

طراحی خطوط انتقال انرژی

دانشکده فنی و حرفه ای آستانه اشرفیه

فایل شماره دو / بهار ۱۳۹۹
کارشناسی مهندسی برق (انتقال و توزیع)
مدرس: پیام رحیمی
تلگرام: @Payam.Rahimi



انتخاب سطح و لتاژ اقتصادی

فصل سوم: انتخاب سطح و لتاژ انتقال

مقدمه: انتخاب و لتاژ انتقال، همواره یک مسئله مهم فنی و اقتصادی در طراحی خطوط انتقال نیرو به شمار می رود.

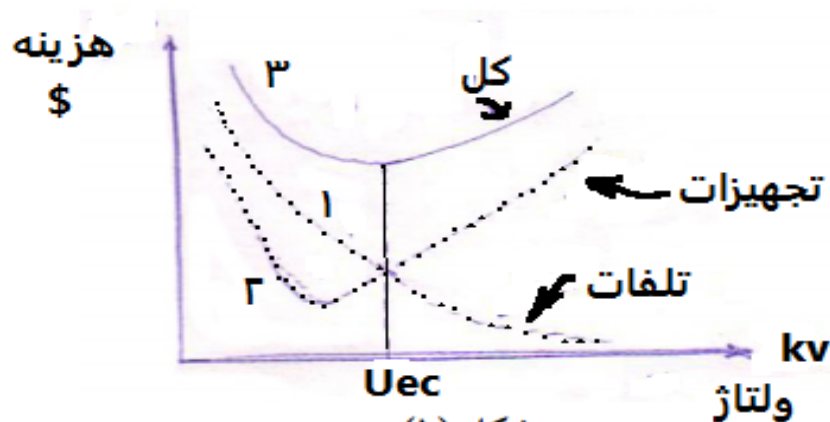
۱- انتخاب و لتاژ اقتصادی: و لتاژهای استاندارد شده انتقال نیرو در ایران ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلوولت می باشد. و لتاژهای فوق توزیع ۱۳۲ و ۶۳ کیلوولت و و لتاژهای توزیع ۲۰/۴ و ۲۰ کیلوولت تعیین شده اند. ۳۳ کیلوولت به جای ۲۰ کیلوولت در استان خوزستان ، و لتاژ ۱۱ کیلوولت در استان های خوزستان و فارس، سیستان و بلوچستان و ۶۶ کیلوولت به جای ۶۳ در فارس استفاده می شود.

انتخاب سطح ولتاژ اقتصادی

- تلفات توان رابطه مستقیم با جریان و امپدانس خط دارد.

$$P_{\text{Loss}} = R.I^2$$

در این رابطه P برحسب کیلوولت آمپر، R مقاومت سیم برحسب اهم، I برحسب کیلوآمپر می باشد. این رابطه در مورد تلفات قدرت در شبکه تکفاز و خطوط کوتاه صادق است و در صورت افزایش ولتاژ تا دو برابر ولتاژ موجود، جریان به نصف کاهش یافته و در نتیجه تلفات انرژی به علت رابطه مستقیم آن با مجذور جریان به یک چهارم مقدار قبلی خواهد رسید. بنابراین می توان گفت قابلیت انتقال خط با توان دوم ولتاژ رابطه مستقیم دارد و لذا انتقال انرژی زیاد فقط با ولتاژهای بالا اقتصادی خواهد بود.



شکل (۱)

تعیین ولتاژ اقتصادی به کمک رابطه استیل

تعدادی از روابط تجربی مورد استفاده در انتخاب ولتاژ:

الف) تعیین ولتاژ به کمک رابطه تجربی استیل: این رابطه با شناخت توان و طول خط

امکان محاسبه ولتاژ انتقال را در اختیار ما قرار می دهد.

$$U = 5.5 \sqrt{L + \left(\frac{S}{150}\right)}$$

U: ولتاژ انتقال بر حسب کیلو ولت.

L: مسافت بر حسب مایل (1mile=1.609km).

S: توان ظاهری مورد انتقال بر حسب کیلو ولت آمپر.

