

تاریخچه مختصری از سیر تکاملی کابل های قدرت

مسعود آسا

(کارشناس ارشد مهندسی برق)



K.V ۶۶ را بسازد. در دهه ۳۰ قرن بیستم، قبل از شروع جنگ جهانی دوم، کامپوند PVC، به صنعت کابل سازی وارد شد و اولین کابل های ولتاژ پایین با عایق و روکش PVC، توسط شرکت زیمنس siemens AG، به نام تجاری protodur به بازار عرضه شدند. ولی عایق کابل های فشار قوی همچنان عایق کاغذ روغنی (بدون فشار یا تحت فشار) بود. یکی از مشکلات عمده کابل های فوق، لزوم نگهداری و مراقبت دائمی از آنها در طول بهره برداری است. اگر چه به سادگی مواردی نظیر نشت روغن از سرکابل ها به علت های مختلف از جمله اختلاف سطح دوسر کابل (نصب کابل در منطقه های شیب دار) یا ایجاد سوراخ در غلاف (به علت آسیب های مکانیکی پس از نصب) و نشت تدریجی روغن، باعث ایجاد شکست عایقی کابل می شد. در سال ۱۹۴۹ به جای بکارگیری روغن های سیال برای اولین بار از کاغذهای آغشته به روغن (اشباع شده در روغن های ویسکوز Mass-Impregnated) در کابل های فشارقوی استفاده شد. به این ترتیب، کابل های فشار قوی تا سطح ولتاژ K.V ۲۷۵، در سال ۱۹۵۴، ساخته و در سال ۱۹۵۹ برای اولین بار در شبکه برق آلمان مورد استفاده عملی قرار گرفت.

تا دهه ۵۰ قرن گذشته، مصرف آلومینیوم در صنعت کابل سازی عمدتاً منحصر به خطوط هوایی بود. ولی در این دهه آلومینیوم، هم به عنوان رسانا و هم به صورت غلاف کابل های فشار قوی به طور گسترده ای مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۹۶۱ انگلستان برای اولین بار از طریق یک کابل DC دریایی با ولتاژ K.V ۱۰۰ به فرانسه وصل شد. اولین کابل K.V ۴۰۰ با عایق کاغذ روغنی Mass-Impregnated در سال ۱۹۶۵ ساخته و در سال ۱۹۶۹ برق دار شد. در دهه ۷۰ قرن بیستم با افزایش دانش بشر و گسترش استفاده از پلیمرهای مهندسی شده، روش های کراس لینک کردن پلی اتیلن و انواع لاستیک های Butyl, EPR, EPDM متداول شد. همان طوری که ذکر شد، از مدتها قبل این مواد به عنوان عایق کابل های فشار ضعیف و فشار قوی به کار می رفت، ولی نقطه ضعف این مواد که همانا گرمانرم (Thermo Plastic) بودن آنها بود، کاربری این مواد را محدود می کرد. با

هم زمان با اختراع دینام و تولید انرژی برق (دهه ۸۰ قرن نوزده)، نیاز به کابل به عنوان ارتباطی بین تولیدکننده و مصرف کننده احساس می شد. کابل های اولیه دارای ساختمان بسیار ساده و ابتدایی بوده اند. این کابل ها متشکل از سیم های عایق شده، عمدتاً توسط نوعی کائوچو طبیعی (Gutta Percha) بود، که به یکدیگر تابیده می شدند. به تدریج الیاف بافته شده بر روی سیم که با رزین آغشته می شدند، جایگزین این عایق ها شد. بعدها ولکانیزه کردن کائوچو (Rubber)، در صنعت متداول و عایق های لاستیک ولکانیزه شده، به عنوان عایق مطمئن تر در کابل ها به کار گرفته شد. اولین کابل با ولتاژ K.V ۱۰، در ۱۸۹۰ ساخته شد. عایق این نوع کابل نوارهای کاغذ پیچیده شده روی رسانا بود که در غلافی پر از روغن قرار داشتند (عایق کاغذ روغن). در حقیقت، در این کابل ها عایق اصلی همان روغن است پیچیدن لایه های مختلف کاغذ، بر روی رسانا دو نقش مهم دارد. اول: موقعیت مکانی رسانا کابل را در وسط غلاف که عمدتاً فلزی (سربی) است، تثبیت می کند و فاصله آن را از هر طرف با غلاف که به زمین اتصال دارد، حفظ می کند. دوم: قرار گرفتن لایه های مختلف کاغذ، بین رسانا و غلاف (ارت) ولتاژ شکست عایق که همان روغن باشد را بالا می برد. این آزمایشی بود که در آن زمان شخصی به نام فرانتی (Ferranti)، انجام داد و به همین خاطر، او را مبتکر کابل با عایق کاغذ روغنی می شناسند. در ادامه ابتکار فرانتی (Ferranti)، در سال ۱۹۱۴، شخصی دیگری به نام هوخ اشتادر (Hochstadter)، با به کارگیری یک لایه فویل آلومینیوم بر روی لایه بیرونی کاغذها، باعث اسکرین شدن عایق کابل و در نتیجه خطی شدن میدان های الکتریکی داخل عایق شد. این امر کمکی بود که ولتاژ کابل ها افزایش یابد و کابل K.V ۳۳ ساخته شود.

