

## کابل های کواکسیال با هادی آلومینیومی و روکش مس

### چکیده:

در این مقاله کابل کواکسیال با هادی مس و کابل کواکسیال هادی آلومینیومی و روکش مس مورد تحقیق و بررسی قرار می گیرد و در مورد مزایا، معایب و روش تولید این نوع کابل ها توضیحاتی ارائه می شود. کابل هادی آلومینیومی با روکش مس شامل یک هسته آلومینیومی با لایه محکمی از مس است که به صورت پیوند فلزی با آلومینیوم درهم آمیخته باشد. درصد و ضخامت مس و آلومینیوم در هادی آلومینیومی با روکش مس، ممکن است در کارخانه های مختلف، متفاوت باشد، ولی برای بکارگیری هادی آلومینیومی با روکش مس در کابل، این ضخامت اغلب به صورت 10 % حجمی یا 27 % وزنی مس است. فناوری که عموماً بکار می رود، از شمشال ترکیبی آغاز می شود که پس از آن با نورد کردن و در پی آن عملیات کشش به صورت سیم تبدیل می گردد. این نوع هادی فقط به دلیل اقتصادی بودن بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد.

در کابل کواکسیال هادی آلومینیومی با روکش مس ( بویژه در شیلد کابل به صورت بافت)، برای بالا بردن استحکام کششی، آلومینیوم مورد استفاده آلیاژی با عنصر منیزیم است که با کم ترین نفوذ آب یا رطوبت هوا سریعاً ترکیب و باعث اکسید شدن می شود و اکسید شدن عمر کابل را کاهش می دهد. در بخش هایی از مقاله توضیحات مربوط ارائه میشود.

در این مقاله سعی بر آن است که با توجه به معایب هادی آلومینیومی با روکش مس، استفاده نکردن از این نوع هادی حتی الامکان توصیه شود، مگر این که 27 % حجمی و یا 10 % وزنی از مس باشد و این درصدها ترجیحاً رعایت شود. در انتها توصیه می شود هادی آلومینیومی با روکش مس در سایزهای پایین در سیم و کابل مصرف نشود و در فرآیند تولید، اعم از هادی سازی یا روکش زنی در برابر نفوذ آب یا رطوبت هوا محفوظ نگه داشته شود.



### مقدمه

کابل هم محور یا کابل کواکسیال Coaxial Cable کابلی است دارای یک رسانای داخلی که توسط یک عایق انعطاف پذیر محصور شده و روی این لایه منعطف نیز توسط یک رسانای نازک برای انعطاف کابل، به هم بافته شده است.

همه این اجزا، در داخل روکش دیگری جاسازی می شوند. این کابلها دارای امپدانس مخصوص به خود هستند. برای مثال کابل ۵ اهمی یا ۷۵ اهمی، کابل مورد استفاده در آنتن ماهواره های خانگی و تلویزیو نها، همگی از نوع کواکسیال ۷۵ اهمی هستند. میزان امپدانس و برخی اصطلاحات دیگر معمولاً بر روی روکش کابل چاپ می شود. یکی از مشخصات بارز کابل کواکسیال این است که در حالت گیرندگی هیچ نویزی نتواند در طول کابل وارد آن شود و در حالت فرستندگی هیچ تشعشع و تابشی در طول کابل دیده نشود، یعنی موج انتقالی کاملاً محافظت شود. کابل کواکسیال یکی از مهمترین و قدیمی ترین محورهای انتقال داده در پروژه های شبکه مخابراتی و محیط های دیگر است و از سال ۱۹۳۶ مورد استفاده قرار می گیرد. این کابل ها در حال حاضر در شبکه های داخلی آنتن مرکزی یا سیستم های دوربین مدار بسته آنالوگ بکار برده می شوند. این کابل از دو سیم تشکیل شده: یک سیم مغز مفتولی و یک لایه مسی که

اطراف آن تشکیل شده است که البته این دو سیم توسط مواد پلی اتیلن ساده، فوم یا مواد عایقی مناسب از هم جدا شده اند. همان طور که در تصویر مشاهده می کنید، اکثر کابل‌های انتقال تصویر (کواکسیال) در سیستم‌های دوربین مداربسته و آنتن تلویزیون از پنج لایه تشکیل شده است که عبارتند از:

- ۱- غلاف بیرونی
- ۲- لایه مسی بافتی
- ۳- لایه محافظ به صورت فویل آلومینیوم
- ۴- لایه عایق جدا کننده بین دو سیم
- ۵- هادی مرکزی مسی

انواع کابل کواکسیال استفاده شده در شبکه های دوربین مداربسته عموماً RG58-RG59-RG60 هستند که هر کدام توانایی برد تا مسافتی حدود ۵۰۰ متر را نیز دارند و معمولاً حداکثر پهنای این نوع کابلها تا ۳۰۰ مگا هرتز است و دوام و پایداری خوبی دارند. چند نمونه از مزایا و معایب کابل های کواکسیال عبارتند از:

### مزایای کابل های کواکسیال

- ۱- قابلیت اعتماد بالا
- ۲- ظرفیت انتقال بالا، حداکثر پهنای باند 300 مگاهرتز
- ۳- دوام و پایداری خوب
- ۴- پایین بودن هزینه های نگهداری
- ۵- قابل استفاده در سیستمهای آنالوگ و دیجیتال
- ۶- هزینه پائین در زمان توسعه
- ۷- پهنای باند نسبتاً وسیع که مورد استفاده اکثر سرویس های مخابراتی از جمله تله کنفرانس صوتی و تصویری است.

### معایب کابل های کواکسیال

- ۱- مخارج زیاد نصب

۲- نصب مشکل تر نسبت به کابل های به هم تابیده

۳- محدودیت فاصله

۴- نیاز به استفاده از لوازم خاص برای انشعاب ها چنانچه دو فلز غیر هم جنس در مجاورت با یکدیگر

قرار

گیرند، به علت وجود رطوبت املاح در محیط، تشکیل پیل الکتروشیمیایی داده و یکی از فلزات نقش آند یا قطب مثبت (فدا شونده) و دیگری نقش کاتد یا قطب منفی (حفظ شونده) را ایفا می کند. فلز آلومینیوم تنها در برابر دو فلز نقش کاتد دارد و در مجاورت مابقی فلزات نقش آند داشته و خورده می شود. در مناطق

ساحلی به علت وجود رطوبت زیاد یون های کلراید واکنش الکتروشیمیایی بین مس و آلومینیوم به وجود می آید و پوشش فلز مس از بین می رود و سپس اکسید شدن بین آلومینیوم و مس ایجاد و آلومینیوم فدا می شود و پودر سفید رنگ پرحجمی اطراف رشته های آلومینیوم ایجاد می کند که با چشم قابل مشاهده است. با توجه به توضیحات داده شده، اکسید شدن در مناطق ساحلی و رطوبت دار بسیار شدیدتر است.

در کابل های آلومینیومی اگر به هر دلیلی منافذ یا سوراخهایی روی روکش کابل ایجاد شود و یا قسمت هایی از روکش لخت شود آب به صورت طولی داخل هادی نفوذ کرده و روکش تبخیر آب ایجاد نشده و خوردگی هادی شدیدتر می شود.

کابل با هادی آلومینیوم و روکش مس برای تولید کابل های مخابراتی نسبت به کابل های کواکسیال بهتر است، چون قطر هادی در کابل مخابراتی حداقل  $0.4-0.6$  متر است، در حالی که در کابل کواکسیال قطر هادی شیلد خیلی کم و  $0.11-0.14$  میلیمتر است. در قطرهای کم، احتمال اکسید شدن و از بین رفتن کابل بسیار زیاد است، ولی در زمان تولید (اکسترودر عایق، هادی سازی، نگهداری هادی، پس از خروجی هادی از هادی سازی) از نفوذ آب و رطوبت جلوگیری میشود، چون اگر نفوذ آب یا رطوبت هوا در زمان تولید به هادی آلومینیوم با روکش مس رخ دهد، باعث کاهش عمر یا از بین رفتن کابل می گردد.

