۵-۲ پوشش لوله‌های فولادی با مواد قیری یا قطرانی به طریق گرم

۵-۲-۱ کلیات

این مشخصات فنی شامل عملیاتی است که مربوط به پوشش حفاظتی سطوح خارجی لوله‌های فولادی با مواد قیر نفتی و یا قطران ذغال سنگی و اندود داخلی لوله‌های فولادی با مواد قیری (به جز لوله‌های فولادی برای انتقال آب آشامیدنی) می‌باشد.

پیمانکار موظف است کلیه ماشین‌آلات، ابزار کار و نیروی انسانی مورد نیاز را فراهم آورده و عملیات ذکر شده را مطابق این مشخصات اجرا نماید.

این نوع پوشش از قدیم برای حفاظت جدار داخلی و خارجی لوله‌های فولادی به کار می‌رفته و در طول زمان از نظر نارسائی‌ها و معایب تکمیل شده است. اجرای پوشش هم در کارخانه و هم کارگاه انجام می‌شود.

لازم به توضیح است که در اجرای پوشش با قطران ذغال سنگی، به علت تأثیرات نامطلوب در ریه و پوست کارگرانی که با آن کار می‌کنند، باید ضوابط بهداشتی و موارد ایمنی کاملاً رعایت گردد.

برای اجرای پوشش، ابتدا سطح لولـــه به وسیله عملیات ماسه‌پاشی و یا ساچمه‌زنی (بلاستینگ)[1] تا درجه مورد نظر کاملاً تمیزکاری می‌گردد تا سطح فلز لوله به رنگ خاکستری مات در آید.

پس از تمیزکاری و آماده‌سازی سطح لوله، لایه آستری[2] مناسب بر روی لوله پاشیده می‌شود و مدتی برای خشک شدن، نگهداری می‌شود.

سپس لوله روی غلطک‌هائی با حرکت دورانی به جلو رانده می‌شود و در همین حال، از دهانه قیرریز، قیر و یا قطران مذاب بر روی سطح لوله ریخته می‌شود. ضخامت لایه قیر با تنظیم حرکت دورانی و محوری لوله و مقدار قیرریزی کنترل می‌گردد.

همزمان با قیرریزی، یک یا دو لایه نوار تقویت کننده از جنس الیاف شیشه (نوار داخلی)[3] به صورت مارپیچی به دور لوله پیچیده می‌شود. این نوار با میزان کشش مناسب طوری پیچیده می‌شود که درون قیر قرار می‌گیرد. با توجه به جنس نوار متخلخل، قیر از درون منافذ آن عبور کرده و نوار کاملاً آغشته به قیر می‌شود. همزمان یک لایه نوار آغشته به قیر (نوار خارجی)[4] با میزان کشش مناسب به دور آن پیچیده می‌شود.

هنگام اجرای پوشش، وجود دو عدد چشمه قیر یکی قبل از نوار داخلی و یکی قبل از نوار خارجی ضروری است.

پس از اتمام عایقکاری، سرتاسر لوله با پاشیدن آب سرد کاملاً خنک شده و در صورت نیاز با محلول مخصوص (آب آهک) سفیدشوئی می‌گردد تا بدین وسیله پوشش لوله در مقابل تابش نور خورشید و جذب حرارت حفاظت گردد.

برای اجرای اندود داخل لوله‌ها، پس از تمیزکاری سطوح داخل لوله (مشابه سطوح خارجی لوله)، قشر پرایمر مناسب بر روی لوله زده می‌شود. در مرحله اجرای اندود، در حالی که لوله می‌چرخد، مواد قیری از طریق یک لوله انتقال دهنده به سطح داخل لوله پاشیده

---

[1] Sand Blasting – Shot Blasting
[2] Primer
[3] Inner Wrap
[4] OuterWrap

می‌شود. برای اندود داخلی لوله‌ها، از نوارهای تقویت‌کننده استفاده نمی‌شود و ضخامت لایه اندود با تنظیم مقدار قیرریزی و حرکت طولی لوله انتقال دهنده، کنترل می‌گردد.

۵-۲-۲ استانداردها و مراجع

مشخصات فنی حاضر برای اجرای پوشش خارجی و اندود داخلی لوله‌های آبرسانی فولادی زیرزمینی با مواد قیری یا قطرانی به طریقه گرم تهیه گردیده است و شامل تمیزکاری و آماده‌سازی سطح لوله، اجرای آستری برروی سطح لوله، آماده کردن مواد قیری یا قطرانی، اجرای پوشش خارجی و یا اندود داخلی لوله، تعمیر پوشش و آزمایشهای مورد نیاز پوشش می‌باشد.

