جزو بخشهای اصلی نیامده است. شکل شماره (۹) یك نمونه از زنجیره ذوزنقه ای شکل را نشان میدهد.



شکل شماره (۹)

۳ـ یراق آلات خطوط انتقال انرژی :

یراق آلات نیز بنوبه خود نقش مهمی در مجموعه تجهیزات سیستم انتقال انرژی بعهده دارند. در واقع میتوان یراق آلات را رابط بین هادیهای خط انتقال یاسیم محافظ هوایی با برج دانست که

درمورد هادیها در این ارتباط از مقره نیز استفاده میگردد.

۱ـ۳ـ مشخصات کلی :

مشخصه های اساسی یراق آلات که بایستی درزمان انتخاب مدنظر قرار گیرد را میتوان بصورت زیر بر شمرد:

- داشتن مشخصات الکتریکی مناسب .
- دارا بودن مقاومت مکانیکی مورد نیاز.
- انعطاف پذیری(Flexibility) .

از آنجائیکه خطوط انتقال انرژی برای بهره برداری در مدت زمان نسبتاً طولانی (حدود ۳۰ الی ۴۰ سال) طراحی میگردند ، بایستی تجهیزات مربوط به آن نیز بتوانند برای مدت زمان فوق دوام آورده و تاحد زیادی مشخصه های خود را حفظ نمایند. به همین علت مشخصه مهم دیگری که میتوان درخصوص یراق آلات عنوان نمودو این مشخصه در تقسیم بندی کلی فوق نیز قرارداده نشده ،حفظ و دوام مشخصه های اساسی اشاره شده در بالا میباشد.درادامه سایر نکات مهم درانتخاب یراق آلات مناسب ارائه میگردد:

۱ـ علاوه بر مشخصه های اساسی یراق آلات جنس یراق آلات نیز اهمیت بسزایی دارد، بطوریکه یراق مربوطه بایستی از عنصری (ویا آلیاژی) ساخته شود که ضمن تأمین مقاومت مکانیکی مورد نیاز ، در محل تماس با یراق آلات دیگر از بروز پدیده گالوانیك و یا ایجاد خوردگی و تخریب سریع مواد متشکله در محل تماس جلوگیری بعمل آید.
پدیده فوق دراثرقرارگیری دوماده غیرهمجنس دریك اتصال ودرتماس باهم بوجود می آید. بنابراین بهنگام تهیه یراق آلات بایستی باداشتن نقشه های مربوط به زنجیره مقره وسایراتصالات، یراق آلاتی که درتماس بایکدیگر ویاباسایر تجهیزات خط قرارمیگیرند را ازلحاظ

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

تناسب جنس کنترل نمود.

۲ـ همانطور که قبلا" نیزاشاره شد یکی ازمشخصه های یراق آلات مقاومت مکانیکی خوب آن میباشد. لذا اغلب یراق آلات بایستی ازجنس فولاد، چدن ویاسایر آلیاژهای مقاوم تهیه گردد. لیکن دراتصالاتی که قطعه فولادی بالاجبار درتماس بایراق آلات یاتجهیزات دیگری ازجنس آلومینیوم قرارمیگیرد بایستی یراق مربوطه ازجنس آلومینیم ویا آلیاژ مقاومی ازآن تهیه گردد. بعنوان مثال کلمپ آویزی سیم هادی بعلت تماس مستقیم باهادی آلومینیمی بایستی ازجنس آلومینیم وکلمپ آویزی سیم محافظ هوایی بعلت تماس باسیم محافظ فولادی بایستی از جنس فولاد (یاچدن) تهیه شود.

۳ـ کلیه یراق آلات فولادی ویاچدنی خطوط انتقال نیرو بایستی دارای پوشش گالوانیزه جهت حفاظت دربرابرخوردگی باشند. مقدارپوشش گالوانیزه موردنیاز روی قطعات، بامیزان آلودگی منطقه عبور خط واستاندارد مورداستفاده درمشخصات فنی قرارداد خرید یراق آلات مرتبط است.

