

۴-۵ حفاظت کاتدی لوله‌های فولادی

۴-۵-۱ کلیات

این مشخصات فنی در برگیرنده حداقل خواسته‌های فنی لازم برای نصب تجهیزات حفاظت کاتدی لوله‌های فولادی می‌باشد. مصالح و تجهیزات مورد نیاز حفاظت کاتدی می‌توانند از طرف کارفرما تهیه و برای اجرا تحویل پیمانکار گردند. در این صورت عملیات حمل تجهیزات از محل انبار کارفرما تا پای کار، باراندازی در محل نصب و جابجایی‌های لازم، به عهده پیمانکار می‌باشد. پیمانکار موظف است مواد و مصالح را مطابق دستورالعمل‌های سازنده، نگهداری، حمل و اجرا نماید. پیمانکار موظف است کلیه ابزار و لوازم مورد نیاز نصب مصالح و تجهیزات حفاظت کاتدی را فراهم نموده و عملیات نصب تجهیزات را با کیفیت مطلوب، مطابق این مشخصات فنی و دستورات مهندس مشاور و دستورالعمل‌های نصب سازندگان تجهیزات که در اختیار وی گذارده می‌شود، به انجام رساند. چنانچه نواقصی در کار نصب تجهیزات وجود داشته باشد، پیمانکار باید این نواقص را بر طرف نماید.

۴-۵-۲ نصب مصالح و تجهیزات سیستم حفاظت کاتدی با جریان تزریقی

در این روش یک دستگاه ترانس رکتیفایر به کار گرفته می‌شود که شامل یک دستگاه یکسوکننده است که برق متناوب را تبدیل به برق یکسو می‌نماید و به منظور احتراز از کار با اختلاف پتانسیل بالا، قبل از یکسوسازی، جریان الکتریکی ابتدا توسط یک دستگاه ترانسفورمر کاهنده، اختلاف پتانسیل الکتریکی به حد پائین تبدیل می‌گردد. مجموعه این دو دستگاه و سایر تجهیزات حفاظتی و اندازه‌گیری، تشکیل یک دستگاه را می‌دهد که به عنوان ترانس رکتیفایر نامیده می‌شود.