مثال: اگر طول خط انتقال ۱۶۰ کیلومتر و سطح ولتاژ انتقال ۲۳۰ کیلو ولت باشد، توان مورد انتقال بر حسب مگا ولت آمپر چقدر است؟

$$160\text{km}=100\text{mile}$$

$$230 = 5.5 \sqrt{100 + \left(\frac{S}{150}\right)}$$

روابط تجربی جهت تعیین ولتاژ انتقال

ج) رابطه تجربی جهت تعیین ولتاژ انتقال در مسافتات طولانی:

$$U = 20\sqrt{P}$$

در این رابطه P بر حسب مگا وات (MW) می باشد.

د) یک رابطه تجربی دقیق جهت تعیین ولتاژ انتقال:

$$U = 4 \times P^{0.45} \times \ln(L - 0.9)$$

در این رابطه L (طول خط) بر حسب کیلومتر میباشد.

$$1) U_e = 150\sqrt{P}\sqrt[3]{L}$$

$$2) U_e = \frac{1}{700}\sqrt{PL}$$

رابطه (۱)، به رابطه کلون و رابطه (۲)، به رابطه تجربی گشتاور بار معروف است.

هادی های متداول در خطوط انتقال نیرو

فصل چهارم: هادی های متداول در خطوط انتقال نیرو

در خطوط انتقال نیرو، هادی ها عامل اصلی انتقال انرژی الکتریکی می باشند. این هادی ها را بصورت رشته ای می بافند و برحسب مورد ممکن است جنس رشته ها فلزی از فولاد، آلومینیوم خالص یا آلیاژ آلومینیوم و یا ترکیبی از انواع رشته ها باشند. گر چه هدف اصلی از رشته ای نمودن، انعطاف پذیر نمودن آن در جریان ساخت، حمل و نقل و نصب می باشد، اما این اقدام، مزایا و معایب دیگری را به همراه دارد:

مزایا: انعطاف پذیری در جریان نصب، امکان بافت هادیها با آلومینیوم و فولاد، امکان ساخت هادیهایی با مقاطع متفاوت از یک اندازه رشته فلزی، امکان بافت هادی ها با ترکیب مختلفی از آلومینیوم و فولاد، تعادل حرارتی بهتر، افزایش جریان مجاز هادی برای وزن مشخصی از هادی، کاهش تلفات رشته های فولادی به دلیل متفاوت بودن جهت پیچش رشته ها در لایه های مختلف، کاهش تنوع اندازه هادیها، افزایش خاصیت خود مستهلک کنندگی هادیها، امکان ساخت هادیهایی با طول زیاد و امکان حمل و نقل بهتر.

تعداد رشته های هادی چند رشته ای / لایه ای

معایب: امکان نفوذ مواد معلق و آلوده در جداره های مختلف هادیها، افزایش شدت خوردگی در هادی های رشته ای، امکان پاره شدن رشته ها در اثر خوردگی، امکان پاره شدن رشته های بیرونی در اثر انواع نوسانات، امکان افزایش فواصل رشته تحت تاثیر عوامل حرارتی یا مکانیکی، بروز هر نوع جرقه بین هادیها با یکدیگر با بدنه برجها یا سیم محافظ و پاره شدن رشته ها .

• در هادیهای رشته ای اگر قطر رشته ها با هم برابر باشند، تعداد کل رشته های یک هادی را می توان از رابطه زیر بدست آورد:

n : تعداد لایه ها

N : تعداد کل رشته ها

اگر دو لایه باشد

$$N = 3n^2 - 3n + 1 = 7$$

مثال: هادی مقابل ۴ لایه است تعداد کل رشته ها را بدست آورید



هادی ACSR/GS

(۱) انواع هادیها:

(۱-۱) هادیهای ACSR/ GS :

(Aluminum Conductor galvanized Steel Reinforced)

این هادی ها ترکیبی از بافت رشته های آلومینیوم با درجه خلوص بالا و رشته های فولاد گالوانیزه که رشته های فولادی در لایه های مرکزی و رشته های آلومینیومی در لایه های بیرونی مورد استفاده قرار می گیرند. شاید در بیش از ۹۰٪ خطوط انتقال جهان از این نوع هادی استفاده می گردد. برای افزایش طول عمر این نوع هادی ها در مناطق آلوده بر حسب مورد معمولاً از انواع گریس به عنوان محافظ سیم استفاده می گردد.



