

## ۵-۳ پوشش حفاظتی سطوح خارجی لوله‌های فولادی با نواریپیچی به طریق سرد

### ۵-۳-۱ کلیات

این بخش از مشخصات فنی در برگیرنده عملیاتی است که مربوط به پوشش حفاظتی سطوح خارجی لوله‌های فولادی آبرسانی با نواریپیچی به طریق سرد می‌باشد.

پیمانکار موظف است کلیه وسائل، ابزار کار و نیروی انسانی لازم برای انجام کار را فراهم نموده و عملیات ذکر شده را مطابق این مشخصات فنی به نحو احسن اجرا نماید.

اجرای پوشش حفاظتی با نواریپیچی، به صورت عملیات پیوسته بوده و پس از آماده‌سازی سطح خارجی لوله، شروع شده و یکی پس از دیگری در سه مرحله به شرح زیر می‌باشد:

الف - آستری که قبل از اجرای نوار زیری بر روی سطح لوله زده می‌شود و هدف آن ایجاد لایه چسبنده بین لوله و نوار می‌باشد.  
ب - نوار زیری که برای حفاظت لوله در مقابل خوردگی و زنگ‌زدگی، مستقیماً بر روی سطح آستری خورده لوله پیچیده می‌شود.

پ - نوار پوشش رویی که برای حفاظت در مقابل صدمات مکانیکی، مستقیماً بر روی نوار زیری پیچیده می‌شود.  
اغلب نوارهای پلاستیکی، خاصیت ارتجاعی خود را در دمای کمتر از ۷ درجه سانتیگراد از دست می‌دهند و نواریپیچی در این دما و کمتر از آن دچار اشکال می‌شود، لذا عملیات فوق باید در دمای بالاتر از ۷ درجه سانتیگراد صورت پذیرد.  
همچنین حرارت و تابش مستقیم نور خورشید در فصل گرما، موجب بادکردن و ایجاد چین و چروک نوارها می‌شود. بنابراین باید در این مواقع از نواریپیچی خودداری گردد و نواریپیچی در ساعات اولیه صبح انجام پذیرد و یا اینکه نواریپیچی در محوطه سرپوشیده انجام شده و لوله‌ها پس از نواریپیچی و آزمایش الکتریکی، در خاک دفن گردند.  
در هوای بارانی و مه سنگین که رطوبت بر روی لوله جمع می‌شود، باید کار نواریپیچی را متوقف نمود. شب‌نم صبحگاهی نیز باید از روی لوله پاک گردد.

برای تهیه مصالح، توصیه می‌شود در وهله اول، به استانداردهای مصوب مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و پس از آن به استانداردهای بین‌المللی مانند BS, AWWA, ISO و DIN مراجعه گردد.  
آستری و نوارهای مصرفی، باید از یک سازنده خریداری شده و با یکدیگر سازگار باشند.

### ۵-۳-۲ استانداردها و مراجع

مشخصات فنی حاضر برای اجرای پوشش خارجی لوله‌های فولادی زیرزمینی با نواریپیچی به طریق سرد تهیه گردیده و شامل تمیزکاری و آماده‌سازی سطح لوله، اجرای لایه آستری بر روی سطح لوله و نواریپیچی با نوارهای زیری و رویی، تعمیر پوشش و آزمایشهای مورد نیاز پوشش می‌باشد.

چنانچه در مواردی این مشخصات فنی کامل نبوده و یا در زمینه موردنظر مسکوت باشد، باید در وهله اول به استانداردهای مصوب مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور یا بخشهای مرتبط با آخرین ویرایش و تجدید نظر استانداردهای بین‌المللی DIN, BS, AWWA, ISO مراجعه شود. برای تهیه مصالح نیز، همان طوری که قبلاً گفته شد، توصیه می‌شود به استانداردهای فوق‌الذکر مراجعه گردد.

#### ۵-۳-۳ تمیزکاری و آماده‌سازی سطح لوله

سطح خارجی لوله باید از هرگونه روغن، چربی، گریس و یا ناخالصی‌های دیگر با استفاده از حلال مناسب پاک شود و سپس با یکی از روشهای ماسه‌پاشی یا ساچمه‌زنی، همان‌گونه که در بند ۵-۳-۲ این مشخصات فنی تشریح گردیده است، سطح خارجی لوله تمیزکاری و آماده‌سازی شود.

صرف نظر از وضع اولیه لوله، سطح تمیز شده لوله باید با درجه تمیزی Sa2 استاندارد بین‌المللی ISO 8501-1 (یا استاندارد سوئدی SIS 055900) مطابقت نماید. نمونه‌ای از لوله تمیز شده برای مقایسه‌های بعدی باید در جای خشک نگهداری شود.