۴ـ چون هادیهای تحت ولتاژ بالا بصورت مستقیم ویاغیرمستقیم بایراق آلات خط ارتباط دارند، بعضی ازیراق آلات (یراق آلاتی که درزنجیره مقره بکارمیروند) بایستی تحمل عبورجریان اتصال کوتاه راداشته ودرمقابل ذوب شدن دراثرعبور جریان های اتصال کوتاه مقاوم باشند.بدین منظور

بایستـــی بین یراق آلات زنجیره ،اتصالات سطحی وجودداشته باشدواز بروز اتصال خطی ویانقطه ای جلوگیری شود.

۵ـ همچنین بایستی قطعات دارای فرم وشکل خاصی باشند تادرهنگام اعمال ولتاژ نامی، پدیده کرونا واثرات ناخواسته ناشی ازکروناشامل تلفات قدرت ، نویز صوتی وتداخل رادیویی بوجود نیاید. برای این منظور بایستی طراحی شکل وفرم یراق آلات بصورتی باشد که هرقطعه ضمن

کرونا واثرات ناخواسته ناشی ازکروناشامل تلفات قدرت ، نویز صوتی وتداخل رادیویی بوجود نیاید. برای این منظور بایستی طراحی شکل وفرم یراق آلات بصورتی باشد که هرقطعه ضمن ایفای نقشی که بعهده دارد، دارای حداقل برجستگی ونقاط تیزباشد. زیرااین نقاط تیز (خصوصا" درقطعاتی که به قسمتهای تحت ولتاژ نزدیکتراست) موجب ظهور سریع ترپدیده کرونـــاخواهدشد. بنابراین دیگرمشخصه یراق آلات داشتن سطح صاف وبه حداقل رسیدن برجستگی هاست. بدیـــن منظور بایستی بهنگـــام طراحی یراق آلات گوشـــه هاوزوایای موجـــود به منحنـــی تبدیل شده وحتی الامکان سر پیچ هانیزازنوع گرد انتخاب گردد.

۶- رفتار زنجیره مقره بایستی درمقابل نیروهای کششی ، جریان اتصال کوتاه و پدیده کرونا رابه کمك آزمایشات مختلف ازقبیل آزمایشهای مکانیکی ،آزمایش اتصال کوتاه(موسوم به S.C. test)، آزمایشات مربوط به کرونا (Corona test) و آزمایشات مربوط به تداخل رادیویی (R.I.test) مورد بررسی دقیق قرارداد.

۷- معمولا" درمجموعه زنجیره مقره قطعه ای بعنوان فیوز طراحی می گردد تا درصورت بروز نیروهای بالاتر از حد مجاز ،قبل از سایر قطعات شکسته شده و از گسترش خسارت وارد شده به سایر قسمتهای زنجیره مقره و خط جلوگیری بعمل آید. این قطعه معمولا" درزنجیره مقره آویزی کلمپ آویزی میباشد که درصورت بروز حادثه ،پس از وارد آمدن نیروی معادل ۹۰ درصد مقاومت M&E مقره (که همان مقاومت زنجیره است) بایستی پاره شود. درمورد زنجیره کششی قطعه فیوز کلمپ انتهایی کششی میباشد که بایستی درنیرویی معادل ۹۵ درصد حد پارگی هادی خط گسیخته شود. درمورد یراق آلات زنجیره سیم محافظ هوائی نیز بایستی بروش مشابه عمل نمود.

اکنون باتوجه به موارد بالاودریك جمع بندی دقیق ترمیتوان مشخصه های موردنیاز درانتخاب یراق آلات رابصورت زیربرشمرد:

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

الف : مشخصات فنی مناسب:

هریك ازقطعات مختلف یراق آلات برحسب نوع کاربردشان بایستی دارای مشخصه های زیرباشند:

- مقاومت مکانیکی مناسب .
- مقاومت دربرابرخوردگی .
- دارابودن شکل مناسب وعدم وجود برجستگی هاوزوائد مشخص .
- داشتن تماس سطحی بجای تماس نقطه ای یا خطی در محل اتصال یراق آلات به یکدیگر.
- دارابودن هدایت الکتریکی لازم و ...

