



۳	۱- مقدمه.....
۴	۲-انواع اتصالات.....
۴	۱-۲- یراق آلات آماده نصب.....
۵	۲-۲- یراق آلات نیمه آماده.....
۸	۳- روش های عمومی تولید.....
۸	۱-۳- برش.....
۸	۲-۳- ریخته گری.....
۸	۳-۳- پرس داغ یا فورجینگ.....
۸	۴-۳- پرداخت با ماسه و ساچمه.....
۹	۵-۳- عملیات حرارتی.....
۹	۶-۳- پرداخت کاری.....
۹	۷-۳- پرس سرد.....
۹	۸-۳- جوشکاری.....
۹	۹-۳- خمکاری.....
۱۰	۱۰-۳- نرم کردن یا آنیلینگ.....
۱۰	۱۱-۳- روی اندود کردن.....
۱۰	۱۲-۳- مونتاژ کردن.....
۱۰	۴- مواد مورد استفاده.....
۱۰	۱-۴- فولاد و آلیاژهای فولادی.....
۱۰	۲-۴- چدن خاکستری.....
۱۱	۳-۴- فولاد فورجینگ.....
۱۱	۴-۴- آلومینیوم خالص.....
۱۱	۵-۴- آلیاژ های آلومینیوم.....
۱۱	۶-۴- روی.....
۱۲	شکل برخی یراق آلات مورد استفاده در خطوط انتقال انرژی.....

مرجع..... کتاب دیدگاه مهندسی در طراحی خطوط انتقال انرژی



فصل ۱۴

یراق الات خط انتقال

(Line Hardware and Conductor Accessories)



۱- مقدمه

یراق الات واتصالات خطوط نقش حساس در شبکه ی انتقال داشته است و بایستی در حین بهره برداری, از مشخصه ی مکانیکی و الکتریکی و خاصیت جا بجائی (Flexibility) خاصی برخوردار باشند. این اجزاء در واقع رابط بین سیم هادی و یا سیم محاذ با برج از طریق مقره و یا بصورت مستقیم باشند. اولین مشخصه یراق الات داشتن مقاومت مکانیکی بسیا خوب بوده و چون بایستی به سیم که متشکل از لایه های المینیوم میباشد وصل گردیده و دارای شکل های گوناگون باشد بناچار از الیازهای فلزی بصورت مختلف استفاده می شود . همچنین تاثیر نیروی مکانیکی دائمی در طول عمر این تجهیزات و از طرفی تحمل نیروهای متفاوت در اثر شرایط جوی, ساخت و طراحی ایت تجهیزات را دارای اهمیت فوق العاده ای نموده است.

چون سیم های ناقل جریان و دارای ولتاژ با این تجهیزات چه به طور مستقیم و یا غیر مستقیم ارتباط دارند , بعضی از اتصالات بایستی تحمل جریانهای اتصال کوتاه را داشته و از اب شدن قطعات جلوگیری شود و قطعات فرم و شکل خاصی داشته باشند تا در هنگام اعمال ولتاژ نامی پدیده ی کرونا اتفاق نیافتد. از طرفی پس ارتباط این تجهیزات با مقره ها و ایجاد زنجیره ی کامل بصورت اویزی و یا بصورت کششی در جهان مختلف نیرو به ان اعمال می شود و لازم است طوری طراحی شوند تا قادر به جابجایی در تمام جات باشند.

بنابراین طراحان و سازندگان بایستی توجه بیشتری در انتخاب قطعه و مواد تشکیل دهنده ان داشته باشند و حداقل موارد زیر را مدنظر قرار دهند.



الف- مشخصات فنی مناسب :

قطعات بر حسب نوع و کاربردشان بایستی دارای مشخصه هایی مانند مقاومت مکانیکی مناسب , مقاومت در برابر خوردگی , هدایت الکتریکی لازم , دارا بودن شکل مناسب و عدم برجستگی ها و زوائد مشخص و غیره باشند.

