صنعت نفت
Oilindustry.ir
CLICK HERE

کابل‌های دریایی

مترجم و نویسنده: محمدرضا نجفی زاده

در سال ۱۸۴۳ میلادی اولین کابل تلگراف زیرآبی با عایق گوتاپرچا Gutta Percha برای عبور از رودخانه‌ها و نواحی ساحلی دریا به کار گرفته شد. در سال ۱۸۵۰ میلادی اولین خط تلگراف زیر آبی بین فرانسه و انگلستان احداث گردید. از این تاریخ به بعد احداث خطوط تلگراف و تلفن و پس از آن مخابرات دیجیتال از طریق فیبر نوری به عنوان راهی اقتصادی و ایمن بر بستر دریا و اقیانوس‌ها سایه افکند، انتقال توان الکتریکی به تاسیسات زیر آبی یا عبور کابل‌های انتقال نیرو از عرض رودخانه‌ها و دریاها و در نهایت تحقیقات اقیانوس شناسی و مونیتورینگ مخازن نفت و گاز فراساحلی با شتاب فزآینده‌ای بستر رودخانه‌ها، دریاها و اقیانوس‌ها را به شاهراه عبور اطلاعات مخابراتی و رایانه ای و عبور انرژی الکتریکی تبدیل کرده است.

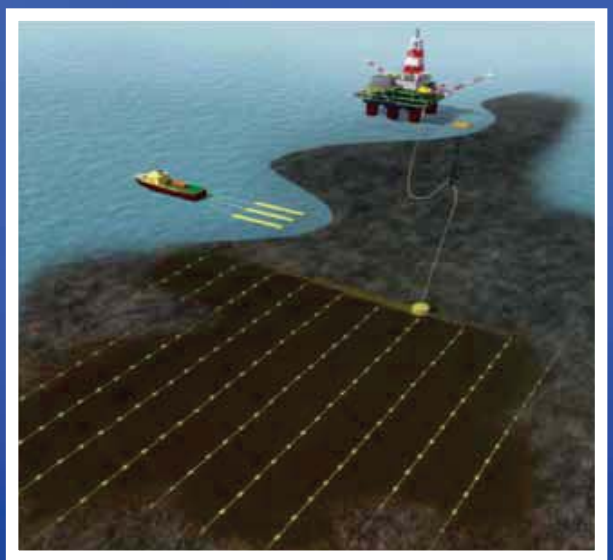
■■■

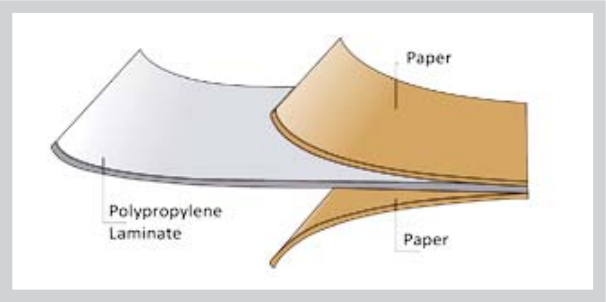
مهمترین مشخصه کابل‌های دریائی، ساختمان مقاوم آنها درمقابل نفوذ آب، مقاومت در مقابل فشار آب و مقاوم بودن در مقابل خوردگی آب دریا می‌باشد، کابل‌های بستر دریا دارای یک پوشش ضخیم پلیمری و پوشش زره فولادی با ضخامت در حدود ۲ سانتی متر می‌باشند، این پلیمر برای اعماق کم تا ۵۰ متر می‌تواند از HDPE ساخته شود و برای عمق بالاتر Polyether-Polyurethane در عمق بسیار زیاد تا ۵۰۰۰ متر پلی یورتان تقویت شده Reinforced Polyurethane مناسب می‌باشد. این پوشش بایستی علاوه بر مقاومت در مقابل خوردگی و نفوذآب توان تحمل ده‌ها آتمسفر فشار را نیز داشته باشد.