#### ۵-۳-۴ اجرای لایه آستری

لایه آستری باید بلافاصله پس از تمیزکاری سطح لوله و پس از گردگیری ناشی از ماسه‌پاشی، مطابق با مفاد مندرج در بند ۵-۳-۲ این مشخصات فنی اجرا گردد. ضخامت لایه آستری طبق توصیه سازنده آن تعیین می‌گردد، ولی این ضخامت نباید از ۲۵ میکرون کمتر باشد. قبل از پیچیدن نوار بر روی سطح آستری خورده، باید طبق توصیه سازنده، اجازه داده شود تا لایه آستری به اندازه کافی خشک گردد.

#### ۵-۳-۵ اجرای نوار زیری

نوار زیری باید مستقیماً بر روی سطح آستری خورده به وسیله دستگاه نوارپیچی به دور لوله پیچیده شود. نوار باید دارای هم‌پوشانی بوده و کاملاً کشیده شود، به طوری که آثار چین و چروک بر روی لوله باقی نماند. تنش وارده به نوار باید ثابت بوده و میزان آن طوری تنظیم گردد که حداکثر نیم درصد از عرض نوار در اثر کش آمدن کاسته شود. تنظیم کشش نوار در کیفیت نوارپیچی دارای اهمیت می‌باشد. وقتی نوار بر روی لوله‌های فولادی با جوش اسپیرال پیچیده می‌شود، برای نوارپیچی باید معمولاً با جهت جوش اسپیرال موازی باشد.

میزان هم‌پوشانی نوار باید حداقل ۲۵ میلیمتر باشد. هم‌پوشانی باید صاف و یکنواخت بوده، به طوری که پیوستگی لایه نوار حفاظتی را تأمین نماید.

در ضمن نوارپیچی، نوار حلقه جدید باید حداقل ۱۵۰ میلیمتر روی قسمت نوارپیچی شده لوله پوشانده شود. برای جلوگیری از لغزش و جابجایی نوار جدید، می‌توان با دست نوار را بر روی نوار قدیمی فشرد. زاویه نوارپیچی باید ثابت مانده و با تغییر حلقه‌های نوار، نباید در زاویه نوارپیچی و کشش آن تغییری داده شود.

#### ۵-۳-۶ اجرای نوار رویی

نوار رویی به وسیله همان دستگاهی که برای پیچیدن نوار زیری مورد استفاده قرار می‌گیرد، بر روی نوار زیری پیچیده می‌شود. قسمت هم‌پوشانی نوار رویی نباید بر روی قسمت هم‌پوشانی نوار زیری قرار گیرد. حداقل میزان هم‌پوشانی نوار رویی و همچنین میزان هم‌پوشانی نوار جدید با نوار قدیمی، مطابق آنچه برای نوار زیری (بند ۵-۳-۵) ذکر شده است، می‌باشد.

#### ۵-۳-۷ پوشش متعلقات و قسمتهای نامنظم

برای اجرای پوشش متعلقات و قسمتهای نامنظم که در آنها استفاده از ماشین میسر نیست، نوار پیچی با دست انجام خواهد شد. در جایی که نوار پیچی با دست انجام می‌شود، باید سعی نمود که سطح نوار پیچی شده یکنواخت بوده و چین و چروک بر روی لوله باقی نماند. کلیه عملیات پوشش متعلقات، شامل آماده‌سازی سطح، اجرای لایه آستری و اجرای نوار زیری و نوار رویی مانند عملیات پوشش لوله می‌باشد، مگر این که در مشخصات طرح به نحو دیگری مشخص شده باشد. پوشش متعلقات و قسمتهای نامنظم، مانند سهرای، زانویی، درپوش انتهایی و غیره را می‌توان با نوارهای نرم و مخصوص که قابلیت شکل‌پذیری داشته و کشش آن زیاد می‌باشد و با حلقه‌های کم‌قطر و نوار کم‌عرض که برای کاربرد با دست مناسب است انجام داد. نوارهای مزبور دارای آستری مخصوص به خود می‌باشند.

#### ۵-۳-۸ پوشش اتصالاتی‌های انعطاف‌پذیر

برای پوشش اتصالاتی‌های انعطاف‌پذیر، معمولاً از نوارهای نرم و مخصوص که قابلیت شکل‌پذیری دارد و خمیر مخصوص استفاده می‌شود. مصالح پوشش محل اتصالاتی، باید با مصالح پوشش لوله سازگار باشد. برای اجرای پوشش محل اتصالاتی، باید دستورالعمل سازنده مصالح پوشش با دقت رعایت گردد. به طور معمول، نحوه اجرا به این ترتیب است که پس از تمیز کردن اتصالاتی و اطراف آن، بلافاصله لایه آستری زده می‌شود. پس از خشک شدن آستری، اتصالاتی انعطاف‌پذیر با خمیر مخصوص کاملاً پوشانده می‌شود، به طوری که حلقه میانی و رینگ‌ها، پیچ و مهره‌ها، کاملاً پوشیده شوند. خمیر به صورت شیب‌دار تا سطح لوله ادامه داده می‌شود. سپس یک لایه نوار زیری بر روی اتصالاتی آغشته به خمیر پیچیده می‌شود و دور تا دور آن، یک لایه نوار مخصوص رویی پیچیده می‌شود و اطراف نوار رویی، در دو طرف اتصالاتی، با نوار چسب‌دار مخصوص محکم می‌گردد.

