

نحوه عملکرد اتصالات کابل

عملکرد اصلی تمام اتصالات کابل، کنترل میدان الکتریکی در محل اتصال می باشد.

• تکنولوژی های مختلف استرس کنترل

برای کنترل میدان الکتریکی در محل اتصال چندین روش وجود دارد:

۱- کنترل میدان ظرفیتی

میدان الکتریکی در مفصل و سر کابل توسط مقاطعی که شکل ویژه ای دارند کنترل می شود. این مقاطع اطمینان می دهند، نیروی تخریبی میدان در محل اتصال، کنترل شده و در محدوده تعاریف استاندارد است.

۲- کنترل میدان مقاومتی

میدان الکتریکی توسط تیوب نیمه رسانای مخصوصی که در محل اتصال قرار می گیرد، کاهش یافته و کنترل می شود.

۳- کنترل میدان انکساری

میدان الکتریکی در محل اتصال توسط موادی که ثابت دی الکتریک بالایی دارند کاهش می یابد. اگر ماده ای ثابت دی الکتریک بیشتری نسبت به مواد اطرافش داشته باشد میدان الکتریکی به مواد با ثابت دی الکتریک کمتر انتقال می یابد.

برای مصارف در ولتاژ بالا (60KV-500KV) تنها روش کنترل میدان به روش ظرفیتی می باشد این روش بوسیله مخروط های استرس کنترل پیش ساخته تضمین می کند نیروی میدان الکتریکی در هر نقطه از اتصال، کمتر از مقادیری است که اثر تخریبی داشته باشد.

روش کنترل میدان مقاومتی و انکساری، روش های مناسبی برای سیستم های با ولتاژ متوسط می باشند.

تکنولوژی های نصب

تکنولوژی های مختلفی جهت تولید مخروط استرس کنترل موجود می باشند. این امر بر پروسه نصب تاثیر ویژه ای دارد. تکنولوژی های نصب موجود، عبارتند از:

• تکنولوژی Slip – on

مخروط استرس کنترل پیش ساخته که دارای تمام عناصر استرس کنترل می باشد، در هنگام نصب بر روی کابل قرار می گیرد. برای نصب، سطح کابل و درون مخروط استرس کنترل، گریس کاری می شوند. طرح مخروط استرس کنترل به گونه ای است که تمامی خلل و فرج را می پوشاند. این امر باعث می شود، قدرت دی الکتریک کافی در سطح مشترک کابل و مخروط استرس ایجاد شود. برای تکنولوژی کنترل میدان، روش ظرفیتی ترجیح داده می شود. ماده مورد استفاده می بایست ارتجاعی باشد که امروزه از لاستیک سیلیکون یا EPDM برای این منظور استفاده می شود.

• تکنولوژی نوار

مخروط استرس از لایه های نوار یکپارچه شونده (Self-amalgamating) ساخته می شود. روش مورد استفاده در استرس کنترل، غالباً روش ظرفیتی است. این تکنولوژی نصب نیاز به مهارت بالای نصاب دارد زیرا کیفیت مخروط استرس، به مهارت نصاب بستگی دارد.

• تکنولوژی کلد شرینک

این تکنولوژی بسیار شبیه تکنولوژی Slip – on می باشد تنها تفاوت آن، این است که ابتدا مخروط استرس بر روی فتر محافظ قرار داده می شود. میزان گسترش در این تکنولوژی دو برابر بیشتر از تکنولوژی Slip – on می باشد این تکنولوژی برای مصارف ولتاژ متوسط مناسب است.

◀ تکنولوژی Heat shrink

با حرارت دادن روکش استرس ، قطر آن کاهش یافته و بر روی کابل فیکس می شود. در حین نصب باید از جمع شدن صاف و پیوسته بودن روکش استرس اطمینان حاصل کرد. در غیر این صورت خطر تخلیه بار جزئی در سطح مشترک وجود خواهد داشت. چون ضخامت دیواره در این تکنولوژی محدود است تنها برای اتصالات ولتاژ متوسط تا 72KV مورد استفاده قرار می گیرد.