کابل‌های زیر دریائی را می‌توانیم به کابل‌های ابزاردقیق و کنترل، کابل‌های فیبر نوری، کابل‌های قدرت و کابل‌های ترکیبی Hy-brid تقسیم نمائیم، کابل‌های هایبرید دارای کاربرد بیشتری نسبت به سایر کابل‌ها می‌باشند، این کابل از هادی‌های قدرت، رشته سیم‌های کنترل و رشته‌های فیبر نوری در داخل یک پوشش سود می‌برد، ضمن آنکه گاهی شیلنگ‌های هیدرولیک یا پنوماتیک نیز در داخل پوشش نهائی کابل/ لوله‌های هیبریدی قرار می‌گیرند، در این حالت علاوه بر صرفه‌جوئی و اقتصادی‌تر شدن قیمت کابل به دلیل قرار گرفتن سیم‌های کنترل در کنار هادی‌های قدرت در صورت آسیب دیدن کابل خطای Fault اتفاق افتاده سریع‌تر حس شده و ضمن کاهش میزان خسارت مرکز کنترل می‌تواند با هزینه کمتری نسبت به برطرف کردن آسیب وارده به کابل و استفاده مجدد از آن اقدام نماید.

مونیتورینگ Monitoring مخازن هیدروکربوری در کف دریا و اقیانوس‌ها یکی از کاربردهای جدید کابل‌های فیبر نوری می‌باشد. در این فناوری(شکل پائین) بستر دریا توسط رشته‌های فیبر نوری در ۳ محور مختلف فرش می‌گردد، این مجموعه ماتریسی توسط یکسری رشته‌های فیبر نوری به ایستگاه اصلی که معمولاً تاسیسات سرچاهی دریائی Platform یا کشتی ویژه می‌باشد، منتقل می‌گردد و در آنجا توسط نرم افزارهای ویژه ای به اطلاعات مورد نظر تبدیل می‌شوند.

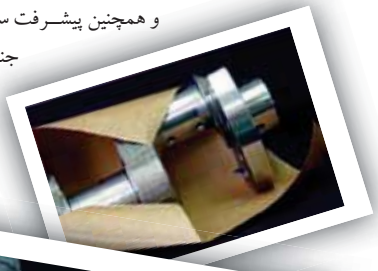
در ادامه برخی از انواع کابل دریائی به ویژه کابل‌های انتقال قدرت DC با ولتاژ بالا، اتصالات دریائی و کشتی‌های کابل انداز را معرفی خواهیم کرد، درآنجاخواهید دید که کابل‌های سایز بالا معمولاً از زره یک پارچه فولادی شبیه یک لوله فولادی سود می‌برند و این زره استحکام کابل را به میزان بسیار زیادی بالا می‌برد.



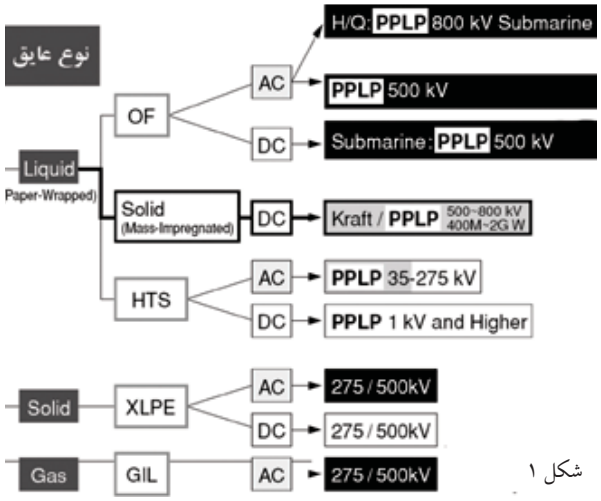


کابل با عایق کاغذی Paper Cables

کابل با عایق کاغذی دارای دو دوره کاربرد متفاوت می‌باشد. در دوره اول که از سال ۱۸۷۲ میلادی شروع شده است، کابل با عایق کاغذی یا کاغذ آغشته به روغن به عنوان عایق به ویژه برای ولتاژ بالا مورد استفاده قرارگرفته است، کارکردن با این نوع از کابل به واسطه روغن موجود درآن از یک طرف سخت‌تر از کار با سایر کابل‌ها می‌باشد و از طرف دیگر در اثر گرما همیشه در انتهای کابل مقداری از روغن تبخیرمی‌شود که باید در نگهداری به آن توجه شود، به واسطه همین مشکلات و همچنین پیشرفت سریع تکنولوژی ساخت عایق‌های از جنس PE, PVC و XLPE و آسانی تولید وکار بااین عایق‌ها به تدریج استفاده از کابل‌های کاغذی محدود گردیده است، عایق مورداستفاده در