۴-۵-۱-۲ نصب دستگاه ترانس رکتیفایر

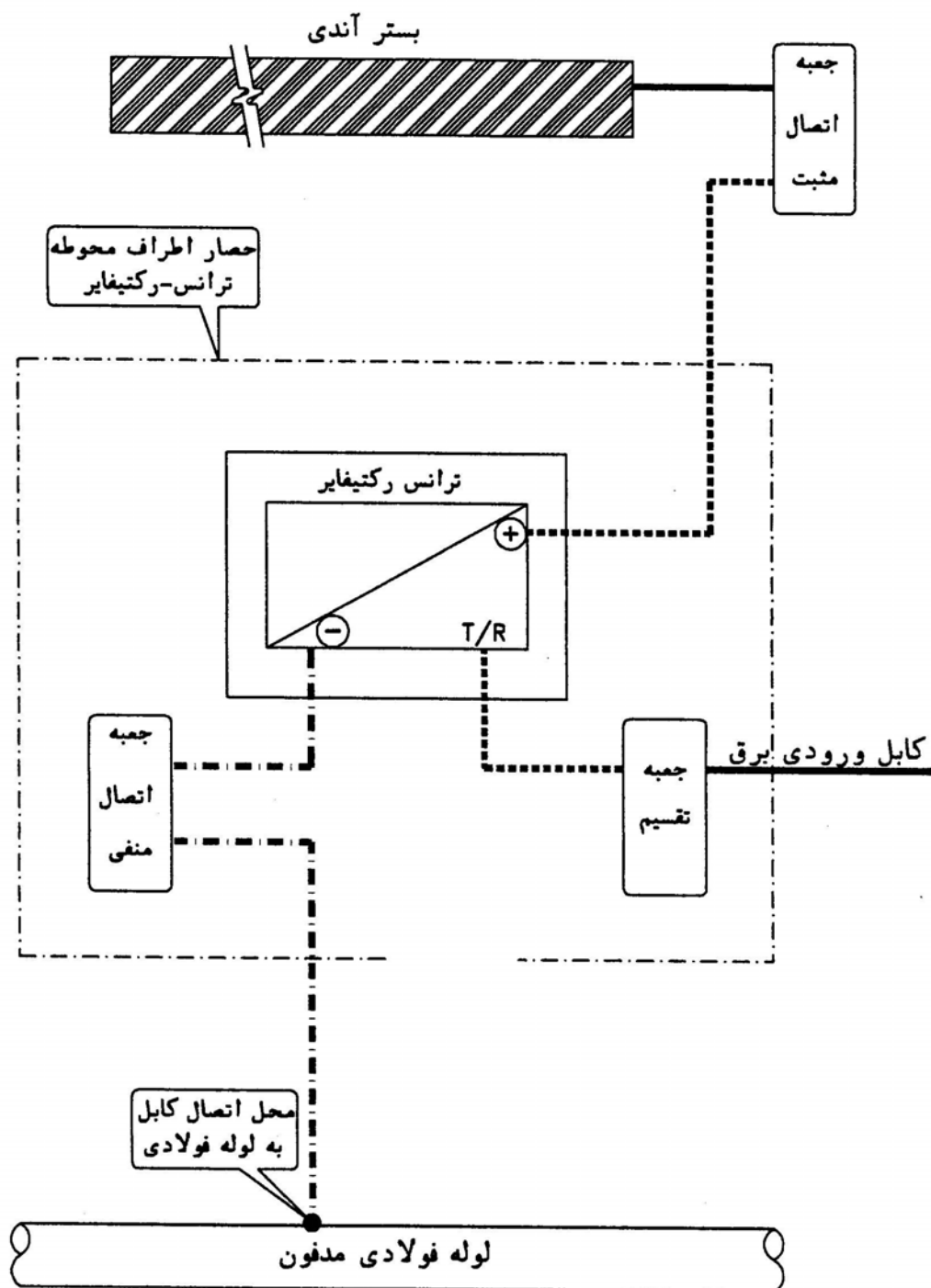
نصب دستگاه ترانس رکتیفایر شامل موارد زیر است:

الف - احداث فونداسیون و پایه‌های دستگاه بر طبق نقشه‌های اجرایی

ب - تهیه و نصب حصار ایستگاه ترانس رکتیفایر بر طبق نقشه‌ها و جزئیات اجرایی

پ - احداث سیستم اتصال زمین دستگاه، به جز در مواردی که دستگاه در داخل محوطه سایر تأسیسات که دارای سیستم اتصال زمین هستند، نصب می‌شود، که در این صورت نیاز به تهیه و نصب سیستم اتصال زمین جداگانه نمی‌باشد و اتصال زمین دستگاه به سیستم اتصال زمین موجود وصل می‌گردد (مشخصات نصب سیستم اتصال زمین در بند ۴-۵-۲-۳ تشریح گردیده است).

ت - اتصال کابل برق متناوب به ورودی دستگاه ترانس رکتیفایر و کابل جریان یکسو از خروجی منفی دستگاه به جعبه اتصال منفی و از آنجا به خط لوله. همچنین اتصال کابل خروجی مثبت دستگاه به جعبه اتصال مثبت و از آنجا به بستر آندی ضروری است. کابل‌کشی‌ها باید مطابق نقشه‌ها و دستورالعمل‌های مهندس مشاور و همچنین مندرجات بند ۴-۵-۴ این بخش از مشخصات فنی انجام شود (به شکل ۴-۵-۱ رجوع شود).



شکل ۵-۴-۱: آرایش سیستم حفاظت کاتدی با جریان تزریقی

۵-۴-۲-۲ بستر آندی

۵-۴-۲-۱ بستر آندی افقی

در این نوع بستر، آندها به صورت افقی به فواصل معینی از یکدیگر در امتداد هم قرار می‌گیرند، به طوری که امتداد آند به صورت موازی با امتداد خط لوله اصلی قرار گیرد.