چنانچه در مواردی این مشخصات فنی کامل نبوده و یا در زمینه مورد نظر مسکوت باشد، باید در وهله اول، به استانداردهای مصوب مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، نشریات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور یا بخشهای مرتبط آخرین ویرایش و تجدید نظر استانداردهای بین‌المللی JIS, DIN, BS, AWWA, ISO به شرح زیر مراجعه نمود :

الف – ISO 5256

پوشش قیری یا قطرانی برای حفاظت خارجی وداخلی لوله‌های فولادی زیرزمینی.

ب – AWWA C203

پوشش قطران ذغال سنگی برای حفاظت خارجی و داخلی لوله‌های آبرسانی فولادی.

پ – BS 4147

پوشش قیر نفتی برای حفاظت سطوح فلزی

ت – DIN 30673

پوشش قیر نفتی برای حفاظت سطوح خارجی و داخلی لوله‌های فولادی.

ث – JIS G 3491

پوشش قیر نفتی برای حفاظت سطوح داخلی و خارجی لوله‌های آبرسانی فولادی.

مصالح مورد نیاز پوشش، شامل قیر یا قطران، پرایمر، نوار تقویت کننده داخلی از جنس الیاف شیشه و نوار حفاظت مکانیکی خارجی از جنس الیاف شیشه و یا انواع دیگر که آغشته به قیر یا قطران است، می‌باشد.

برای تهیه مصالح، توصیه می‌شود در وهله اول به استانداردهای مصوب مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) و نشریات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور مراجعه نموده و پس از آن به استانداردهای بین‌المللی فوق‌الذکر مراجعه گردد.

۵-۲-۳ تمیزکاری و آماده‌سازی سطح لوله

۵-۲-۳-۱ حالت کلی

قبل از اجرای پوشش خارجی و داخلی، سطح لوله باید کاملاً تمیز بوده و از هر گونه مواد خارجی مانند رنگ، روغن، گریس، پوسته، زنگ و دیگر ناخالصی‌ها که مانع چسبندگی پوشش به سطح لوله می‌شوند، عاری باشد.

برای تمیزکاری سطح لوله با روش ماسه‌پاشی یا ساچمه‌زنی، ابتدا لوله باید مورد بازرسی چشمی قرار گیرد و کلیه مواد روغنی، گریس و نظیر آن با استفاده از حلال مناسب (مانند تری کلرواتان ۱۰۱۰۱) و پارچه یا گونی تمیز و از سطح فلز پاک شود.

به منظور تسهیل تمیزکاری، می‌توان مرحله پیش‌گرمی[1] را انجام داد. پیش‌گرمی به وسیله جریان برق و یا با شعله صورت می‌گیرد. در این مرحله، لوله باید بین ۳۰ تا ۵۰ درجه سانتیگراد گرم شود.

برای تمیزکاری سطح لوله با روش ماسه‌پاشی[2]، باید دیگ ماسه‌پاشی، کمپرسور هوا و سایر تجهیزات و امکانات لازم توسط پیمانکار تهیه شود. ماسه با فشار زیاد توسط هوای فشرده به وسیله یک لوله و سپس نازل به طرف سطح فلز پرتاب می‌گردد و در اثر برخورد این مواد، سطح فلز تمیز و سائیده می‌شود. جنس ماسه باید از نوع سیلیس و فاقد خاک باشد. به منظور جلوگیری از ورود ذرات ماسه به داخل لوله، می‌توان دو سر لوله را با بالشتک مسدود نمود.

درجه تمیزی سطح لوله باید حداقل مطابق درجه Sa2 استاندارد ISO8501-1 (یا استاندارد سوئدی SIS 055900 و یا مشابه آن) باشد. پس از اتمام ماسه‌پاشی، باید سطح آماده شده با جریان هوای فشرده از گرد و غبار تمیزگردد.

برای تمیزکاری سطح لوله به روش ساچمه‌زنی[3]، لوله از داخل دستگاه پاششی عبور داده می‌شود. دستگاه پاششی باید بتواند زنگ، پوسته و رسوبات را از سطح لوله پاک نموده و زمینه خاکستری فلزی را نمایان سازد. میزان تمیزی سطح لوله در این روش نیز باید حداقل مطابق درجه Sa2 استانداردهای فوق‌الذکر باشد.