کابل‌های کاغذی در ولتاژهای بالای ۱۲هزارولت تحت تاثیر فشار الکتریکی کارائی خود رابه سرعت از دست می‌دهند، به همین دلیل به ندرت از این این کابل در ولتاژهای بالای ۱۲ کیلو ولت استفاده می‌شود.(البته با استفاده از تجهیزات پیشرفته و مواد اولیه بسیار مرغوب کابل‌های کاغذی تا ولتاژ۳۳ هزار ولت نیز تولید شده است). برای انتقال جریان الکتریکی به ویژه عبور جریان DC از کف دریا عایق‌های پایه نفتی مناسب نمی‌باشند و باعث اتلاف مقدار زیادی از انرژی می‌شوند اما کاغذ به واسطه ثابت دی الکتریک مناسب بهترین کاندیدا برای تولید کابل‌های بستر دریا می‌باشد، کابل با عایق کاغذی به کمک تکنولوژی پیشرفته مجدداً و با قدرت بیشتر به صحنه برگشته است، شرکت‌های مختلف کابل سازی به ویژه شرکت‌های آمریکائی، آلمانی و ژاپنی در رقابتی فشرده موفق به تولید کابل‌هائی با عایق کاغذی شدند که می‌توانندتا سطح ولتاژ ۱۰۰۰ کیلو ولت مورد استفاده قرار گیرند، در این میان شرکت ژاپنی



شکل ۱

Sumitomo درسال ۱۹۷۰میلادی عایق PPLP[Polypropylene Laminated Paper] را به بازار معرفی کرد، این عایق از دولایه کاغذ محکم قهوه‌ای رنگ با نام Kraft و یک لایه پلی‌پروپیلن سود می‌برد. شکل ۱ انواع کلی عایق را با یکدیگر مقایسه نموده است، در این شکل مشاهده می‌نمائید عملکرد عایق از نوع کاغذی PPLP برتری قابل توجهی نسبت به عایق‌های پایه نفتی و عایق گازی SF6، هم از نظر سطح ولتاژعایق و هم از نظر کیفیت و دوام عایق دارد، این نوع عایق به ویژه در تولیدکابل‌های بستر دریا Seabed Cable بدون رقیب بوده و با توجه به کاهش هزینه‌های اجرای این گونه از خطوط انتقال تاثیر بسیار زیادی در گسترش خطوط انتقال دریائی از نوع HVDC داشته است.