ب-سهولت تولید

ج-سهولت نصب

د-قابلیت جابجایی

ه-قیمت تمام شده

ترکیب بهینه ای از موارد بالا بایستی در انتخاب یراق الات مد نظر قرار گیرد

۲-انواع اتصالات :

بطور کلی در یک تقسیم بندی عمومی که در ان تنها رفتار مکانیکی یراق الات مورد توجه باشد میتوان این تجهیزات را به دو گروه عمده زیر تقسیم بندی نمود.

۱-۲-یراق الات آماده نصب :

در این گروه قطعه ساخته شده در کارخانه بلافاصله در محل مصرف قابل استفاده است . بنابراین در صورت تعیین خواص مکانیکی ان در کارخانه , این خواص در محل مصرف تغییری نخواهد کرد و رفتار قطعه در محل مصرف با رفتار ان در آزمایشگاه تفاوت چندانی ندارد.



۲-۲- پیراق الات نیمه آماده (پیراق الاتی که در زمان نصب نیاز به تغییر شکل دارند)

در این گروه بعلت اینکه بخشی از فرایند ساخت در محل مصرف انجام می شود ، رفتار مکانیکی قطعه در اثر وجود تفاوت های اجرایی بهنگام نصب دستخوش تغییر می شود. گروه اول تقریباً تمام اتصالات زنجیره های مقره را شامل شده و گروه دوم شامل اتصالاتی است که برای رسیدن به وضعیت مطلوب باید تحت پرس یا پیچش قرار گرفته و تغییر شکل دهند . گروه دوم اتصالات معمولاً برای هادیها کاربرد داشته و فرایند نهایی که در محل مصرف بر روی آنها اعمال می شود اثر قطعی بر رفتار مکانیکی آنها دارد . هر چند اتصالات هر دو گروه از نظر تولید با روش های کما بیش مشابهی ساخته می شوند ، اما به علت حساسیت گروه دوم بایستی در تولید و نصب آنها دقت و نظارت ویژه ای مبذول داشت.

یا اینکه پیراق الات خطوط انتقال نیرو از انواع مختلفی تشکیل شده و علاوه بر آن هر سازنده نیز با توجه به پنج عامل ذکر شده در قسم قبل در شکل ظاهری این اتصالات تغییراتی بوجود می آورد ، ام میتوان فهرستی از این اتصالات در هر یک از دو گروه فوق بشرح زیر ترتیب دارد.

ذکر این نکته ضروری است که در این فهرست تنها نام قطعه و کاربرد آن جهت اشنایی آمده و ممکن است تحت یک نام مشخص انواع گوناگونی از یک قطعه وجود داشته باشد.

الف- اتصالات آماده نصب :

U-bolt	۱- پیچ U شکل
Chain	۲- حلقه
Shackle	۳- مهار بند
Extension Link	۴- طول افزا
Eye – ball	۵- چشمی – توپی
Clevis – Eye	۶- دو شاخه – توپی
Clevis – Eye	۷- دوشاخه – چشمی
Socket – Eye	۸- مادگی – چشمی



Socket – Clevis	۹- مادگی - دو شاخه
Yoke Plate	۱۰- یوک پلایت
Turn Buckle	۱۱- پیچ مهاری
Suspension Clamp	۱۲- کلمپ اویزی

ب: اتصالات نیمه آماده :

Dead End Clamp	۱- کلمپ انتهایی
Jumper Terminal	۲- کابلشو سیم جامپر
Conductor Joint	۳- اتصال میان کابل
Repair Sleeve	۴- غلاف تعمیری کابل

ج- تجهیزات ویژه :

چند نوع دیگر از یراق الات خطوط انتقال نیز وجود دارند که هرچند دارای کاربرد های بسیار با اهمیتی اند، اما بعلت نوع کاربرد آنها و نیز خواص ویژه ای که دارند در گروه های بالا طبقه بندی نشده اند و تحت عنوان تجهیزات ویژه آنها را می شناسیم که عبارتند از :



Spacer	۱- جدا کننده
Vibration Damper	۲- ارتعاش گیر
Spacer Damper	۳- جدا کننده ارتعاش گیر
Armour Rod	۴- میله های محافظ
Arcing Horn	۵- شاخک برقگیر
Arcing Ring	۶- حلقه برقگیر
Grading Ring	۷- حلقه تنظیم ولتاژ
Corona Ring	۸- حلقه کرونا

همچنین جهت اتصال سیم محافظ هوایی و سیم زمین به بدنه برج و نیز افزایش طول آن از یراق آلات زیر استفاده می شود.