بستر آندی باید مطابق نقشه‌های اجرایی حفر شود و کف آن شیب‌بندی گردد، سپس نرمه ذغال کک در کف بستر ریخته و کوبیده شود. آندها در فواصل معینی از یکدیگر بر روی بستر آماده شده فوق‌الذکر نصب می‌گردد. کانال مخصوص کابل و مفصل‌ها، باید به فاصله معینی بالاتر از کانال مخصوص آندها آماده شود و کابل‌ها و مفصل‌های عایق در این کانال اجرا شوند. پس از اجرای کابل‌کشی، باید اطراف و روی آندها و همچنین فاصله بین آنها، نرمه ذغال کک تا تراز مشخص شده در نقشه‌های اجرایی، به صورت لایه لایه ریخته شده و متراکم گردد.

برای برقراری جریان، باید کک کاملاً بر روی آندها کوبیده شود. در عین حال، باید دقت شود که به آندها صدمه وارد نگردد. فضای بالای نرمه ذغال تا سطح زمین، با خاک مناسب خاکریزی می‌شود. به منظور خروج گازهای حاصل از فعل و انفعالات شیمیایی مطابق آنچه در نقشه‌های اجرایی مشخص شده است، لوله‌های سیمانی به عنوان هواکش برای خروج گاز برای هر یک از آندها در نظر گرفته می‌شود که باید قبل از پرکردن بستر آندی، نصب گردند. درون این لوله‌ها، با قلوه سنگ رودخانه‌ای پر می‌شود. برای مشخص شدن محل و مسیر بستر آندی، روی سطح زمین، از علایمی که با کلمات «بسترآندی» مشخص گردیده‌اند، استفاده می‌شود. این علائم در ابتدا و انتهای بستر آندی، مطابق نقشه‌های اجرایی نصب می‌شود.

۵-۴-۲-۴ بستر آندی عمودی

در این نوع بستر، برای هر آند، یک چاله به ابعاد مشخص شده در نقشه‌های اجرایی حفر می‌گردد و پس از ریختن ذغال کک در کف چاله و قراردادن آندها، اطراف چاله نیز از ذغال کک پر می‌شود. سپس لوله‌های هواکش به ازای هر آند اجرا شده و کابل‌کشی و مفصل‌بندی مطابق نقشه‌های اجرایی انجام خواهد شد.

۵-۴-۲-۳ بستر آندی چاهی

علاوه بر بستر آندی که به طور عمودی یا افقی طراحی و اجرا می‌شوند، نوع دیگری هم به صورت چاه عمیق می‌باشد که بنا به دلیل و موقعیت مکانی انتخاب می‌شود و با دستگاه حفاری، تا عمق مورد نظر، بر طبق شرح کار و نقشه‌های اجرایی حفر می‌گردد. غلاف‌گذاری داخل چاه، نصب آندها درون چاه و کابل‌کشی‌های مربوط، باید بر طبق نقشه‌های اجرایی و دستورات مهندس مشاور صورت گیرد.

طریقه اتصال کابل مانند بستر آندی است، یعنی کابل مثبت ترانس رکتیفایر به جعبه اتصال مثبت و از آنجا به آندهای چاهی که در اعماق مختلف درون چاه با آرایش خاصی آویزان شده‌اند، متصل می‌گردد.

در چاه‌های آندی خشک، پس از حفر چاه و غلاف‌گذاری و نصب آندها و کابل‌کشی‌های مربوط، اطراف آندها را به طور کامل با نرمه ذغال کک در قشرهای مختلف پر کرده و به کمک آب دادن، پس از نشست کامل قشر ریخته شده، قشر بعدی ریخته می‌شود.

این عمل موجب کاهش مقاومت الکتریکی بین آند و خاک شده، میزان مصرف آند کاهش یافته و محصولات گازی نیز به سهولت آزاد می‌گردند.

۵-۴-۳ سیستم اتصال زمین

در صورتی که الکترودهای سیستم اتصال زمین از نوع میله مسی مغز فولادی و یا از نوع لوله قابل کوبیدن به کمک کلاهک مخصوص باشد، الکترودها مستقیماً در زمین کوبیده می‌شود.