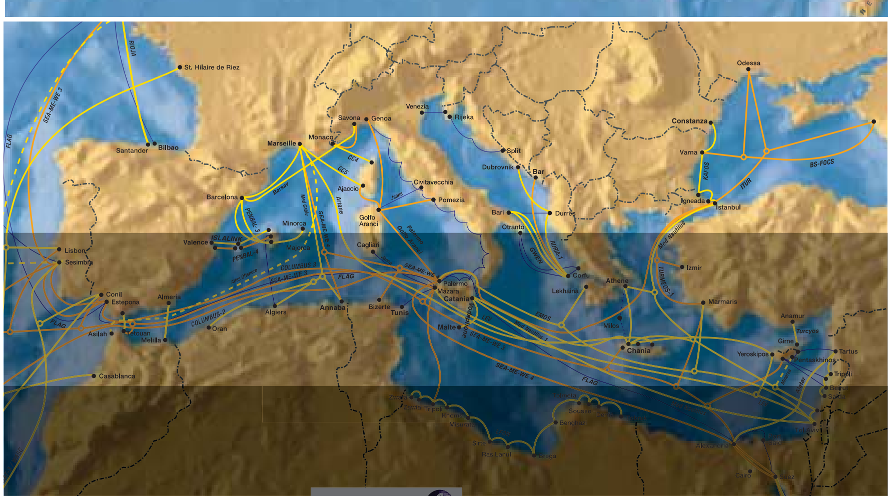
■■■

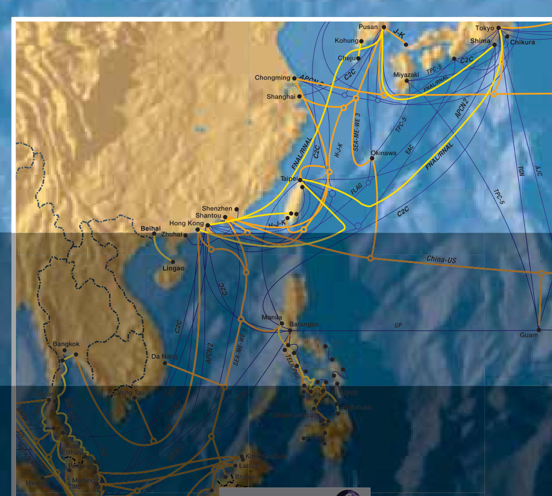
جدای از خطوط انتقال قدرت، ایجاد خطوط ارتباطی از نوع فیبر نوری، ارتباط مخابراتی و مبادله اطلاعات بین قاره‌ها و کشورها از طریق خطوط بستر دریا و اقیانوس‌ها اجتناب ناپذیر بوده و این موضوع کف اقیانوس‌ها را به گستره این کابل‌ها تبدیل کرده است. به همین دلیل در سال‌های اخیر برای نصب، نگهداری و تعمیرات این خطوط فن آوری کشتی‌های کابل‌انداز و روش‌های کابل‌اندازی و نگهداری و تعمیرات بستر دریا و اقیانوس‌هاپیشرفت چشمگیری داشته است و شرکت‌های بزرگ تولیدکننده کابل و تجهیزات انتقال نیرو را به رقابتی بزرگ کشانده است در این میان شرکت آلکاتل Alcatel در زمینه کابل‌های مخابراتی و ABB در زمینه کابل‌های قدرت بیش از سایر شرکت‌ها در این زمینه فعال بوده‌اند. درسال ۱۹۹۹ میلادی، شرکت ABB ضمن تاسیس کارخانه تولید کابل‌های AC و

DC اقدام به تولید تجهیزات موردنیاز جهت نصب درایستگاه‌های زمینی و همچنین ساخت تجهیزات زیر سطحی مورد نیازبه عنوان یک سازنده قدیمی تجهیزات برقی به ویژه در سطوح ولتاژ متوسط و ولتاژ بالانموده است از سوی دیگر این شرکت با دراختیار داشتن کشتی‌های بسیار مدرن و تجهیزات پیشرفته کابل اندازی دریائی به یک پیمانکار بین المللی کابل اندازی دریائی تبدیل شده است. از دیگر شرکت‌های فعال در این زمینه می‌توانیم به Francetelecom ، SouthwestRDA ، Pirelli ، Nexans و Fujitsu اشاره کنیم.

همان گونه که برای جلوگیری از قطع شدن خطوط انتقال زمینی و طولانی‌تر شدن دوره سرویس آن خطوط بایستی تعمیرات و آزمایش‌های دوره‌ای منظمی را تدارک دید، در مورد این خطوط نیز تعمیر و نگهداری عامل بسیار مهمی در کاهش هزینه‌ها می‌باشد، از سوی دیگر به این دلیل که کابل‌های بستر دریا همانند کابل‌های زمینی داخل ترانچ‌های از پیش ساخته یا از پیش حفر شده قرار نمی‌گیرند، احتمال آسیب دیدن این نوع از کابل به مراتب از کابل‌های مشابه زمینی بیشتر می‌باشد، به همین منظور مجریان خطوط بستر دریا مجبورند از کشتی‌های ویژه تعمیرات ونگهداری برای جلوگیری از آسیب و همچنین تعمیر خطوط در زمان آسیب دیدگی کابل‌ها استفاده

stallation vessels





نمایند، طوفان‌های دریائی، سونامی و جریان‌های شدید دریائی و خوردگی ناشی از آب شور دریا، آسیب‌های مکانیکی توسط کوسه ماهی‌ها و برخورد اشیاء رها شده از کشتی‌ها را می‌توان از عوامل مهم خرابی یا فرسایش خطوط بستر دریا دانست. شکل گسترده زیر مسیر شبکه جهانی فیبر نوری را که توسط چندین رشته قاره‌های آمریکا، اروپا، آفریقا، آسیا و اقیانوسیه را به هم ارتباط می‌دهد، به همراه مسیر عبور آن از دریای عمان و خلیج فارس و اتصال آن را از طریق بندر چابهار، جاسک، بندرعباس و همچنین خط فرعی گناوه که از کشور کویت

منشعب شده را نشان می‌دهد، این شبکه بارها در اثر طوفان‌های مختلف برای روزهای متوالی قطع شده است، به منظور جلوگیری از قطع‌شدن کامل ارتباط، شبکه به گونه‌ای طراحی شده که مجموعه مسیر ارتباط دریائی، مسیر فیبرنوری زمینی و ارتباط ماهواره‌ای در مجموعً یک شبکه گسترده را تشکیل می‌دهند تا در صورت قطع شدن یک مسیر، ارتباط به صورت کامل قطع نشود و سرویس‌دهی از طریق مسیرهای دیگر انجام گردد، اما به دلیل اضافه شدن بار ترافیکی خطوط

قطع شده بر روی خطوط پشتیبان، ترافیک خطوط پشتیبان به شدت بالامی‌رود و باعث کاهش سرعت شبکه می گردد به همین دلیل لازم است کشتی‌های تعمیر و نگهداری خطوط دریائی به سرعت خطوط آسیب دیده راترمیم کنند و آنهارابه‌سرویس‌برگردانند.