◀ انتخاب مواد

هرچه مواد نرمتر باشند، کار نصب راحت تر است بعلاوه مواد نرم بهتر می توانند درون کوچک ترین شیارهای عایق کابل وارد شوند. این ویژگی سیلیکون LSR، کیفیت سطح مشترک را در هنگام نصب و حتی پس از آن بهبود می بخشد. بعلاوه لاستیک سیلیکون، طول عمر بالا و مقاومت زیاد در مقابل تنش های گرمایی دارد استفاده از لاستیک سیلیکون، جهت ساخت مخروط استرس کنترل های SLIP ON، این اطمینان را بوجود می آورد که محل اتصال بیش از ۵۰ سال عمر می کند .

اتصالات کابل PFISTERER-IXOSIL

برای اتصالات کابل PFISTERER-IXOSIL تکنولوژی های زیر پیشنهاد شده اند:

تکنولوژی	شرح
کنترل میدان ← ظرفیت	این تکنولوژی تنها تکنولوژی است که برای مصرف ولتاژ بسیار بالا مورد استفاده قرار می گیرد . اخیرا اثبات شده است که این تکنولوژی برای ولتاژهای تا 500kV مناسب می باشد . در آینده این تکنولوژی در زمانیکه کابلهای پلیمری برای ولتاژهای بالاتر در دسترس باشند مورد استفاده قرار می گیرد . استرس کنترل نیمه رسانا که در مخروط استرس وجود دارد ، میدان الکتریکی را در سرکابل یا مفصل کنترل می نماید . محیط (counter) این مخروط استرس ، توسط جدیدترین برنامه های محاسبه ، بهبود یافته است . بنابراین می توان از اینکه میدان الکتریکی بخوبی تحت محدودیت های قابل قبول قرار می گیرد مطمئن بود.
نصب ← SLIP-ON	برای ولتاژهای بیشتر یا مساوی 60kV، تکنولوژی slip-on مناسبترین و حتی تنها تکنولوژی موجود برای مخروطهای استرس پیش ساخته می باشد . برای سایزهای بزرگتر استفاده از ابزارهای فشاری (push-on) (نه ابزارهای هیدرولیکی یا بادی) که به دسته ای مجهز شده اند ، نصب را برای نصابان آسان و بی خطر می نماید . مخروط استرس پیش ساخته در طول نصب بالاترین امنیت و کاهش زمان نصب و قیمت را دارا می باشد. سرکابلهای slip-on فیس تراگروسیل در سال ۱۹۷۴ به بازار عرضه شدند . امروزه هزاران سرکابل و مفصل در سرتاسر جهان نصب می گردند. تجربه اثبات کرده است که این تکنولوژی برای تمام کابلهای پلیمری مناسب و مطمئن می باشد.
مواد ← لاستیک سیلیکون	برای طرح مخروط استرس ، باید اطمینان یافت که مخروط استرس نه تنها با ملزومات الکتریکی بلکه با ملزومات مکانیکی و حرارتی نیز تطابق دارد . انتخاب ماده مخروط استرس به طریقی است که حداقل تا ۵۰ سال از لحاظ کیفیت تضمین می گردد . لاستیک سیلیکون ویژگیهای زیر را داراست : از هر ماده الاستومر دیگری مثل EPDM یا XLPE انعطاف پذیرتر است . به علت ساختار شیمیایی ، فرسایش این ماده از لحاظ ارزش مکانیکی و الکتریکی ، بسیار پایین تر از هر ماده الاستومر دیگری میباشد . لاستیک سیلیکون، دمای بیشتر از ۲۰۰ درجه سانتیگراد را بدون هیچ تغییر فیزیکی یا شیمیایی تحمل می کند.

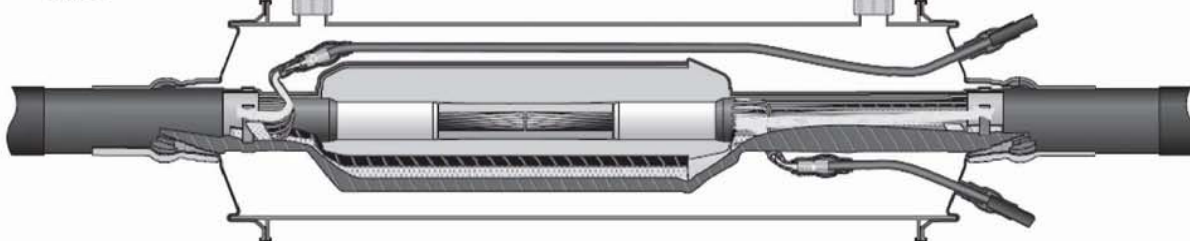
مفصل ها در ولتاژ ۶۳ کیلوولت و بالاتر دارای دو نوع Screen transition و Screen interruption می باشند. در مفصل های نوع Screen transition ارت دو کابل در داخل مفصل به یکدیگر اتصال داده می شوند لذا در این نوع مفصل ارت از مفصل خارج نمی شود.