Tower Bonding Clamp	۱- کلمپ اتصال به برج
Parallel Groove Clamp	۲- کلمپ شیار موازی

در انتهای این فصل شکل تعدادی از یراق آلات مورد استفاده آورده شده است.



۳- روش های عمومی تولید

در تولید هر یک از یراق آلات خطوط انتقال از روشهای مختلفی استفاده می شود.

۳-۱- برش (Cutting):

بریدن قطعات از شمش های ورق یا میله ای را گویند. این عمل می تواند بصورت سرد با گیوتین یا اره و بصورت گرم با هوابرش صورت گیرد.

۳-۲- ریخته گری (Casting / Moulding):

در اینجا قطعات به روش ذوب ماده اولیه و ریختن آن به داخل قالب تهیه می شوند. ریخته گری به روش های مختلفی صورت می گیرد که متداولترین آنها ریخته گری در ماسه و ریخته گری تحت فشار (دایکاست) است. محصول ریخته گری در ماسه به پرداخت بیشتری نسبت به نوع دایکاست نیاز دارد.

۳-۳- پرس داغ یا فورجینگ (Forging):

این عمل برای تولید بعضی قطعات که ابعاد کوچکی دارند بکار گرفته می شوند ، بطوری که شمش فلز یا آلیاژ آن تا درجه حرارت مشخصی در کوره داغ شده و سپس در قالب مورد نظر ، تحت فشار ضربه سنگین پرس شکل میشود که پس از سرد شدن بایستی پرداخت گردد.

۳-۴- پرداخت با ماسه و ساچمه (Sand Blast / Shot Blast):

قطعاتی که به روش ریخته گری با ماسه یا به روش پرس داغ (فورجینگ) ساخته می شوند بدلیل نا همواری سطح خارجی بایستی پرداخت شوند. این عمل با پاشیدن ساچمه و ماسه های ریز و مخصوصاً با فشار زیاد بر روی آن صورت می گیرد که حاصل آن سطح صاف و هموار قطعه است.



۳-۵- عملیات حرارتی (Heat Treatment) :

روشهای مختلف تولید ممکن است در رفتار مکانیکی قطعات تأثیر بگذارد که می توان با عملیات حرارتی این رفتار مکانیکی را تغییر داد. عملیات حرارتی عبارتست از گرم کردن و سرد کردن قطعه فلزی در محیطی که در آن حرارت و زمان کاملاً کنترل شده است. محیط مورد نظر می تواند هوا ، آب و یا انواع روغن ها باشد.

۳-۶- پرداخت کاری (Finishing):

عملیاتی را گویند که به منظور تکمیل شکل نهایی قطعه و زدودن قسمتهای اضافی آن صورت گیرد که این کار عموماً با ماشینهای ابزار ، ماشین تراش ، فرز ، سنگ زن ، و سایر روشها صورت می گیرد.

۳-۷- پرس سرد (Coining):

مشابه روش پرس داغ (فورجینگ) بوده لیکن فلز مورد نظر در حالت سرد پرس می شود. مشخص است که به لحاظ فشار زیاد مورد نیاز برای اینکار ، فقط قطعات کوچک به این روش قابل تولید هستند.

۳-۸- جوشکاری (Welding) :

روشی است که برای اتصال دو قطعه فلز هم‌نوع به یکدیگر بکار می رود. جوشکاری به روش های متعددی صورت می گیرد که متداولترین آنها جوشکاری زیر پودر (جوش گرم) برای فلزات سنگین و جوشکاری با گازهای خنثی (جوش سرد) برای فلزات سبک می باشد. بایستی توجه کرد که اتصالات جوشی اصولاً انتخاب مناسبی برای کاربرد در خطوط انتقال نیرو نبوده و بایستی حتی المقدور از آن اجتناب کرد. در صورت اجبار تنها استفاده از جوش گرم مجاز می باشد.