در صورتی که الکترودهای سیستم اتصال زمین از نوع لوله‌ای ساده و یا صفحه مسی تخت مشبک باشد، باید چاهی با عمق لازم تا رسیدن به رطوبت طبیعی زمین کنده و سپس ته چاه تا ارتفاع ۱۵ الی ۲۰ سانتیمتر، با مخلوطی از نمک و خاک ذغال پر و تسطیح شود. سپس الکتروده در داخل چاه قرار داده شده و در اطراف و روی آن تا ارتفاع دو متر و یا تا ارتفاع مشخص شده در نقشه‌های اجرایی، با مخلوطی از نمک و خاکه ذغال پر و ارتفاع باقی مانده چاه با خاک حاصله از کندن آن مجدداً پر شود.

ریختن مخلوط نمک و خاکه ذغال در چاه و پرکردن آن با خاک، باید در قشرهای مختلف (هر قشر حداکثر ۵۰ سانتیمتر) ریخته شده و به کمک آب دادن، پس از نشست کامل قشر ریخته شده، قشر بعدی اجرا شود.

به منظور سهولت در امر آزمایش مقاومت الکتریکی الکتروده اتصال زمین، جعبه اتصال آزمایش در نظر گرفته می‌شود که باید مطابق نقشه‌های اجرایی، در روی سطح نزدیک‌ترین دیوار به الکتروده مربوط در ارتفاع حداقل ۱/۵۰ متری از کف تمام شده زمین نصب شود، و یا اینکه مطابق نقشه‌های اجرایی، در روی سطح زمین و به ازای هر میله یک حوضچه اتصال زمین دربار تعبیه می‌شود، به طوری که با برداشتن درب حوضچه، میله ارت و سیم رابط قابل دسترسی و اندازه‌گیری باشد.

۵-۴-۳ جعبه‌های اتصال

۵-۴-۳-۱ جعبه اتصال مثبت

از قطب مثبت دستگاه ترانس رکتیفایر یک کابل خارج شده و به جعبه اتصال مثبت وصل می‌گردد (به شکل ۵-۴-۱ رجوع شود). از جعبه اتصال مثبت نیز یک کابل خارج گردیده و به کابل آندها متصل می‌شود. جعبه اتصال مثبت برای چاههای آندی در کنار چاه و برای بسترهای آندی، در یکی از دو انتهای بستر پیش‌بینی و نصب می‌شود. نکته مهم در مورد اتصال آندها، این است که آندها باید تک تک و یک درمیان به کابل اصلی خروجی از جعبه اتصال مثبت که به صورت U از محل آند اول تا آخر کشیده شده است، متصل شوند و تا قطع احتمالی کابل اصلی در هر نقطه، موجب قطع جریان اصلی نشود و آندها از سمت دیگر تغذیه شوند. پیمانکار موظف است جعبه اتصال و کابل‌کشی‌ها را مطابق شرح کار و نقشه‌های اجرایی و با رعایت مفاد این بخش از مشخصات فنی نصب و اجرا نماید.

۵-۴-۳-۲ جعبه اتصال منفی

از قطب منفی دستگاه ترانس رکتیفایر یک کابل خارج شده و به جعبه اتصال منفی در نزدیکی دستگاه وصل می‌گردد (به شکل ۵-۴-۱ رجوع شود).

از جعبه اتصال منفی نیز یک یا چند کابل به لوله فولادی انتقال آب، به وسیله جوش احتراقی، متصل می‌شود.

پیمانکار موظف است جعبه اتصال و کابل کشی و اتصال کابل به لوله را مطابق شرح کار و نقشه‌های اجرایی و مفاد بندهای ۴-۴-۵ و ۵-۴-۵ این مشخصات فنی نصب و اجرا نماید.