در مفصل های نوع Screen interruption ارت با یکی از دو روش ذیل از مفصل خارج می شود:
در صورتی که کابل باندینگ از نوع تک رشته باشد ارت دو کابل بصورت جداگانه و از دو محل از مفصل خارج می شود این نوع مفصل، برای کابل های Single earthing lead مناسب است .
در صورتی که کابل باندینگ از نوع هم محور (COAX) باشد ارت دو کابل در داخل مفصل به کابل باندینگ اتصال یافته و از یک سمت مفصل خارج می شود این نوع مفصل، برای کابل های Concentric earthing lead مناسب است.
البته مفصل های فشار قوی نوع سوئی نیز وجود دارند با نام Solid earthing joint که در این روش همانند روش اول، ارت دو کابل در داخل مفصل به یکدیگر اتصال می یابند ولی از مفصل خارج می شوند این نوع مفصل ها کمتر از دو روش اول استفاده می شوند.

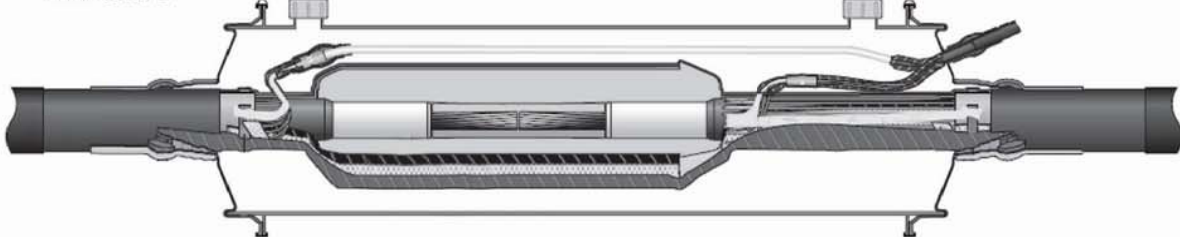
MSA 72 DO-G

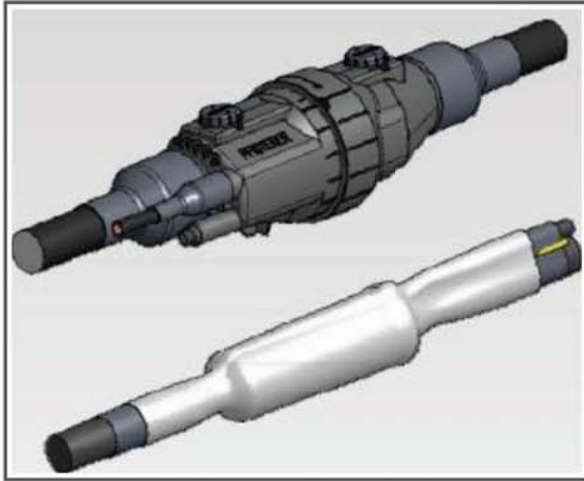


MSA 72 XL-G



MSA 72 XK-G





مفصل های شرکت فیستراگروسیل با کد فنی MSA مشخص می گردند. در این مفصل ها مخروط استرس کنترل بصورت یک تکه یا بعبارتی تک جزئی می باشد. مفصل های شرکت فیستراگروسیل دارای تکنولوژی Slip-on (فشاری) هستند. اجزای داخلی این مفصل ها شامل سیلیکون می باشد. این امر باعث ایجاد اتصالات مطمئن بین کابل های پلیمری و اتصالات می گردد.

این مفصل ها به آسانی در هر شرایطی نصب می شوند، پوسته سخت بیرونی برای محافظت از استرس کنترل در برابر عوامل محیطی و رطوبت می باشد. طراحی دقیق اجزا ضامن اطمینان بالا و عمر طولانی این نوع مفصل می گردد مفصل های فشاری تک جزئی در محدوده ولتاژ 60KV تا 300KV کاربرد دارند. بدلیل ساختار تک جزئی و یک تکه مفصل، حجم آن به طرز قابل توجهی کاهش یافته و همین امر، فضای لازم برای نصب آن را تا حدود زیادی کاهش می دهد همچنین هر سایز از بدنه سیلیکونی گستره وسیعی از ضخامت های عایقی متفاوت را پوشش می دهد.