#### ۵-۳-۹ پوشش اتصالاتی‌های جوشی

محل اتصالاتی‌های جوشی، پس از پایان جوشکاری، به طور دستی پوشش خواهند شد. ابتدا محل اتصالاتی از هرگونه روغن، گریس و سایر ناخالصی‌ها با حلال مناسب پاک می‌گردد، سپس محل اتصالاتی، با برس سیمی از سرباره جوش، زنگار و پوسته کاملاً تمیز می‌شود. لبه‌های تیز که ممکن است به نوار پیچی صدمه بزنند، باید به طریق سنگ‌زنی اصلاح گردند. پوشش روی لوله در اطراف محل اتصالاتی، باید حداقل به اندازه ۵ سانتیمتر از لبه آن، از مواد ناخالصی کاملاً پاک شود.

پس از آن که محل اتصالی به طریق فوق‌الذکر تمیز گردید، لایه آستری زده می‌شود و پس از خشک شدن آستری، نوار زیری و نوار رویی پیچیده می‌شود، به طوری که به اندازه ۵ سانتیمتر از هر طرف روی پوشش قبلی لوله را بگیرد و هیچ‌گونه نقص و منفذی نداشته باشد.

برای نواریپیچی دستی محل اتصالی، باید از حلقه‌های کم‌قطر و نوار کم‌عرض که برای کاربرد دستی مناسب است، استفاده کرد. در هنگام نواریپیچی با دست، باید سعی و کوشش شود که سطح نواریپیچی شده یکنواخت و صاف بوده و چین و چروک بر روی لوله باقی نماند.

#### ۵-۳-۱۰ تعمیر پوشش لوله

نقاط معیوب در پوشش لوله به طریق زیر تعمیر می‌گردند.

ابتدا نوار قسمت آسیب دیده پوشش لوله کاملاً برداشته می‌شود و کناره‌های آن به صورت مضرس درآمده تا از چسبندگی بهتر بین نواری که در تعمیر به کار می‌رود و نوار اصلی اطمینان حاصل گردد. هرگاه مساحت قسمت معیوب، بیشتر از ۲ اینچ مربع (۱۲/۵ سانتیمترمربع) باشد، سطح لوله تا نمایان شدن فلز آن با استفاده از برس سیمی تمیز خواهد شد. سطح تمیز شده، آستری خورده و پس از خشک شدن آستری، نوار سرد زیری به روش معمول اجرا خواهد گردید.

نواری که برای تعمیر قسمت معیوب به کار می‌رود، باید حداقل ۱۵ سانتیمتری اطراف قسمت آسیب دیده را پوشش دهد، سپس نوار رویی اجرا خواهد گردید، به طوری که ۱۰ سانتیمتر اطراف نوار زیری را بپوشاند. اگر سطح قسمت آسیب دیده، کمتر از ۲ اینچ مربع (۱۲/۵ سانتیمترمربع) باشد، نیاز به آسترزنی مجدد نمی‌باشد، اما نواریهای زیری و رویی به نحوی که قبلاً ذکر شد، باید اجرا گردند.

در مورد حباب هوا، دو برش به صورت عمود بر یکدیگر (+) در مرکز حباب با حداقل اندازه لازم ایجاد نموده و پس از خارج ساختن هوا، قسمتی از نوار که از لوله جدا شده است، از آن برداشته و سپس با زدن آستری، مطابق روش فوق‌الذکر، نواریپیچی خواهد شد.

در صورت امکان بهتر است پس از تعمیر قسمتهای آسیب دیده و قبل از اجرای نوار رویی، آزمایش الکتریکی با دستگاه منفذیاب انجام شود. پس از گذراندن آزمایش، قسمت تعمیر شده با نوار رویی که حداقل ۱۰ سانتیمتری اطراف نوار زیری قسمت تعمیر شده را پوشش دهد، نواریپیچی گردد.

اگر سطح محل‌های آسیب دیده قابل ملاحظه باشند، به تشخیص مهندس مشاور، ممکن است اجرای پوشش مجدد به طور کامل ضروری گردد.