ب ـ سهولت تولید :

کلیه یراق آلات بایستی ضمن دارابودن مشخصات فنی موردنیاز طوری طراحی شوند که بسادگی قابل تولید باشند وحتی الامکان به فرآیند پیچیده ای درتولید آنهانیازنباشد. ازآنجائیکه معمولا" یراق آلات خط انتقال بعلت گستردگی خطوط بایستی بتعداد بسیار زیاد تولید ونصب گردند، سهولت تولید این قطعات میتواند درسرعت اجرای کاروهمچنین کاهش هزینه هاتأثیربسزائی داشته باشد.

ج ـ سهولت نصب :

نصب سریع وآسان یراق آلات خطوط انتقال نیز از دیگرموارد مهم میباشد که بایستی بهنگام طراحی مد نظر بوده و بهنگام خرید و بازرسی مورد توجه قرارگیرد. ازآنجائیکه تعدادی ازیراق آلات درپای کار وعموماً درارتفاع نسبتاً زیادی اززمین وبامحدودیتهای بسیار نصب میگردند، سهولت نصب آنهامیتواند کمك زیادی درکاهش زمان نصب وافزایش کیفیت کار داشته باشد. برای اطمینان بیشتر

د ـ قابلیت انعطاف پذیری :

آن دسته از یراق آلاتی که در زنجیره مقره مورد استفاده قرار میگیرند بایستی طوری طراحی گردند که پس از مونتاژ زنجیره از قابلیت انعطاف پذیری (Flexibility) مناسبی برخوردار باشند. در غیر اینصورت ممکن است در اثر وزش باد زنجیره مقره منحرف شده وبعلت طراحی نامناسب به حالت اولیه خود بازنگردد واین موضوع منجر به کاهش فواصل هوایی مورد نیاز هادی از بدنه برج و یا تقسیم نامتعادل نیروها و غیره گردد.

هـ ـ پائین بودن قیمت تمام شده :

تردیدی نیست که در هرپروژه ای بایستی جنبه های اقتصادی نیزموردبررسی قرارگیرد. بعلت تیراژ بالای انواع یراق آلات مورداستفاده درخطوط انتقال، قیمت تمام شده هر یراق بایستی حتی الامکان پائین باشد .بهترین یراق آنست که ضمن دارابودن کلیه مشخصات فنی موردنیاز، باپائین ترین قیمت تهیه وارائه گردد.

۲ـ۳ـ انواع اتصالات :

دریك دسته بندی کلی که درآن تنهارفتار مکانیکی یراق آلات موردتوجه باشد میتوان این تجهیزات رابه دوگروه عمده زیر تقسیم بندی نمود.

۱ـ۲ـ۳ـ یراق آلات آماده نصب :

دراین گروه قطعه ساخته شده درکارخانه بلافاصله درمحل مصرف قابل استفاده است. بنابراین درصورت تعیین خواص مکانیکی آن درکارخانه، این خواص درمحل مصرف تغییری نخواهند کردورفتار

قطعه درمحل مصرف بارفتار آن درآزمایشگاه تفاوت چندانی ندارد.

۲ـ۲ـ۳ـ یراق آلات نیمه آماده (یراق آلاتی که درزمان نصب نیازبه تغییرشکل دارند):

دراینجا بعلت اینکه بخشی ازفرایند ساخت درمحل مصرف انجام میشود، رفتارمکانیکی قطعه دراثر وجود تفاوت های اجرایی بهنگام نصب دستخوش تغییر میشود.

گروه اول تقریبا" تمام اتصالات زنجیره های مقره راشامل شده و گروه دوم شامل اتصالاتی است که برای رسیدن به وضعیت مطلوب بایستی تحت پرس یا پیچش قرارگرفته وتغییر شکل یابند. این نوع اتصالات معمولا" برای هادیها کاربرد داشته وفرآیند نهایی که درمحل مصرف بر روی آنها اعمال میشود اثرقطعی بررفتارمکانیکی آنهادارد.

هرچند اتصالات هردوگروه ازنظرتولید باروشهای کمابیش مشابهی ساخته میشوند، امابعلت حساسیت گروه دوم بایستی درتولید ونصب آنهادقت ونظارت ویژه ای مبذول گردد.

بااینکه یراق آلات خطوط انتقال نیروازانواع مختلفی تشکیل شده وعلاوه برآن هر سازنده نیزباتوجه به عامل ذکرشده درقسمت قبل درشکل ظاهری این اتصالات تغییراتی بوجود میآورد، امامیتوان فهرستی ازاین اتصالات درهریك ازدوگروه فوق را به شرح زیرترتیب داد.