این مفصل ها احتیاج به نگهداری خاصی ندارند و در مقابل شرایط محیطی و آلودگی ها مقاوم هستند.

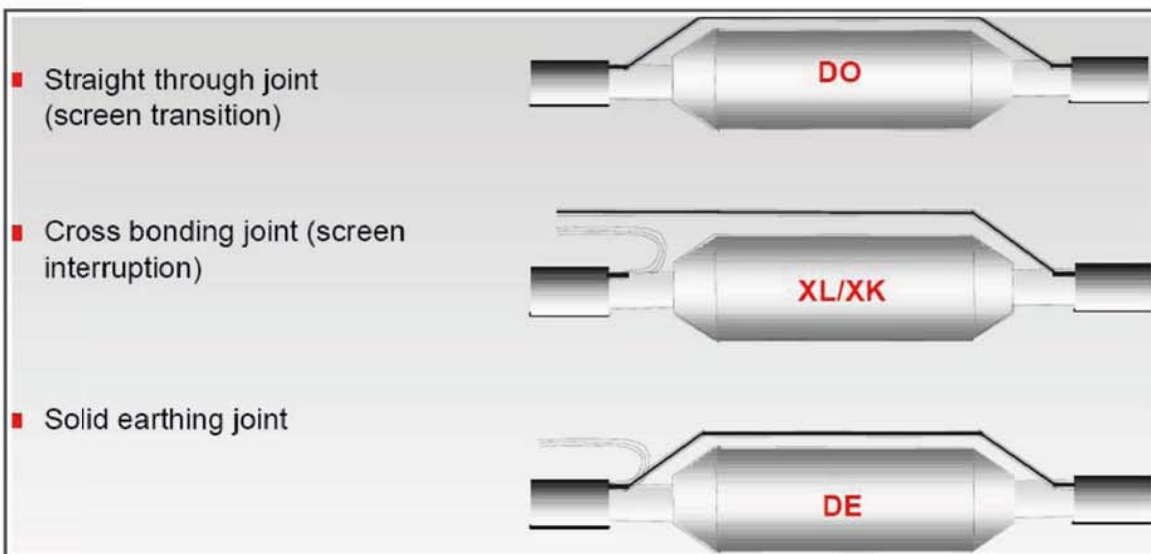
مفصل های شرکت فیستراگروسیل دارای دو نوع Screen transition و Screen interruption می باشند. مفصل های فشاری MSA از نوع Screen transition با کد فنی DO مشخص می گردد (در این نوع مفصل ارت خارج نمی شود).

مفصل های فشاری MSA از نوع Screen interruption با کد فنی X مشخص می گردد (در این نوع مفصل ارت خارج می شود).

مفصل های فشاری MSA از نوع Screen interruption براساس نوع کابل باندینگ کد گذاری و ارائه می گردد.