۴-۴-۵ کابل کشی

یکی از مصالح مورد مصرف در تاسیسات حفاظت کاتدی، به ویژه در بسترهای آندی، کابلها می‌باشند. معمولاً، آندها توسط کابلهای مسی با دو روکش پی وی سی و یا روکش اول پلی اتیلن و روکش دوم پی.وی.سی، به یکدیگر اتصال داده می‌شوند. کلیه کابلها باید در کانال قرار گیرند. برای باز کردن کابل از روی قرقره، باید قرقره کابل را بر روی سه پایه قرار داد و کابل را کشید، به طوری که قرقره چرخیده و کابل باز شود.

برای نصب کابلها در داخل کانال خاکی، ابتدا باید کانال مورد نظر به ابعاد مشخص شده در نقشه‌های اجرایی حفر و کف آن به ضخامت ۱۰ سانتیمتر ماسه‌ریزی شده و کابلها بر روی آن خوابانده شود. آنگاه روی کابلها را نیز با ۱۰ سانتیمتر ماسه نرم پوشانیده و سپس به منظور محافظت کابل، یک ردیف آجر به عرض ۲۲ سانتیمتر یا یک ردیف بلوک سیمانی بر روی آن چیده و روی آن خاکریزی شده و کوبیده شود.

یکی از مهمترین مسائل در استفاده از کابلها، مطمئن بودن از عدم زخمی شدن کابلها است. هرگونه خسارت به عایق کابل، آن بخش از کابل را غیر قابل استفاده می‌نماید.

برای اتصال کابلها به یکدیگر، از مفصل (جعبه تقسیم) استفاده می‌شود. توجه شود که مفصل باید از جنس پلاستیکی و ضد زنگ بوده و داخل آن را باید با مواد رزین مقاوم پر نمود.

محل اتصال کابلها باید کاملاً محکم گردد و از قبول و نصب هرگونه اتصال شل به منظور جلوگیری از نشت جریان، خودداری شود. سپس محل اتصال، با استفاده از رزین مربوط کاملاً محصور و محفوظ و از نفوذ رطوبت جلوگیری شود. مفصل بندی و جزئیات اتصال باید مطابق شرح کار و نقشه‌های اجرایی مربوط به دقت اجرا گردد.

هیچ مفصل کابل اضافی، به جز آنچه در نقشه‌های اجرایی نشان داده شده، نباید وجود داشته باشد. چنانچه مفصل اضافی مورد نیاز باشد، باید درخواست انجام مفصل بیشتر به مهندس مشاور ارائه، و فقط پس از تأیید وی اجرا گردد.

کلیه کابلها پس از کارگذاری باید به فواصل ۳۰ متر و همچنین در محل تغییر مسیر علامت گذاری شوند (مگر اینکه ترتیبات دیگری در مشخصات فنی خصوصی و یا نقشه‌های اجرایی معین شده باشد). صفحات علامت گذاری^۱، باید مطابق نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل مهندس مشاور تهیه و نصب گردند.

۵-۴-۵ اتصال کابل به لوله فولادی انتقال آب

اتصال کابلها به لوله فولادی انتقال آب، معمولاً به وسیله جوش احتراقی^۲ انجام می‌شود. در کلیه نقاط اتصال کابل به لوله، باید پوشش لوله به طور کامل و به نحو مطلوب ترمیم گردد. نحوه اتصال به لوله و ترتیبات آن به شرح زیر است.

¹ Marker

² Thermit Weld

الف - ابتدا پوشش لوله در محل نصب کابل بریده شده و برداشته می‌شود. سپس سطح زیر آن با وسایل دستی، مانند برس سیمی، پاک شده و صیقل داده می‌شود. در این عملیات، باید دقت شود که آسیب به حداقل سطح پوشش لوله حداقل باشد.

ب - کابل را به لوله، از طریق نوار نگهدارنده^۱ در محل مورد نظر ثابت می‌کنیم، به طوری که قسمت لخت کابل، روی سطح تمیز شده قرار گیرد.

پ - کابل را مطابق دستورالعمل و با رعایت نکات ایمنی، به لوله جوش احتراقی می‌دهیم.