ذکراین نکته ضروریست که دراین فهرست تنهانام قطعه وکاربرد آن جهت آشنایی آمده وممکن است تحت یك نام مشخص انواع گوناگونی ازیك قطعه وجود داشته باشد که ذکرتك تك آنهاازموضوع این بخش خارج است.

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

ـ یراق آلات آماده نصب :

۱ـ پیچ U شکل	U-BOLT
۲ـ حلقه	CHAIN
۳ـ مهاربند	SHACKLE
۴ـ طول افزا	EXTENTION LINK
۵ـ چشمی ـ توپی	EYE-BALL
۶ـ دوشاخه ـ توپی	CLEVIS - BALL
۷ـ دوشاخه ـ چشمی	CLEVIS - EYE
۸ـ مادگی ـ چشمی	SOCKET - EYE
۹ـ مادگی ـ دوشاخه	SOCKET - CLEVIS
۱۰ـ یوك پلیت	YOKE PLATE
۱۱ـ پیچ مهاری	TURN BUCKLE
۱۲ـ کلمپ آویزی	SUSPENSION CLAMP

ـ یراق آلات نیمه آماده :

۱ـ کلمپ انتهایی	DEAD END CLAMP
۲ـ اتصال میانی هادی	CONDUCTOR JOINT
۳ـ غلاف تعمیری هادی	REPAIR SLEEVE
۴ـ کابلشو سیم جامپر	JUMPER TERMINAL

البته چندنوع دیگر ازیراق آلات خطوط انتقال نیز وجود دارند که هرچند دارای کاربردهای بسیار با

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

اهمیتی اند، امابعلت نوع کاربرد آنهاو نیزخواص ویژه ای که دارند درگروههای بالا طبقه بندی نشده وتحت عنوان تجهیزات ویژه آنهارامیشناسیم که عبارتنداز:

۱ـ جداکننده	SPACER
۲ـ ارتعاش گیر	VIBRATION DAMPER
۳ـ جداکننده ارتعاش گیر	SPACER DAMPER
۴ـ میله محافظ	ARMOUR ROD
۵ـ شاخک برقگیر	ARCING HORN
۶ـ حلقه برقگیر	ARCING RING
۷ـ حلقه کرونا	CORONA RING

همچنین جهت اتصال سیم محافظ هوایی وسیم زمین به بدنه برج ونیزافزایش طول آن ازیراق آلات زیراستفاده میشود.

۱ـ کلمپ اتصال به برج	TOWER BONDING CLAMP
۲ـ کلمپ شیارموازی	PARALEL GROVE CLAMP

۳ـ۳ـ روشهای عمومی تولید:

درتولید هریك ازیراق آلات خطوط انتقال ازروشهای مختلفی استفاده میشود که دراینجا تعدادی ازروشهای مجازکه سازندگان میتوانند مورداستفاده قراردهند به اختصار بیان میگردد:

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

۱ـ۳ـ۳ـ برش (Cutting):

عبارتست ازبریدن قطعات ازشمش های ورق یامیله ای . این عمل میتواند بصورت سرد باگیوتین یااره ویابصورت گرم که معمولا" با دستگاه مدل بر (فتوسل) که با مشعل انجام میشود صورت گیرد. دراین حالت قطعاتی که تحت کشش قرار میگیرند بایستی تنش زدایی شوند.

۲ـ۳ـ۳ـ ریخته گری (Casting / Moulding):

دراینجا قطعات بروش ذوب ماده اولیه وریختن آن به داخل قالب تهیه میشوند. ریخته گری بروشهای مختلفی صورت میگیرد که متداولترین آنها ریخته گری درماسه وریخته گری در قالب فلزی میباشد. ریخته گری درقالب فلزی خودبه دو دسته تقسیم میشود. ریخته گری درقالب دائمی که مذاب تحت وزن خو و نیروی ثقل قالب را پرمی کند و ریخته گری تحت فشار (دایکاست)که ماده تحت فشار هیدرولیکی به داخل قالب فلزی تزریق میشود. محصول ریخته گری درماسه به پرداخت بیشتری نیازدارد.