برای تمیزکردن غبار و سایر ذرات باقیمانده روی لوله، با تعبیه دستگاه مکنده غبار و عبوردادن لوله از داخل آن، می‌توان لوله را تمیز نمود.

سطوح لوله پس از تمیز شدن، باید در مقابل گرد و غبار و آلوده شدن به چربی، روغن و دیگر مواد و همچنین در مقابل زنگ‌زدگی مجدد حفاظت شود.

در هنگام تمیزکاری و زنگ‌زدائی لوله، چنانچه حفره و یا نقائص دیگری در سطح لوله مشاهده شود، لوله برای انجام بازرسی دقیق این موارد و رد یا قبول آن کنار گذارده می‌شود.

۵-۲-۳-۲ تمیزکاری موضعی

چنانچه تمیزکاری سطح محدودی از لوله مد نظر باشد، می‌توان از برس سیمی برقی قابل حمل، سنگ سمباده و یا امکانات دیگر که سطح لوله را تا حد مورد نیاز Sa3 استاندارد بین‌المللی ISO 8501-1 (یا استاندارد سوئدی) تمیز می‌کند، استفاده نمود.

◄ ۵-۲-۴ آسترزنی

آستری[4] مایع سیاه رنگ چسبنده‌ای است که در یک لایه بر روی سطح فلز تمیز شده، زده می‌شود تا چسبندگی بین فلز و لایه پوشش را تأمین نماید.

آستری باید بر روی سطح تمیز و خشک همان‌گونه که در بند فوق بیان شد، اجرا گردد. در زمان اجرا وقتی که دمای هوا کمتر از ۷ درجه سانتیگراد و یا زمانی که رطوبت محیط، زیاد (بیشتر از ۸۵ درصد) و سطح لوله مرطوب باشد، اجرای آستری مجاز نمی‌باشد،

---

[1] Preheating
[2] Sand Blast
[3] Shot Blast
[4] Primer

مگر این که سطح لوله تا دمای۳۰ تا۴۰ درجه سانتیگراد گرم شود. این عملیات نباید به تمیزی سطح فلز برای اجرای آستری لطمه وارد سازد.

در مواقعی که هوا بارانی یا مه‌آلود است، نباید آستری زده شود، مگر آن که از محیط سرپوشیده و مناسبی استفاده شود. قشر آستری باید به ضخامت تعیین شده توسط سازنده آستری و حداقل به ضخامت ۲۰ میکرون به طور یکنواخت و پیوسته اجرا گردد. اجرای آستری معمولاً به صورت پاششی[1] صورت می‌گیرد. آستری را می‌توان با فرچه (برس دستی)، غلتک و یا هر وسیله مناسب مورد تأیید مهندس مشاور اجرا کرد. دمای سطح لوله در زمان اجرای آستری، باید بر طبق توصیه سازنده آن باشد. آستری را باید بتوان به راحتی و با کیفیت خوب بر روی سطح لوله اجرا نمود، به طوری که حین اجرای آستری، حباب روی سطح لوله تشکیل نشود. آستری و مواد پوشش باید از یک کارخانه سازنده سفارش داده شود و باید با یکدیگر سازگار[2] باشند. قبل از استفاده از آستری، بشکه‌های حاوی آستری را باید چندین مرتبه غلطاند تا محتویات داخل آن کاملاً مخلوط و یکنواخت شود.

آستری که در معرض هوا قرار می‌گیرد، فقط برای یک مرتبه آستری‌زنی قابل استفاده می‌باشد. استفاده از آستری‌های غلیظ شده که ممکن است مایع حلال آنها بخار شده باشد، مجاز نمی‌باشد. برای سهولت اجرای آستری، می‌توان در زمان اجرا، آن را تا دمای مجاز طبق دستورالعمل سازنده گرم نگهداشت.

برای حفاظت آستری خیس در مقابل تماس احتمالی با گردوغبار، مه، باران و یا هر ماده خارجی دیگر و تا زمانی که آستری کاملاً خشک شده و پوشش روی آن اجرا گردیده باشد، باید اقدامات لازم صورت پذیرد.