استفاده از نوار نرم مخصوص اتصالات و متعلقات و پرایمر آن نیز کاربرد دارد. چنانچه آسیب وارده فقط به نوار خارجی باشد، دیگر لزومی به کندن نوار زیرین نبوده و فقط کافی است قسمت آسیب دیده با همان نوار خارجی تعمیر گردد. آزمایش مجدد پوشش تعویض شده با دستگاه منفذیاب ضروری می‌باشد.

### ۵-۳-۱۱ آزمایشات

#### ۵-۳-۱۱-۱ آزمایش چسبندگی

پس از گذشتن مدت زمان لازم از اجرای پوشش خارجی لوله (این مدت توسط سازنده مصالح پوشش تعیین می‌گردد) و در حالی که درجه حرارت لوله بین ۷ تا ۲۵ درجه سانتیگراد می‌باشد، آزمایش چسبندگی حداقل یک بار در هر کیلومتر انجام خواهد شد. حداقل فوق می‌تواند به تشخیص مهندس مشاور افزایش یابد.

برای این منظور باید به وسیله کارد تیز، دو شیار عمقی موازی و عمود بر محور لوله به وجود آورد. شیارهای به وجود آمده، باید ۴ سانتیمتر فاصله داشته و تا سطح لوله عمق داشته باشند. سپس باید ابتدای شیارها را با یک برش عمود بر آنها بر هم متصل کرد و به وسیله یک کاردک، پوشش میان شیارها را جدا نموده و با زاویه عمود بر سطح لوله، سعی نمود پوشش میان دو شیار موازی را از سطح لوله جدا کرد.

اگر پوشش به طور کامل و به آسانی جدا نشود و قسمتی از آن به لوله بچسبد، پوشش قابل قبول خواهد بود. در نقاطی که آزمایش چسبندگی انجام می‌شود، پیمانکار موظف است عملیات مرمت پوشش را انجام دهد. در صورت عدم قبولی چسبندگی، پیمانکار موظف است پوشش لوله را برداشته و لوله را دوباره تمیز کرده و پوشش نماید.

#### ۵-۳-۱۱-۲ آزمایش الکتریکی با دستگاه منفذیاب

تمام قسمتهای لوله پس از نوارپیچی باید به وسیله دستگاه منفذیاب آزمایش شود<sup>۱</sup>. سرعت حرکت الکتروستگاه بر روی لوله نباید بیشتر از ۱۸ متر در دقیقه باشد. برای جلوگیری از آسیب دیدن پوشش لوله، الکتروستگاه نباید بر روی هیچ یک از قسمتهای لوله توقف نماید.

برای تعیین مقدار ولتاژ مورد نیاز برای آزمایش، ابتدا باید قستی از لوله را با نوار زیری با پنجاه درصد هم‌پوشانی پوشش نمود. سپس با نوک یک سوزن، سوراخی در آن ایجاد کرد، به طوری که سوزن پس از عبور از لایه پوشش، به سطح لوله برسد. پس از ایجاد سوراخ، باید الکتروستگاه منفذیاب را در نقطه سوراخ شده نگهداشت و ولتاژ دستگاه را به تدریج بالا برد تا این که بین لوله در محل پوشش سوراخ شده و الکتروستگاه جرقه ایجاد شود. به علت تغییر شرایط محیط، مانند درجه حرارت و رطوبت، این آزمایش باید حداقل دو بار در روز تکرار شده و دستگاه تنظیم گردد.

### ۵-۳-۱۲ جابجا کردن و انبار کردن مصالح پوششی

جابجائی مصالح پوششی (شامل آستری، نوار رویی و نوار زیری)، باید به نحوی صورت گیرد که از زخمی شدن و آسیب دیدن آنها جلوگیری به عمل آید. در حمل و نقل بشکه‌های آستری نیز باید نهایت دقت به عمل آید تا از سوراخ شدن بشکه‌ها جلوگیری شود.

<sup>۱</sup> دستگاه منفذیاب برای نشان دادن سوراخ، نازکی پوشش، ترک‌خوردگی، نقص و عیب از این قبیل به کار می‌رود. پس از مشاهده عیوب پوشش، محل عیب به وسیله رنگ ضد آب مشخص می‌گردد تا دوباره تعمیر شود.

تمام مصالح پوششی باید در بسته‌بندی‌های اولیه و دور از تابش خورشید، گرد و خاک و رطوبت در انبار سرپوشیده نگهداری شوند. این مصالح نباید با زمین تماس مستقیم داشته باشند.

در صورت چیدن نوارها بر روی هم، ارتفاع حلقه‌ها در یک ستون نباید بیشتر از ۲ متر باشد. در مورد نگهداری و انبار کردن مصالح پوششی باید دستورالعمل سازنده مصالح رعایت گردد.