اتصالات زیرسطح دریا

برای اتصال دو کابل یا اخذ انشعاب در زیر سطح دریا با توجه به فشار آب، خورندگی شدید آب دریا و رسانا بودن آب دریا ساخت کابل و اتصالات مربوط به خطوط انتقال، مخابرات یا اطلاعات Data زیر سطحی نیاز به فناوری پیشرفته و دانش فنی بالا دارد، در سالیان اخیر به منظور اکتشاف و استفاده از منابع و معدن زیر سطح دریا به ویژه استفاده از میادین نفت و گاز نیاز بازار به این گونه از تجهیزات به شدت افزایش یافته است، یک راه معمول، آسان و تقریباً اقتصادی استفاده از کانال‌های مشترک چند منظوره می‌باشد. این کانال‌ها(لوله‌ها) معمولاً محل عبور کابل‌های قدرت، کابل‌های کنترل و سیگنال، لوله یا شیلنگ‌های هیدرولیک، لوله عبور روغن هیدرولیک و هوای فشرده می‌باشند.

شکل‌های روبرو نمونه‌هایی از سه نظام مورد استفاده در ترمینیشن (اتصال) کابل‌های ۳ رشته را نشان می‌دهد، از این سه نظام مشابه نمونه مورد استفاده در

خشکی می‌باشد که برای استفاده در اعماق دریاها توسعه یافته است. یک نمونه از کانال‌های مشترک عبور جریان برق، روغن و هوای فشرده را در شکل‌های روبرو مشاهده می‌نمائید، در این نمونه کابل‌های سیگنال‌های کنترل و جریان الکتریکی قدرت در کنار یکدیگر و در داخل مجرای مخصوص خود قرار گرفته و توسط لوله و اتصالات ویژه از خشکی تا اعماق آب دریا کشیده می‌شوند.

روش شرح داده شده در بالا اغلب در ارتباط تاسیسات خشکی Onshore به تاسیسات دریائی Offshore در میادین نفت یا گاز کاربرد دارد و نمی‌توان از این نوع کابل/لوله برای احداث خطوط انتقال نیرو یا خطوط مخابراتی عبوری از اقیانوس

استفاده کرد به همین دلیل در این نوع از کاربردها از کابل‌های ویژه دریائی استفاده می‌گردد، این کابل‌ها مشابه کابل‌های خشکی می‌باشند که توسط زره و پوشش‌های مقاوم و ضخیم محافظت می‌گردند، این کابل‌ها در نقاط انتهائی توسط مفصل‌های ویژه ای که شبیه فلانج لوله‌کشی می‌باشند به یکدیگر متصل می‌گردند، برای بالا بردن ضریب اطمینان سعی می‌گردد، در کابل‌کشی دریائی از بزرگترین طول کابل ممکنه استفاده گردد، به همین دلیل معمولاً قرقره‌های Drum مربوط به این کابل‌ها فوق‌العاده بزرگ می‌باشند.

قبل از اقدام به کابل اندازی کل مسیر دریائی توسط کشتی‌های ویژه و امکانات ماهواره ای نقشه‌برداری و یک طرح ویژه برای مسیر و نحوه کابل‌اندازی و نوع کابل ایجاد و مبنای عملیات قرار می‌گیرد، در مجموع عملیات نقشه‌برداری و اجرای خطوط قدرت و مخابرات دریائی نسبت به خطوط خشکی هزینه بسیار بیشتری در بردارد، اما با توجه به طول دوره بهره برداری و همچنین روش‌های جایگزین، طراحی و ایجاد خطوط دریائی دارای توجیه اقتصادی خواهد بود.

Refrence:

1 : Offshore-mag : Using fiber optic sensors, cables on the seabed
Published: Feb 1, 2010, Mark B. Amelang - OCTIO Geophysical

2 : www.abb.com/cables

3- www.nexans.com