۳-۹- خمکاری (Bending):

عبارتست از شکل دادن قطعه در حالت سرد و تحت فشار. قطعات خمکاری شده در صورتی که تحت کشش قرار می گیرند بایستی تنش زدایی شوند.



۳-۱۰- نرم کردن یا آنیلینگ (Annealing):

برای اینکه قطعات فلزی و مخصوصاً فولادی های ریخته گری شده شکنندگی کمتری داشته باشند عملیات حرارتی بخصوصی بنام آنیلینگ بر روی آنها انجام می شوند.

۳-۱۱- روی اندود کردن (Galvanizing):

عبارتست از پوشاندن سطح قطعات فلزی بوسیله فلز « روی » اینکار به روشهای مختلفی مانند آبکاری (الکترولیز)، پودر « روی » و گالوانیزه گرم (Hot Dip Gal) میسر بوده لیکن در مورد اتصالات خطوط انتقال نیرو تنها روش گالوانیزه گرم مجاز می باشد. مقدار پوشش « روی » مورد نیاز به محیطی که اتصالات در آن نصب می شود بستگی داشته و در محیط های با خوردگی بالا بایستی ضخامت « روی » بیشتری بر روی قطعه وجود داشته باشد.

۳-۱۲- مونتاژ کردن (Assembling):

آخرین مرحله از عملیات تولید است و قطعاتی که از چند بخش تشکیل شده پس از آماده شدن اجزای آن بر روی هم سوار شده و آماده ارسال به محل استفاده می گردند.

۴- مواد مورد استفاده:

مواردی که بطور عام در تولید اتصالات خطوط انتقال نیرو مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از:

۴-۱- فولاد و آلیاژ های فولادی:

این نوع فولادها طیف وسیعی از فولادهای پر کربن را در بر می گیرند که دارای استحکام زیادی نیز می باشند.

۴-۲- چدن خاکستری:

این فلز برای ساخت قطعاتی که به روش ریخته گری تولید می گردند بکار می رود و معمولاً پس از ساخت گالوانیزه می شوند.



۴-۳- فولاد فورجینگ :

این نوع فولاد معمولاً دارای مقاومت مکانیکی بسیار بالایی است و بصورت شمشهای میله ای تولید می شود. برای ساخت قطعات مختلف، شمش فولاد را داخل کوره گرم نموده و تحت فشار پرس به شکل دلخواه تبدیل می نمایند.

۴-۴- آلومینیوم خالص :

برای ساخت برخی قطعات پرسی که تحت فشار و کشش قرار نمی گیرند و همچنین ساخت هادیهای آلومینیومی بکار می رود. طبق استاندارد بایستی خلوص این نوع آلومینیوم ۹۹/۸ درصد باشد.

۴-۵- آلیاژ های آلومینیوم :

عموماً برای ساخت قطعاتی بکار می رود که در خطوط انتقال نیرو در تماس با هادیهای آلومینیومی قرار می گیرند. وزن کم، شکل پذیری، مشخصه مکانیکی مناسب و نیز غیر مغناطیسی بودن از مشخصات عمده این آلیاژهاست.

۴-۶- روی :

کلیه قطعات فولادی خط انتقال نیرو بایستی دارای پوشش گالوانیزه مناسب باشند. « روی » مورد استفاده برای پوشش گالوانیزه قطعات فولادی بایستی از خلوص زیادی برخوردار باشد. طبق استاندارد نبایستی میزان خلوص « روی » در شمش از ۹۹/۹۹ درصد کمتر و مقدار « روی » موجود در حمام مذاب از ۹۸/۵ درصد وزنی کمتر باشد.

شکل برخی از یراق آلات مورد استفاده در خطوط انتقال انرژی .