۳ـ۳ـ۳ـ پرس داغ یافورجینگ (Forging):

این عمل برای تولید بعضی قطعات که ابعاد کوچکی دارند بکارگرفته میشود، بطوریکه شمش فلز یاآلیاژ آن تادرجه حرارت مشخصی درکوره داغ شده وسپس درقالب موردنظر، تحت فشار ضربه سنگین پرس و هیدرولیك شکل داده میشود که پس ازسردشدن بایستی پرداخت گردد. معمولا" ازاین روش که به آهنگری گرم نیز موسوم است برای تولید قطعات با مقاومت مکانیکی بالا استفاده میشود.

٤ـ۳ـ۳ـ پرداخت باماسه (Sand Blast / Shot pinning):

قطعاتی که بروش ریخته گری باماسه یابروش پرس داغ (فورجینگ) ساخته میشوند بدلیل ناهمواری سطح خارجی بایستی پرداخت شوند. این عمل باپاشیدن ماسه های ریز (Sand Blast) ویا

ساچمه های ریز (Shot pinning) ومخصوصا" بافشارزیاد بر روی آن صورت میگیرد که حاصل آن سطح صاف وهموار قطعه است.این روش جهت زدودن سطح اکسید شده قطعات فلزی نیز مورد استفاده قرارمیگیرد.

۵ـ۳ـ۳ـ عملیات حرارتی (Heat Treatment):

درصورتیکه استفاده از روشهای مختلف تولید در رفتارمکانیکی قطعات تأثیربگذارد (مانند خمکاری) بایستی باعملیات حرارتی این رفتار مکانیکی راتغییر داد. عملیات حرارتی عبارتست ازگرم کردن وسردکردن قطعه فلزی درمحیطی که درآن حرارت وزمان کاملا" کنترل شده است. محیط موردنظر میتواند هوا، آب ویاانواع روغنهاباشد.

٦ـ۳ـ۳ـ پرداخت کاری (Finishing):

عملیاتی راگویند که بمنظور تکمیل شکل نهایی قطعه وزدودن قسمتهای اضافی آن صورت گیرد که برای اینکار ماشین های ابزار، ماشین تراش، فرز، سنگ زن وسایرروشهای مشابه میتواند مورد استفاده قرارگیرد.

۷ـ۳ـ۳ـ پرس سرد (Coining):

مشابه روش پرس داغ (فورجینگ) بوده لیکن فلز موردنظردرحالت سرد پرس میشود. مشخص است که بلحاظ فشار زیاد موردنیاز برای اینکار، فقط قطعات کوچك به این روش قابل تولید هستند ونبایستی ازاین روش برای ساخت قطعات بزرگ استفاده شود.

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

۸ـ۳ـ۳ـ جوشکاری (Welding):

روشی است که برای اتصال دوقطعه فلز هم نوع بیکدیگر بکارمیرود . جوشکاری بروشهای متعددی صورت میگیرد که متداولترین آنهاجوشکاری با قوس الکتریکی (جوش گرم) برای فلزات سنگین وجوشکاری باگازهای خنثی (جوش سرد) برای فلزات سبك میباشد.

بایستی توجه کرد که اتصالات جوشی اصولا" انتخاب مناسبی برای کاربرد درخطوط انتقال نیرو نبوده وبایستی حتی المقدور ازآن اجتناب کرد. لیکن درصورت لزوم تنها جوشکاری با قوس الکتریکی برای تهیه یراق آلات خطوط مجاز میباشد.

۹ـ۳ـ۳ـ خم کاری (Bending):

عبارتست ازشکل دادن قطعه درحالت سردوتحت فشار. که برای قطعات با طول زیاد ازپرسهای طولی مخصوص و قطعات با طول محدود از قالب استفاده میشود. قطعات خم کاری شده درصورتیکه تحت کشش قرارمیگیرند بایستی تنش زدایی شوند.

۱۰ـ۳ـ۳ـ نرم کردن یا آنیلینگ (Annealing):

برای اینکه قطعات فلزی وبخصوص فولاد های ریخته گری شده شکنندگی کمتری داشته باشند، بایستی عملیات حرارتی بخصوصی بنام آنیلینگ برروی آنهاانجام گردد.