کابل های فشار قوی با عایق کاغذ روغنی به علت سادگی در روش ساخت، سریعاً فراگیر شدند و برای تولید کابل های با ولتاژ بالاتر تلاش هایی صورت گرفت. در سال ۱۹۲۶، فردی به نام امانول (Emanueil)، با تحت فشار قرار دادن روغن داخل غلاف کابل، توانست نقطه شکست عایق را افزایش و کابل های

روغنی برای کابل با ولتاژ بالاتر از ۵۰۰ K.V یا کابل ولتاژ بالای DC مثل کابل‌های دریایی هنوز مورد استفاده قرار می‌گیرند. در دو دهه آخر قرن بیستم تحقیقات گسترده‌ای در جهت ساخت سوپر کاندکتیوها (Super Conductive) انجام گرفت. در نهایت دانش بشری به نوعی سوپر کاندکتیو گرم در درجه حرارت ۱۷۰- درجه سانتیگراد دست یافت. شرکت‌های پیشرو در صنعت کابل‌سازی نظیر Nexans در اوایل قرن بیست و یکم یعنی سال ۲۰۰۱ اولین کابل فشار متوسط با رسانای سوپر کاندکتیو را ساختند. متأسفانه کابل‌ها با رسانای سوپر کاندکتیو فقط در طول‌های کوتاه و محیط‌های کنترل شده قابل استفاده‌اند. امکانات لازم برای سرد نگهداشتن رسانای کابل در ۱۷۰- درجه سانتیگراد برای طول‌های بلند (چندین کیلومتر) و در شرایط محیطی مختلف نه امکان‌پذیر است و نه اقتصادی. بنابراین حداکثر طول کابل با رسانای سوپر کاندکتیو نصب شده تا به امروز یک کیلومتر بوده که در تأسیسات شهری Essen آلمان در سال ۲۰۱۳ نصب و در سال ۲۰۱۴ برق‌دار شده. این کابل توسط شرکت LIPA CABLE در سال ۲۰۰۸ ساخته شده.

ابداع روش‌های کراس‌لینک، مواد فوق و تبدیل آنها به مواد گرماسخت (Thermo Set)، محدودیت‌ها کم‌تر شد. دیگر گرم شدن رسانایی کابل بر اثر بارهای لحظه‌ای یا پیک بار آسیب نمی‌دیدند. کاربری این مواد به خصوص پلی‌اتیلن کراس‌لینک شده XLPE، در کابل‌های فشار قوی و سپس فشار ضعیف به سرعت گسترش یافت و خطوط تولید برای کراس کردن هم زمان در اروپا نصب شدند. اولین خطوط کراس لینک در آلمان و در کارخانه AEG KABEL در سال ۱۹۷۰ راه اندازی شد. در ابتدا عایق XLPE تا ولتاژ ۶۶ K.V به کار گرفته می‌شد. زیرا برای ولتاژهای بالاتر قابل اطمینان نبود. همچنان برای کابل‌هایی با ولتاژ بالاتر از عایق کاغذ روغن استفاده می‌شد. در دهه پایانی قرن گذشته با پیشرفت در ساخت مواد عایقی بسیار تمیز (Supper Clean) و تخصصی‌تر امکان تولید کابل‌های فشار قوی با عایق XLPE تا سطح ولتاژ ۵۰۰ K.V فراهم شد. به جرأت می‌توان گفت که عایق XLPE امروزه به یکی از بهترین و بی‌رقیب‌ترین مواد عایقی در کابل‌های فشار ضعیف L.V و فشار قوی H.V حتی فوق فشار قوی E.H.V تبدیل شده در کابل‌های DC تا ولتاژ ۵۰۰ K.V امروزه از نوعی مواد XLPE مهندسی شده استفاده می‌شود. امروزه عایق کاغذ

نظر خواهی

اعضای هیئت تحریریه به منظور ارتقاء سطح کیفی مطالب مندرج در نشریه از نظرات و پیشنهادهای مخاطبین محترم استقبال می‌نمایند.

خواهشمند است با ارائه نقطه نظرات، پیشنهادها و انتقادهای خود، ما را در این زمینه یاری فرمائید.

دریافت پیشنهادها و کتبی، راهگشای ما در تدوین مطالب مورد نظر شما در شماره‌های آینده نشریه خواهد بود.