ت - پوشش محل اتصال کابل به لوله، با استفاده از نوار پوشش و پرایمر مربوط که سازگار با پوشش اولیه باشد، ترمیم و تکمیل می‌گردد.

۴-۵-۶ نصب تجهیزات سیستم حفاظت کاتدی با آندهای فدا شونده

برای حفاظت کاتدی لوله‌های فولادی، می‌توان از سیستم آندهای فداشونده استفاده نمود. آند فدا شونده، الکترودی است که در خاک اطراف لوله (الکترولیت محیط) نصب می‌گردد و توسط سیم هادی، به لوله فولادی متصل می‌شود. پتانسیل فلز آند فداشونده منفی‌تر از لوله فولادی است و در نتیجه جریان الکتریکی را در مدار تخلیه می‌نماید و آند خورده شده و فلز لوله فولادی سالم می‌ماند.

نصب سیستم آندهای فدا شونده شامل موارد زیر می‌باشد:

الف - اجرای حفره آند به صورت چاهک عمودی و یا بستر افقی مطابق نقشه‌های اجرایی.

ب - نصب آندها در داخل حفره به طور جداگانه و اتصال مستقیم به لوله، و یا حفر بستر آندی و اتصال آندها به یکدیگر و سپس از طریق جعبه اتصال به لوله، مطابق نقشه‌های اجرایی انجام می‌شود (روش کلاستر).

پ - در مورد سیستم آندهای فدا شونده، معمولاً از مخلوط کم مقاومت از مواد مخصوص برای پرکردن اطراف و روی آند استفاده می‌شود تا مقاومت بین آند و خاک کاهش یابد. این پرکننده، باید یک نوع الکترولیت با مقاومت مناسب بوده و نسبت به جنس آند خورنده نباشد (یک نوع معمول این پرکننده شامل ۷۰ درصد پودر گچ ۲۵ درصد بنتونیت و ۵ درصد سولفات سدیم می‌باشد). در مورد آندهای کیسه‌ای، ریختن مخلوط کم مقاومت در اطراف آند لازم نمی‌باشد.

مخلوط کم مقاومت باید در اطراف و روی آند یا آندها و همچنین در فاصله بین آنها تا تراز مشخص شده در نقشه اجرایی، لایه لایه ریخته شده و متراکم گردد.

پیمانکار باید نهایت دقت را مبذول دارد تا از وارد آمدن صدمه به آندها جلوگیری گردد.

ت - نصب جعبه اتصال مطابق نقشه‌های اجرایی

ث - کابل کشی از آند با استفاده از کابل سر آند یا کابل اصلی آندها تا داخل جعبه اتصال. کابل کشی‌ها باید مطابق نقشه‌های اجرایی و دستورات مهندس مشاور و با رعایت مفاد بند ۴-۴-۵ این مشخصات فنی انجام شود.

ج - کابل کشی از جعبه اتصال تا لوله انتقال آب و جوش دادن آن به لوله به طریق جوش احتراقی، با رعایت دستورالعمل‌های سازنده و مفاد بند ۴-۴-۵ این مشخصات فنی.

¹ Strap

۵-۴-۷ نقاط اندازه‌گیری

به منظور اندازه‌گیری پتانسیل لوله حفاظت شده نسبت به زمین اطراف خود، لازم است نقاط اندازه‌گیری در طول خط لوله پیش‌بینی گردد.

نقطه اندازه‌گیری با شماره‌ای که روی محفظه آن نوشته می‌شود مشخص می‌گردد. از محفظه اندازه‌گیری، یک رشته کابل تا لوله مدفون ادامه می‌یابد که به وسیله جوش احتراقی به لوله متصل می‌شود (به بند ۵-۴-۵ مراجعه شود).

پیمانکار موظف است کلیه عملیات لازم، شامل حفر گود تا عمق مورد نظر برای رسیدن به محل اتصال کابل به لوله، بریدن و برداشتن پوشش روی لوله، تمیز کردن محل اتصال و جوش دادن کابل به لوله و ترمیم پوشش لوله را مطابق مفاد بند ۵-۴-۵ این بخش از مشخصات فنی و شرح کار و نقشه‌های اجرایی انجام دهد.