حداقل و حداکثر زمان خشک شدن برای لایه آستری و فاصله زمانی بین زدن آستری و اجرای پوشش، با توجه به نوع آستری و دستورالعمل سازنده آن تعیین می‌شود. خشک شدن آستری را می‌توان با لمس کردن آزمایش نمود. لایه آستری باید سخت و خشک بوده و اثر انگشت بر روی آن باقی نماند.

چنانچه فاصله زمانی بین زدن آستری و اجرای پوشش بیشتر از مدت زمان تعیین شده توسط سازنده بطول انجامد، سطح آستری خورده باید مجدداً تمیز کاری شده و آستری زده شود مگر اینکه سازنده آستری، دستورالعمل مشخص و خاصی در این مورد ارائه داده باشد.

سطح آستری خورده باید کاملاً صاف و عاری از هر گونه منفذ، شره و یا ناصافی‌های دیگر باشد. محل منفذها باید مجدداً آستری خورده و محل شره‌ها و ناصافی‌ها با برس سیمی برداشته شده و سطح فلز مجدداً تمیزکاری گردیده، آستری زده شود.

لوله‌ها را باید پس از آسترزنی بر روی چهارتراش‌های تخته‌ای آغشته به همان نوع آستری به نحوی نگهداری نمود که به یکدیگر نچسبند. پس از خشک شدن آستری روی لوله‌ها و انجام بازرسی‌های لازم، لوله‌ها بر روی سیستم انتقال دهنده به قسمت پوشش قرار داده می‌شوند.

◄ ۵-۲-۵ آماده کردن مواد قیری یا قطرانی

قیر و یا قطران جامد باید در یک سکوی تمیز که عاری از گرد و خاک و مواد زاید باشد شکسته شده و ابتدا به صورت قطعات کوچک (حدود ۲ کیلوئی) در دیگ‌های ذوب قرار داده شود. حدود نیم ساعت به دیگ حرارت ملایم داده شود تا مقداری از مواد ذوب

[1] Spray
[2] Compatible

شده در ته دیگ جمع گشته و از گرم شدن موضعی دیگ جلوگیری به عمل آید. بعد از آن حرارت را زیاد کرده و قطعات بزرگ ۵ تا ۱۰ کیلوئی به داخل آن اضافه می‌کنند.

دیگ‌های مصرف و یا ذخیره باید به اندازه و به تعداد کافی تدارک دیده شود تا اجرای پوشش لوله‌ها طبق برنامه و بدون وقفه ادامه پیدا کند.

دیگ‌های مصرف نباید در طول مدت مصرف به طور مستمر با قیر و یا قطران جامد پر شوند، بلکه باید هر بار قبل از اضافه نمودن قیر و یا قطران جامد بعدی، به طور کامل از مواد تخلیه و تمیز شوند.

قیر یا قطران باید پس از ذوب شدن، تا دمای مناسب برای مصرف (که معمولاً ۱۰۰ تا۱۱۰ درجه سانتیگراد بالاتر از نقطه نرم شدن آن است و توسط سازنده تعیین می‌شود)، حرارت داده شود. از حرارت دادن اضافی به جدار دیگ که موجب صدمه‌زدن به مواد قیری یا قطرانی می‌شود، باید خودداری نمود.

دیگ‌ها باید مجهز به دماسنج با ثبات دقیق که به آسانی قابل رؤیت است، باشند تا مهندس ناظر بتواند آن را کنترل نموده و در صورت نیاز حرارت آن تنظیم گردد.

دیگ‌ها باید دارای درپوش لولائی باشند به طوری که بتوان دیگ را هنگام حرارت‌دهی و مصرف، بسته نگهداشت و فقط برای ریختن قطعات قیر یا قطران باز نمود. تعبیه صافی توری با چشمه‌های ۱/۵ میلیمتری که به آسانی قابل تمیزکردن باشد، در قسمت خروجی دیگ ضروری است تا ذرات مواد اضافی و ناخالصی‌ها که باعث ایجاد نقص در پوشش می‌شود، جدا گردیده و به داخل پوشش وارد نشود.

دیگ‌ها باید دارای همزن بوده و قیر یا قطران مذاب هر ۱۵ دقیقه یک بار به طور کامل هم‌زده شود. برای هم‌زدن باید از همزن‌های آهنی استفاده شود و استفاده از همزن چوبی مجاز نمی‌باشد.