ACSR/AS ACSR/AW

۱-۲) هادیهای ACSR / AS :

(Aluminum Conductor Aluminum Clad Steel Reinforced)

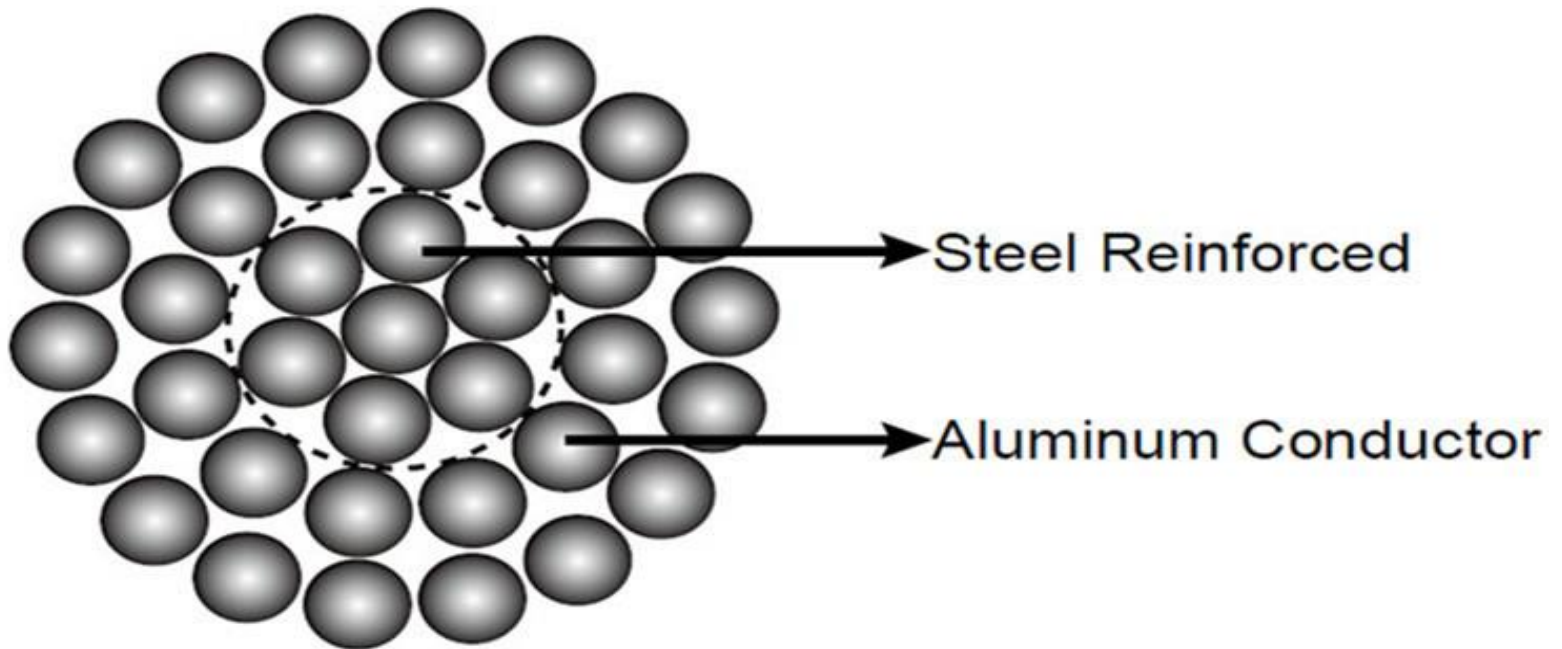
مشابه هادی های نوع اول می باشند با این تفاوت که مغزی آن از رشته های فولاد گالوانیزه به فولاد روکش آلومینیوم تغییر یافته است. در این روش، آلومینیوم جامد بدون اینکه ذوب شود بصورت روکشی روی سطح رشته های فولادی قرار می گیرد. ضخامت روکش آلومینیومی می تواند بر حسب مورد کم یا زیاد باشد. این هادیها در مناطقی با آلودگی و خوردگی بالا مورد استفاده قرار می گیرند.