پس از تکمیل کارهای فوق و آزمایش عایق در محل اتصال به وسیله دستگاه منفذیاب و تأیید مهندس مشاور، پیمانکار باید اطراف و روی لوله را با خاک سرندی، حداقل تا ارتفاع ۳۰ سانتیمتری بالای تاج لوله، به صورت لایه لایه پر کرده و با وسایل دستی، تا تراکم مورد لزوم، متراکم نماید. بقیه ارتفاع گود تا سطح زمین، را مطابق نقشه‌ها و دستورات مهندس مشاور، با خاک مناسب خاکریزی گردد.

۵-۴-۸ اتصالی عایق (قطعه ایزوله کننده)

به منظور جلوگیری از مداومت جریان الکتریکی حفاظت کاتدی لوله فولادی، از اتصالی عایق استفاده می‌شود. این اتصالی شامل دو فلنج متقابل، واشر عایق کننده، مهره‌ها، میله‌های دوسر دنده، غلاف‌ها و واشرهای مربوط می‌باشد.

پیمانکار موظف است قطعات مختلف اتصالی عایق را مطابق جزئیات نقشه اجرایی در محل‌های پیش‌بینی شده در طول خط لوله، نصب نماید.

برای حصول اطمینان از سالم بودن قطعات، باید قبل از نصب، بازدید عینی شود. پیمانکار باید نهایت دقت را حین نصب این قطعات، برای جلوگیری از صدمه دیدن آنها، به عمل آورد.

اتصالی‌های عایق که به طور مدفون نصب می‌شوند، باید پس از نصب و آزمایش عایق الکتریکی، با برس تمیزکاری شده و با نوار مخصوص و پرایمر مربوط، مطابق دستورالعمل سازنده پوشش شود تا از نفوذ خاک و رطوبت، که می‌تواند اتصال کوتاه بین فلنج‌ها برقرار کند، جلوگیری گردد.

۵-۴-۹ پیوستگی الکتریکی خط لوله در محل اتصالی‌های انعطاف‌پذیر و شیرها

خطوط لوله فولادی با اتصال جوشی، از نظر الکتریکی پیوسته می‌باشند، در حالی که، خط لوله با اتصال انعطاف‌پذیر پیوستگی الکتریکی نداشته و اتصالات انعطاف‌پذیر بکار برده شده، مانع عبور جریان الکتریسیته در محل اتصال می‌باشند.

پیوستگی را می‌توان با جوش دادن یا لحیم کردن یک قطعه مسی، که دو طرف محل اتصال را به یکدیگر وصل می‌کند، تأمین کرد. اتصال تسمه مسی باید مطابق نقشه‌ها و با توجه به مطالب زیر تعبیه شود.

الف - پیوستگی الکتریکی، باید به وسیله بریدن و خم کردن تسمه‌های مسی به ابعاد و جزئیات نشان داده شده در نقشه‌ها، تأمین گردد.

- ب - در محل جوش تسمه، حداقل یک سطح به ابعاد ۱۰ سانتیمتر در ۱۰ سانتیمتر از پوشش خارجی باید برداشته شود و این محل، برای جوشکاری تمیز و آماده گردد، به طوری که سطح صیقلی و براق داشته باشد.
- پ - تسمه مسی باید در دو طرف کوپلینگ به لوله فولادی جوش گردد.
- ت - علاوه بر آن، تسمه‌ها باید یک بار به هر یک از فلنج‌ها و دو بار به رینگ میانی اتصالی، در محل‌هایی که قبلاً تمیز و آماده شده است، جوش شوند.
- به منظور حصول اطمینان از پیوستگی خط لوله در محل شیرهای قطع و وصل در طول خط لوله، چنانچه در نقشه‌های اجرایی مشخص شده باشد، پیمانکار موظف است مطابق آنچه که تشریح گردید، بین خط لوله در دو طرف شیر و یا بین تبدیل‌های فولادی دو طرف شیر، اتصال تسمه مسی را اجرا نماید.