طول تاب و جهت تاب و رابطه تاب با مقاومت الکتریکی هادی

ترجمه: الهام اعلایی (کارشناس مدیریت صنعتی)

جهت تاب با جهت چرخش دستگاه تابنده در هنگام فرآیند عملیات تاب تعیین می شود. روش معمول برای تعیین جهت تاب مشاهده سطح بیرونی هادی تابیده به صورتی است که یک سر هادی به سمت شما و سیم در حال دور شدن از شما باشد.

اگر رشته‌های تابیده در حال دور شدن از ناظر به سمت چپ بچرخند و حالت اریب همانند بخش میانی حرف "S" داشته باشند، به رسم قاعده از آن به جهت "S" نام برده می‌شود.

اگر رشته‌های تابیده در حال دور شدن از ناظر به سمت راست بچرخند و حالت اریب همانند بخش میانی حرف "Z" داشته باشند، از آن به عنوان جهت "Z" یاد می‌شود.

طول تاب:

هرگاه یک هادی بیش از یک لایه داشته باشد، اغلب طول تاب بیرونی‌ترین لایه را به عنوان تاب هادی در نظر می‌گیرند. در حالت تاب یکسان[1]، تاب هم تاب[2]، و هادی بانچ، طول تاب همه لایه‌ها با هم برابر است. در حالت هادی هم مرکز واقعی و هادی هم مرکز هم جهت، طول تاب لایه‌های داخلی کمتر است، این موضوع برای ساختارهای طناب فولادی نیز صادق است.

قواعد پذیرفته شده عام:

در ارتباط با طول تاب و جهت تاب هادی مقرراتی چند در استانداردهای ASTM, NEMA و استاندارد military وجود دارد. اما الزامات برای کاربردهای خاص متفاوتند.

جهت تاب لایه بیرونی: جهت تاب لایه بیرونی یا اجزاء تشکیل دهنده آن لایه غالباً "S" است. جهت های تاب لایه های داخلی به ساختار هادی (هم مرکز واقعی، هم تاب و....) بستگی دارد.

طول تاب لایه بیرونی: طول تاب لایه بیرونی رشته های تابیده یا اجزاء تشکیل دهنده آن برای کاربردهای مختلف، متفاوت است.

برای اغلب کاربردهای هادی، طول تاب‌های بین ۸ تا ۱۶ برابر قطر خارجی هر لایه در استاندارد ASTM B286 تعیین شده است. به طور کلی طول تاب‌های واقع در محدوده ۱۲ تا ۱۵ برابر قطر خارجی، برای حدود رواداری کمتر و کنترل بهتر الگوی هندسی هادی توصیه می‌شود. طول تاب های کمتر از ۱۲ برابر یا حتی کمتر از آن با عیب افزایش وزن واحد طول و افزایش مقاومت هادی مواجه است.

برای هادی ۷ رشته و کاربردهای بانچ که در آنها حدود رواداری محدود برای قطر هادی کمتر مورد توجه است، به کارگیری طول تاب های بیش از ۳۰ برابر قطر خارجی هادی متداول است. برخی اوقات طول تاب های بیشتر توسط مشتریان به جهت کاهش هزینه، زمان تحویل و ملاحظات وزن هادی ترجیح داده می شود.

ضرایب تابیدن برای افزایش وزن و مقاومت الکتریکی:

افزایش در وزن و مقاومت الکتریکی هادی در اثر تابیدن را می‌توان با روابط ریاضی محاسبه کرد. استاندارد ASTM از این افزایش به عنوان ضریب تابیدن یا "ضریب k" نام می‌برد که به عنوان "درصد بالا رفتن (افزایش) در وزن و مقاومت الکتریکی" تعریف می‌شود.

استانداردهای ASTM B8، B229، B231 و سایر استانداردها روشی را برای محاسبه K به صورت زیر پیشنهاد کرده اند:

$$K=100(m-1)$$

که در آن K میزان افزایش وزن و مقاومت الکتریکی و m نسبت جرم یا مقاومت الکتریکی طول واحد هادی تابیده به طول واحد هادی تک رشته با سطح مقطع یکسان یا به طول واحد هادی تابیده با طول بی نهایت (همه رشته ها به صورت موازی با محورهای هادی قرار گرفته اند.) است. فاکتور m هادی تابیده عبارت است از میانگین فاکتورهای مربوط به هر سیم تک رشته در هادی شامل هادی هم مرکزی مستقیم و بدون تاب، در صورت وجود (که برای آن فاکتور تاب برابر با عدد یک است).

فاکتور تاب m_{ind} برای هر سیم مورد نظر در یکی هادی

تابیده هم مرکز به صورت زیر محاسبه می شود:

$$m_{ind} = \sqrt{1 + \frac{9.8696}{n^2}}$$

که در آن:

(قطر مسیر مارپیچی سیم) / (طول تاب) = n

مثال: ضریب تاب برای یک هادی ۱۹ رشته برابر است با میانگین عددی ۱۹ رشته تکی.

m= (1+6m6+12m12)/19

که در آن:

$m_6 = m_{ind}$ محاسبه شده برای هر یک از ۶ رشته لایه داخلی

$m_{12} = m_{ind}$ محاسبه شده برای هر یک از ۱۲ رشته لایه خارجی

ارتباط وزن و مقاومت هادی:

در مورد هادی مسی رابطه زیر برای محاسبه وزن واحد طول هادی به کار می‌رود:

w=n π d²/4×8.89×1.01

که در آن:

n= تعداد رشته های هادی

d= قطر هر رشته سیم در هادی

1.01= ضریب افزایش طول هادی در اثر تاب به طور تقریبی (که با توجه به موارد قبلی و ضریب تاب اعمال شده قابل محاسبه است).

از طرفی برای محاسبه مقاومت الکتریکی هادی رابطه زیر را به کار می‌بریم:

$$n\,\pi\frac{d^2}{4} = \rho\,\frac{w}{8.89\ \times 1.01}$$

$$R = \rho\,\frac{L\ \times 1.01}{n\,\frac{\pi\,d^2}{4}}$$

$$R = \rho\,\frac{1.01}{\frac{w}{8.89} \times 1.01}$$

$$\rho = 17.241 \rightarrow R = \frac{156.35}{w}$$

همان گونه که ملاحظه می‌شود با کاهش طول تاب، وزن و مقاومت هادی هر دو افزایش خواهد یافت. میزان اثر طول تاب با استفاده از ضریب m با دقت مناسب قابل محاسبه است.

در مورد هادی آلومینیومی وزن واحد طول هادی برابر است با:

w=n π d²/4×2.71×1.01

n و d همان مقادیر گفته شده در رابطه وزن هادی مسی است.

مقاومت الکتریکی هادی از رابطه زیر به دست می آید:

$$R = 28.169 \times \frac{1.01}{\frac{w}{2.71} \times 1.01}$$

$$R = \frac{77.87}{w}$$

نتیجه: برای برآورد کردن میزان مقاومت اهمی هادی در کابل مسی و آلومینیومی کافی است از روابط فوق استفاده کنیم و با توجه به ضرایب تاب اعمال شده تجدید نظر در روابط مورد نظر الزامی است.

پی‌نوشت‌ها:

1- Unilay

2- Equilay