۱۱ـ۳ـ۳ـ روی اندود کردن (Galvanizing):

عبارتست ازپوشاندن سطح قطعات فلزی بوسیله روی . اینکار بروشهای مختلفی مانند آبکاری

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

(الکترولیز) ، پودر روی و گالوانیزه گرم (Hot Dip Galvanizing) میسر بوده لیکن درمورد اتصالات خطوط انتقال نیرو تنهاروش گالوانیزه گرم مجازمیباشد.

مقدارپوشش روی موردنیاز به محیطی که اتصالات درآن نصب میشود بستگی داشته ودرمحیط های باخوردگی بالا بایستی ضخامت روی بیشتری بر روی قطعه وجود داشته باشد.

۱۲ـ۳ـ۳ـ مونتاژ کردن (Assembling):

قطعاتی که ازچندبخش تشکیل شده، پس ازآماده شدن اجزای آن بایستی برروی هم سوارشده ودرصورت دارابودن مشخصات فنی موردنظر ازقبیل سهولت نصب ، قابلیت جابجایی مناسب و ... به محل مصرف ارسال گردد.

٤ـ۳ـ مواد مورد استفاده :

موادی که بطورعام میتوانند درتولید اتصالات خطوط انتقال نیرو مورداستفاده قرارگیرند عبارتنداز:

۱ـ٤ـ۳ـ فولاد وآلیاژهای فولادی :

فولادها با ترکیبهای متفاوتی از آهن و کربن تشکیل شده اند و رنج وسیعی از مواد اولیه

صنعتی را تشکیل میدهند. در یراق آلات خطوط انتقال نیرو معمولا" از فولادهای کم کربن و کربن متوسط استفاده میشود.

این نوع فولادها طیف وسیعی ازفولادهای پرکربن رادربرمیگیرند که دارای استحکام زیادی نیزمیباشند . سطح یراق آلاتی که بدین طریق تولید میشوند بایستی درانتها با لایه مناسبی ازفلز روی پوشانده شده یااصطلاحا" گالوانیزه شود.

۲ـ٤ـ۳ـ چدن :

این فلز برای ساخت قطعاتی که به روش ریخته گری تولید میگردند بکارمیرود. محصول تولیدی دراینجانیزبایستی پس ازساخت گالوانیزه شود.از انواع چدن های مورد استفاده می توان چدن خاکستری و چدن داکتیل را نام برد. چدن داکتیل نسبت به نوع خاکستری دارای استحکام مکانیکی بالاتری میباشد.

۳ـ٤ـ۳ـ فولاد فورجینگ :

این نوع فولاد معمولا" دارای مقاومت مکانیکی بسیار بالایی است وبصورت شمش های میله ای تولید میشود. برای ساخت قطعات مختلف، شمش فولاد راداخل کوره گرم نموده وتحت فشار پرس به شکل دلخواه تبدیل می نمایند.

٤ـ٤ـ۳ـ آلومینیوم خالص :

قطعاتی که با هادی آلومینیم در تماس هستند بایستی از جنس آلومینیم ساخته شود. طبق استاندارد نبایستی خلوص این نوع آلومینیم از ۹۹/۸ درصد کمتر باشد.

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

۵ـ۴ـ۳ـ آلیاژهای آلومینیوم:

عموما" بایستی برای ساخت قطعاتی بکار رود که درخطوط انتقال نیرو درتماس باهادیهای آلومینیومی قرارمیگیرند. وزن کم ، شکل پذیری، مشخصه مکانیکی مناسب ونیزغیرمغناطیسی بودن ازمشخصات عمده این آلیاژهاست.

٦ـ۴ـ۳ـ روی :

کلیه قطعات فولادی (و چدنی)خط انتقال نیرو جهت حفاظت در برابر خوردگی بایستی دارای پوشش گالوانیزه مناسب باشند. فلز "روی" مورد استفاده برای پوشش گالوانیزه قطعات بایستی ازخلوص زیادی برخورداریاشد. طبق استاندارد نبایستی میزان خلوص "روی" درشمش از ۹۹/۹۹ درصد کمتر باشد.

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

درانتها، شکل برخی ازیراق آلات مورداستفاده درخطوط انتقال انرژی جهت آشنایی بیشتر آمده است.