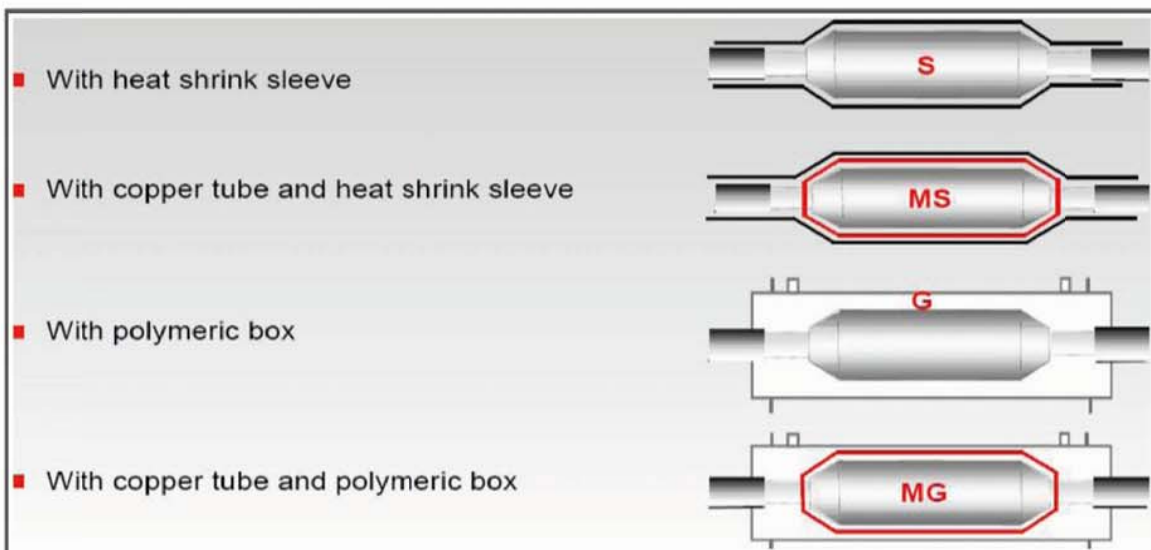
در صورتی که کابل باندینگ از نوع تک رشته باشد ارت دو کابل بصورت جداگانه و از دو محل از مفصل خارج می شود. این نوع مفصل که مناسب برای کابل های Single earthing lead است، با کد فنی MSA-XL مشخص می گردد. در صورتی که کابل باندینگ از نوع هم محور (COAX) باشد ارت دو کابل در داخل مفصل به کابل باندینگ اتصال یافته و از یک سمت مفصل خارج می شود این نوع مفصل که مناسب برای کابل های Concentric earthing lead است، با کد فنی MSA-XK مشخص می گردد.

مفصل های فشاری MSA در دو مدل با پوشش پلی اتیلنی بسیار سخت، با کد فنی G و نیز با روکش حرارتی، با کد فنی R یا S ارائه می گردند.



Screen Transition	MSA145-DOG	
	MSA145-DOR (S)	
Screen interruption	MSA145-XL	MSA145-XLG
		MSA145-XLR (S)
	MSA145-XK	MSA145-XKG
		MSA145-XKR (S)

در صورتی که کابل دارای سرب باشد به ناچار باید از کیس مسی برای مفصل استفاده نمود که در این صورت حرف M به کدهای فنی مفصل ها اضافه خواهد شد.



Screen Transition	MSA145-DOMG	
	MSA145-DOMR (S)	
Screen interruption	MSA145-XL	MSA145-XLMG
		MSA145-XLMR (S)
	MSA145-XK	MSA145-XKMG
		MSA145-XKMR (S)

چنانچه در طراحی سیستم از کابل باندینگ تک رشته استفاده شده باشد مفصل‌ها دارای دو خروجی ارت بوده لذا تعداد ورودی‌های لینک باکس، شش ورودی می‌باشد و اگر کابل باندینگ از نوع هم محور باشد مفصل‌ها دارای یک خروجی است لذا تعداد ورودی‌های لینک باکس سه ورودی خواهد بود، به همین دلیل نوع لینک باکس براساس تعداد ورودی به نوع کابل باندینگ بستگی دارد.

Screen treatment

Type designation DO: No screen

Type designation DE: Screen version with earthing tap on one side

Type designation XL: Screen version with 2 single-wire bonding cables

Type designation XK: Screen version with 1 concentric bonding cable

Water diffusion barrier

Type designation F: Aluminium foil water diffusion barrier

Type designation M: Cu-metal enclosure water diffusion barrier

Protective enclosure

Type designation S: Heat-shrinkable sleeve enclosure

Type designation G: PE protective enclosure; glass fibre-reinforced PP protective enclosure

Type designation R: Glass fibre-reinforced heat-shrinkable sleeve enclosure

Max. operating voltage U_m (KV)	Standards	Rated voltage U (KV)	Rated lightning impulse with-stand voltage (BIL) (KV)	Partial discharge measurement (pC)	Conductor cross section (mm ²)	Diameter over cable insulation (prepared) (mm)	Net weight approx (kg)
72.5	IEC60840	60-69	325	< 5	150-1200	37-87	on request
123	IEC60840	110-115	550	< 5	240-2500	45-122	on request
145	IEC60840	132-138	650	< 5	240-2500	45-122	on request
170	IEC60840	150-161	750	< 5	240-2500	45-122	on request
245	IEC62067	220-230	1050	< 5	240-2500	69-122	on request
300	IEC62067	275-287	1050	< 5	240-2500	69-122	on request
400	IEC62067	380-400	1425	< 5	630-2500	-	on request