۱-۳) هادیهای ACSR / AW :

(Aluminum Conductor Aluminum Coated Steel Reinforced)

این هادی مشابه حالت قبل است، با این تفاوت که به جای رشته های فولادی روکش آلومینیوم AS از نوع AW استفاده می گردد. در این روش برای تهیه رشته های فولادی AW، پودر مخصوصی از آلومینیوم روی سطح رشته ها فشرده شده ، بدون اینکه آلومینیوم ذوب گردد، با روش مخصوصی حرارت داده می شود. این نوع هادیها نیز مخصوص استفاده در مناطق آلوده است.

ACSR



هادیهای ACAR , AAAC

۴-۱) هادیهای AAAC :

(All Aluminum Alloy Conductor)

این نوع هادی ها از آلیاژهای مقاوم آلومینیوم ساخته می شوند و دارای مقاومت مکانیکی کمتری در مقایسه با انواع هادیهای ACSR می باشند، اما در مقابل این نقیصه مقاومت الکتریکی آن برای یک سطح مقطع معادل کمتر می باشد که در نتیجه تلفات الکتریکی آنها پایین تر می باشد. ضمناً این هادیها دارای مقاومت نسبی خوبی در مقابل خوردگی محیطی می باشند و در نتیجه در مناطقی با آلودگی بالا می توانند مورد استفاده قرار گیرند.

۵-۱) هادیهای ACAR :

(Aluminum Conductor Aluminum Alloy Reinforced)

این هادی ها ترکیبی است از رشته های آلیاژ مقاوم آلومینیوم در لایه های مرکزی و رشته های آلومینیوم با درجه خلوص بالا در لایه های بیرونی. مقاومت الکتریکی و مکانیکی این هادی ها از حالت قبلی کمتر می باشد و این هادیها نیز در مناطق آلوده مورد استفاده قرار می گیرند. البته ذکر این نکته ضروری است که کاربرد آنها در مناطقی با بار مکانیکی بالا در مقایسه با هادیهای نوع ACSR/AS یا ACSR/AW موجه نمی باشد.

استفاده از هادیهای AAAC به جای هادیهای ACSR

- هادیهای AAAC به طور گسترده ای در خطوط هوایی توزیع و انتقال در مناطق مجاور دریا و یا مناطقی که امکان بروز مشکلات خوردگی برای مغزی فولادی در هادیهای ACSR وجود دارد، کاربرد دارند.
- مهمترین مشکلات خوردگی در خطوط هوایی انتقال یا توزیع در هادیهای ACSR معمولی روی می دهد که عمدتاً به دلیل خوردگی گالوانیکی اجزاء مختلف تشکیل دهنده این هادیا است.
- با توجه به این قضیه، در بسیاری از موارد می توان با جایگزین کردن هادیهای تمام آلومینیومی AAC، AAAC و ACAR بجای هادیهای ACSR از بروز این نوع خوردگی در خطوط مربوطه ممانعت بعمل آورد. هر چند که این کار می تواند هزینه های سرمایه گذاری لازم برای نصب این خطوط را تا حدی افزایش دهد.

هادیهای مسی و آلومینیمی با درجه خلوص بالا AAC

۶-۱) هادیهای AAC :

(All Aluminum Conductor)

این هادی ها که تنها از بافت رشته های آلومینیوم با درجه خلوص بالا ساخته می شوند، چون مقاومت مکانیکی آنها پایین است و در خطوط انتقال نیرو کاربرد موثری ندارد و عمدتاً در کابل های زیر زمینی و یا ممکن است در برخی از شبکه های توزیع مورد استفاده قرار گیرند. گر چه مقاومت الکتریکی آنها در مقایسه با سایر انواع هادی های ذکر شده در قبل (برای مقطع کل برابر) کمتر می باشد اما محدودیت مقاومت مکانیکی آنها ، کاربرد این نوع هادیها را در خطوط هوایی تقلیل می دهد.

۷-۱) هادیهای مسی: این هادیها در خطوط انتقال نیروی هوایی کاربرد چندانی ندارند، اما در کابل ها و خطوط توزیع کاربرد گسترده دارند.



با توجه تعداد لایه ها تعداد رشته ها قابل محاسبه است : هادی از نوع ACSR می باشد