### بررسی عوامل خراب شدن کابل کواکسیال با هادی آلومینیومی با روکش مس در فرآیند تولید

یکی از محصولات تولیدی در صنعت سیم و کابل در ایران تولید کابل کواکسیال است. در گذشته جنس هادی های کابل کواکسیال تولیدی از مس بود، ولی در چند سال اخیر به دلیل کاهش هزینه ها و اقتصادی

بودن برای تولید کننده و مصرف کننده، کابل های کواکسیال با هادی های آلومینیومی با روکش مسی بیشتر رایج شدند. از آنجا که مس و آلومینیوم از نظر هدایت الکتریکی با یکدیگر تفاوت زیادی دارند و قیمت

مس نسبتاً بسیار بیشتر از آلومینیوم است، تولید کنندگان را به تولید این نوع کابل سوق می دهد. ولی امروزه اکثر تولید کننده ها که بیشتر بحث کیفیت را بر کمیت ترجیح می دهند، کابل کواکسیال با هادی آلومینیومی یا آلومینیومی و روکش مس را ترجیحاً تولید نمی کنند و کابل کواکسیال هادی مرکزی و شیلد مسی را برمی گزینند، چون کابل های کواکسیال با هادی های آلومینیوم و روکش مس به دلیل گذشت اندک زمانی با اکسیژن ترکیب شده و به عبارت دیگر اکسید می شود که در اثر آن رشته های شیلد کابل گسسته می شود، به طور مثال اگر برای انتقال تصاویر در تلویزیون استفاده شود. برای آنتن بکار گرفته میشود و موجب ضعیف شدن سیگنال و نهایتاً عدم نمایش تصویر در تلویزیون می گردد.

آلومینیومی که در کابل با هادی آلومینیوم و روکش مس استفاده می شود، ترکیبی از منیزیم نیز دارد و منیزیم عمل اکسیداسیون را تسریع می کند. یکی از مهم ترین موارد در زمینه کابل با هادی آلومینیوم و روکش مسی این است که در زمان تولید به هیچ وجه آب به داخل کابل نفوذ نکند، چون آب باعث تسریع در تخریب هادی می شود. از جمله مواردی که می توان اشاره کرد این است که هادی آلومینیومی با روکش مس که در مرحله تولید (کشش) پس از خروج از خط باید به طور کامل توسط خشک کن مخصوص خشک شده و روی قرقره هادی با سلفون یا نایلون پوشانده شود تا هادی از نفوذ رطوبت هوا محافظت شود و عمل اکسیداسیون روی ندهد. در مرحله اکسترودر (عایق یا روکش) باید دقت شود که آب به درون کابل زیر روکش نفوذ نکند، چون این محصول با نیپل شلنگی تولید می شود و ممکن است پس از خروج از کلگی و یا داخل وان آب سوراخ یا منافذ خیلی ریزی در روکش ایجاد شود که با چشم غیر مسلح نیز قابل مشاهده نباشد که آب یا رطوبت جزئی به زیر روکش کابل نفوذ کرده و پس از تولید موارد آزمون را با موفقیت طی کرده و هیچ گونه مورد و مشکلی نداشته باشد، ولی به مرور زمان این رطوبت یا آب کم موجب اکسید شدن کابل می گردد و یا پس از استفاده عیوب خود را نشان می دهد. شکل ۲ نمونه کابلی با هادی آلومینیومی با روکش مس را نشان می دهد، هیچ گونه آب یا رطوبتی در زمان تولید به داخل کابل نفوذ نکرده است.



شکل ۲. در کابل کواکسیال فوق هیچ گونه آب و رطوبت در مراحل تولید به این کابل نفوذ نکرده است

شکل زیر نمونه کابلی را نشان می دهد که با هادی آلومینیومی و روکش مس ساخته شده و آب یا رطوبت هوا در زمان تولید یا پس از تولید به داخل کابل نفوذ کرده است. اگر آب یا رطوبت هوا به داخل کابل نفوذ کند، باعث می شود آلومینیوم با رطوبت هوا یا آب داخل کابل اکسید شده و چون آلومینیوم مورد استفاده در این نوع از آلومینیوم آلیاژ دارای منیزیم است منیزیم نیز عمل اکسیداسیون را تسریع می کند و هادی های شیلد کابل کواکسیال پس از اکسید شدن به پودر سفید رنگ تبدیل شده که با چشم قابل مشاهده است.