حداکثر دمای مجاز و نیز حداکثر زمانی که قیر تحت دمای مصرف در دیگ‌ها نگهداشته می‌شود، باید مطابق دستورالعمل سازنده مواد باشد.

قیر یا قطرانی که از حداکثر دمای مجاز بیشتر گرم شده باشد و یا برای مدتی بیش از حد تعیین شده تحت دمای مصرف در داخل دیگ باقی مانده باشد، غیرقابل مصرف بوده و باید دور ریخته شود.

قیر یا قطران اضافی باقیمانده در ته دیگ برای ذوب مجدد نباید از ۱۰ درصد ظرفیت دیگ تجاوز کند. دیگ‌ها باید به طور مرتب بر اساس نیاز تخلیه و تمیز گردند و از قیر تخلیه شده نباید برای تهیه قیر بعدی استفاده و با آن مخلوط گردد.

◄ ۵-۲-۶ اجرای پوشش خارجی

۵-۲-۶-۱ اجرای پوشش خارجی لوله‌ها همراه با نوار داخلی و خارجی

پوشش خارجی متشکل است از لایه قیر یا قطران به ضخامت تعیین شده، یک یا دو لایه نوار داخلی از جنس الیاف شیشه‌ای به عنوان تقویت کننده پوشش و یک لایه نوار خارجی (بیرونی) که آغشته به قیر و یا قطران بوده و به عنوان حفاظت لایه پوشش بر روی آن پیچیده می‌شود.

سطوح لوله که قرار است پوشش شود، باید تمیز و خشک بوده و هر گونه عیب و نقصی که در سطح آستری خورده لوله مشاهده شود، باید قبل از اجرای پوشش ترمیم گردد.

هنگام اجرای پوشش، دمای لوله باید بالاتر از ۳۰ درجه و کمتر از ۵۰ درجه سانتیگراد باشد. با توجه به شرایط آب و هوائی منطقه و رطوبت موجود در هوا و با تشخیص مهندس مشاور، لوله‌های آستری‌خورده باید تا دمای مطلوب گرم شوند.

عملیات حرارت‌دهی باید به نحوی باشد که سطح لوله به طور یکنواخت گرم شده و دمای آن از ۷۰ درجه سانتی‌گراد تجاوز ننماید. در صورتی که دمای محیط و شرایط آب و هوائی مناسب نبوده و گرم کردن لوله امکان‌پذیر نباشد، اجرای عملیات پوشش به تشخیص مهندس مشاور و تا فراهم شدن شرایط مناسب، باید به تعویق افتد.

مواد قیری یا قطرانی که برای پوشش به کار می‌روند، باید در حالی که لوله می‌چرخد و به جلو رانده می‌شود، بر روی سطح لوله ریخته شود به نحوی که ضخامت مورد نظر حاصل گردد. این کار باید به گونه‌ای صورت گیرد که با چرخش لوله، هر لایه حلزونی قیر یا قطران با لایه قبلی هم‌پوشانی[1] داشته و لایه قیر یا قطران به صورت یکپارچه و همگن، عاری از فضای خالی پوشش نشده، حفره یا منفذ و با ضخامت تعیین شده، ایجاد شود.

همزمان با عملیات قیرپاشی، یک یا دو لایه نوار داخلی از جنس الیاف شیشه‌ای به صورت مارپیچی با هم‌پوشانی ۱۵ تا ۵۰ میلیمتر (متناسب با قطر لوله)، به عنوان تقویت کننده با میزان کشش مناسب دور لوله پیچیده می‌شود و داخل لایه پوشش قیری قرار می‌گیرد. نباید نوار با سطح لوله تماس حاصل نماید و یا از لایه پوشش قیر بیرون‌زدگی داشته باشد، بلکه نوار باید در فاصله حدود یک میلیمتری از جدار لوله در داخل قیر قرار گیرد.

بلافاصله بعد از این که پوشش و نوار (نوارهای) داخلی با ضخامت مورد نظر اجرا شد نوار خارجی (بیرونی)، که قبلاً آغشته به قیر یا قطران شده است، به صورت مارپیچ با هم‌پوشانی ۱۵ تا ۵۰ میلیمتر (متناسب با قطر لوله) با میزان کشش مناسب دور پوشش پیچیده می‌شود.

پوشش حاصل باید از چین و چروک، ترک یا مواد زاید عاری بوده و به طور کامل و یکنواخت، روی سطح لوله را پوشش دهد.