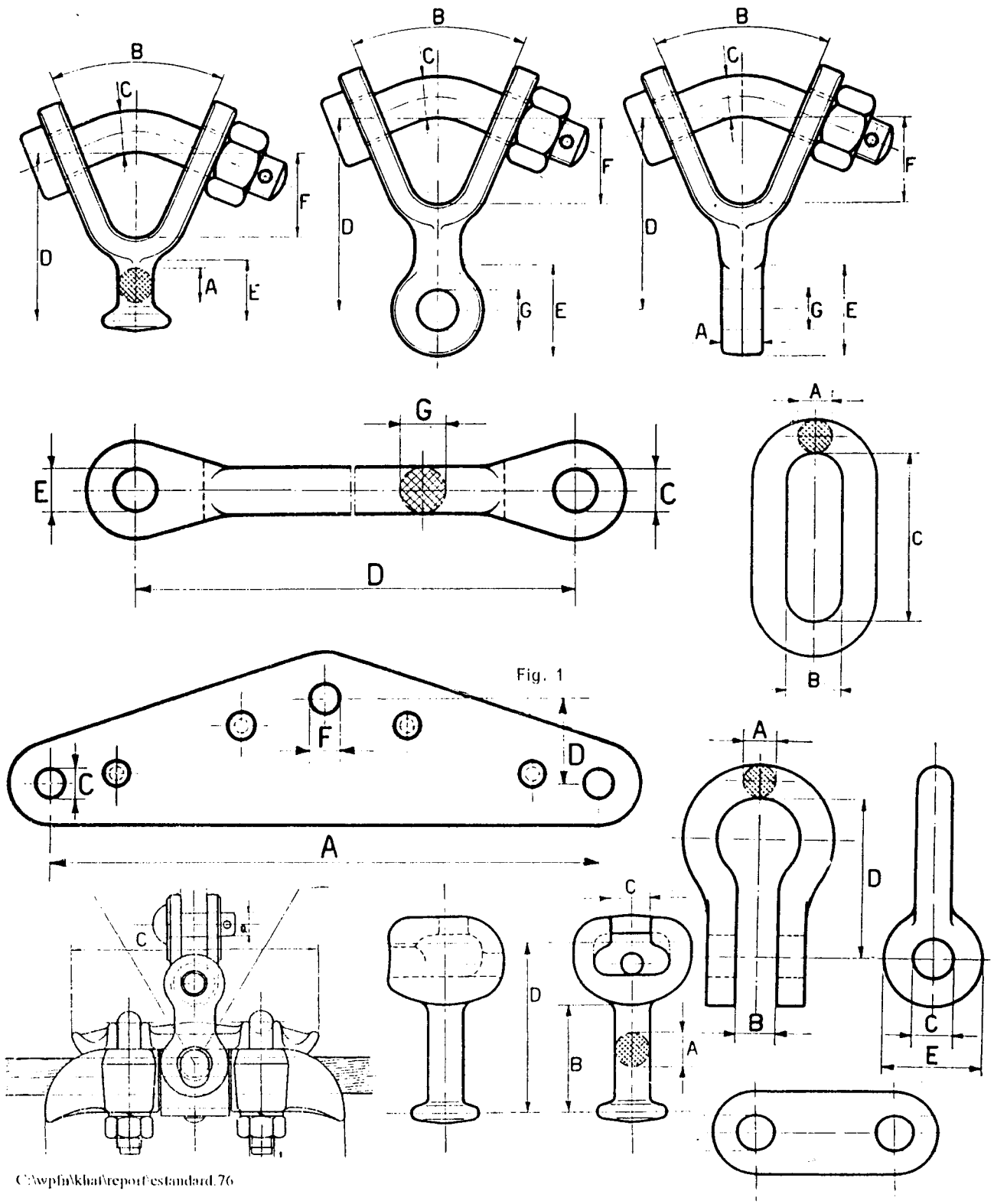


Fig. 1

C:\wpfn\khat\report\estandard.76

مرحله	استانداردیراق آلات وزنجیره مقره خطوط انتقال نیـــــــرو	صفحه
۹-۵		۳۷

توانیر - معاونت تحقیقات و تکنولوژی	استاندارد جامع مهندسی و طراحی خطوط انتقال نیروی ایران	مشانیر - دپارتمان تحقیقات و استاندارد