شکل ۳. در این کابل در فرآیند تولید آب به داخل کابل کواکسیال نفوذ کرده و موجب اکسید شیلد شده و هادی آلومینیوم با روکش مس به پودر سفید تبدیل شده است



شکل ۴. در کابل فوق در فرآیند تولید، آب به داخل کابل کواکسیال نفوذ کرده و رشته های شیلد هادی آلومینیوم با روکش مس تکه تکه شده است

امروزه کابل های کواکسیال تولیدی و موجود در بازار از نوع هادی مرکزی از جنس مس و شیلد آلومینیوم از جنس روکش مس است. یکی از مواردی که در کابل های کواکسیال باید توجه بیشتری به آن شود، این است که از انبار کردن آن در محیط مرطوب و نمناک یا در هوای آزاد خودداری شود، زیرا در صورت انبار کردن آنها در این محیط ها، آلومینیوم با رطوبت هوا ترکیب شده و در آلومینیوم اکسیداسیون رخ میدهد. مورد آخر که در کابل های کواکسیال با هادی آلومینیومی با روکش مس باید متذکر شد این است که به ابتدا و انتهای آنها که با کانکتورهای مربوطه اتصال داده می شود، دقت شود، زیرا در اتصالات ابتدایی و انتهایی احتمال اکسید شدن وجود دارد ممکن است با رطوبت هوا ترکیب شود و موجب از بین رفتن کابل گردد.

### نتایج و پیشنهادات:

آنچه از مقالات و مباحث در مورد کابل کواکسیال با هادی آلومینیومی و روکش مس دریافت میشود آن است که حداقل ضخامت اغلب مس به صورت 10 % حجمی و یا 27 % وزنی مس رعایت شود، ولی در برخی از تولیداتی که در بازار موجود میباشد این درصدها رعایت نشده است و یکی از عوامل کاهش عمر این نوع کابلها رعایت نکردن درصدهای ذکر شده است.

در حالی که همه تولیدکنندگان ادعا دارند کابل کواکسیال تولیدی هیچ گونه مورد و مشکلی ندارد، اما اکثر مصرف کنندگان از این کابل ها راضی نیستند. پس از تحقیق و بررسی می توان نتیجه گیری کرد که شکایت مشتری منطقی و درست است و نکته ای که بسیار حایز اهمیت است، این است که اکثر پیمانکاران

یا فروشندگان به مشتری توضیح نمیدهند که این کابل با هادی آلومینیوم و روکش مس تولید شده است. بنابراین پیشنهاد می شود با استفاده از روشی، وجه تمایز این کابلها از سایر کابلهای کواکسیال مشخص گردد تا برای مصرف کننده ها مشخص و معلوم شود.

مصرف کننده گانی که استفاده از کابل کواکسیال با هادی مسی را نسبت به کابل کواکسیال با هادی آلومینیومی و روکش مس ترجیح می دهند، هر چند هزینه بیشتری پرداخت میکنند، اما این هزینه بیشتر موجب بالا رفتن عمر کابل و کارایی بهتر آن میشود. ولی مصرف کننده هایی که کابل کواکسیال با هادی آلومینیومی و روکش مس را ترجیح می دهند، گرچه هزینه را کاهش میدهند، اما این کاهش هزینه ضرر و زیانش را پس از اندک زمانی نشان میدهد. مثلاً اگر از کابل کواکسیال با هادی آلومینیومی و روکش مس در تلویزیون استفاده شود، پس از مدتی سیگنال تلویزیون ضعیف میشود و بررسی یها نشان میدهد که هادی کابل کواکسیال با رطوبت هوا ترکیب و اکسید شده و باید تعویض شود. بنابراین متوجه می شویم با وجود هزینه پائینتر، استفاده از کابل های کواکسیال با هادی آلومینیومی و روکش مس مقرون نیست و باعث دور ریختن سرمایه های ملی میشود. نگارنده مقاله از تولید کنندگان محترم، مصرف کنندگان، اداره استاندارد ایران و انجمن سیم و کابل تقاضا دارد دست به دست هم از تولید و عرضه این کابلها جلوگیری کرده و در صورت نیاز، تولیدی مطابق با استاندارد جهانی داشته باشند.

#### منابع:

- ۱- پورعبداله، محمد باقر (تابستان " ) 1393 هادی آلومینیومی با روکش مس"، نشریه داخلی صنعت سیم و کابل شماره 56
- ۲- گل سرخی، فریا و شمس، بهرام "معرفی و زمینه های کاربرد کابل های هم محور"



تحلیلی از: مهندس اصغر خدمت لو (کارشناس ارشد - برق قدرت)

نشریه داخلی صنعت سیم و کابل

انجمن صنفی کارفرمایی تولیدکنندگان سیم و کابل ایران

شماره شصت و دوم

دنیای صنعت برق

[www.sbargh.ir](http://www.sbargh.ir)