دو سر لوله (برای عملیات جوشکاری و یا نصب اتصال مکانیکی) معمولاً به طول ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر پوشش داده نمی‌شود، ولی به لحاظ پیوستگی در عملیات، پوشش لوله و نوار پیچی به صورت یکپارچه بوده و حد فاصل دو شاخه لوله که به صورت چسبیده به هم قرار دارند را می‌پوشاند و لذا انتهای لوله‌ها به ناچار پوشش داده می‌شود. بنابراین قبل از وارد شدن لوله به سیستم پوشش‌کاری، فاصله ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتری دو انتهای لوله با آب و صابون آغشته می‌گردد تا پس از اتمام عملیات پوشش، به راحتی پوشش در انتهای لوله جدا گردد.

لوله‌های پوشش شده را باید بلافاصله پس از نوارپیچی خارجی وارد سیستم دوش آب خنک کننده نموده با آب تمیز و سرد آب‌پاشی نمود، تا سرد شدن لوله تسریع گردد.

پس از سرد شدن پوشش، طول مورد نظر از عایق دو سر لوله برداشته می‌شود و دو لبه برای عملیات جوشکاری تمیز می‌گردد.

در این مرحله، باید دقت شود که به خاطر گرم بودن پوشش، لوله‌ها بر روی تکیه‌گاه‌های (سکوهای) مناسب (مثلاً ۴ سکوی ۳۰ سانتیمتری و یا ۳ سکوی ۴۰ سانتیمتری) قرار داده شوند تا از فرورفتگی و آسیب دیدن عایق لوله‌ها جلوگیری به عمل آید.

---

[1] Overlap

۵-۲-۶-۲ ضخامت پوشش

ضخامت پوشش باید مطابق مقادیر زیر باشد، مگر آن که توسط مهندس مشاور ضخامت‌های دیگری تعیین شده باشد.

- حداقل ۳ میلیمتر بدون احتساب ضخامت نوار خارجی، در مواردی که یک لایه نوار داخلی به کار رفته باشد.
- حداقل ۴ میلیمتر بدون احتساب ضخامت نوار خارجی، در مواردی که دو لایه نوار داخلی به کار رفته باشد.

در مواردی که برجستگی خط جوش موجب می‌شود که ضخامت‌های مطلوب به دست نیاید، ضخامت مورد نظر پوشش در بالای خط جوش باید معادل حداقل مقادیر خواسته شده باشد.

۵-۲-۶-۳ سفیدشوئی[1]

در مواردی که پوشش خارجی در معرض نور مستقیم خورشید قرار می‌گیرد، در صورت نیاز و به دستور مهندس مشاور، باید سطح خارجی پوشش با محلول سفید پوشش حفاظت گردد. سفیدکننده‌ها معمولاً ترکیبی از ۳۵ کیلوگرم آهک، ۲/۴ کیلوگرم نمک، ۲ کیلوگرم روغن بزرک در ۱۰۰ لیتر آب می‌باشند. برای تهیه این محلول، باید ابتدا نمک را به آب اضافه نمود، سپس آهک و روغن را به آرامی در حالی که محلول همزده می‌شود به آن اضافه کرد. مخلوط آماده شده را پس از ۳ روز می‌توان استفاده نمود.

◄ ۵-۲-۷ اجرای اندود داخلی لوله‌ها

اندود داخل لوله‌های فولادی با مواد قیری، در کارخانه و یا کارگاه اندودکاری انجام می‌شود. استفاده از لوله‌های با اندود داخلی قیری برای انتقال آب شرب مجاز نمی‌باشد.

برای اجرای اندود داخل لوله‌ها با مواد قیری پس از تمیزکاری سطوح داخلی لوله (مطابق بند ۵-۲-۳ این بخش از مشخصات فنی)، مشابه سطوح خارجی لوله، قشر آستری مناسب مطابق بند ۵-۲-۴ بر روی لوله زده می‌شود.

در مرحله اجرای اندود، در حالی که لوله می‌چرخد، مواد قیری از طریق ناودانی و یا خط تغذیه کننده رفت و برگشتی به سطح داخل لوله پاشیده می‌شود. ضخامت لایه اندود با تنظیم مقدار قیرریزی و حرکت طولی دستگاه تغذیه کننده رفت و برگشتی کنترل می‌گردد.

در هنگام اجرای اندود، سطح آستر خورده باید تمیز و خشک باشد. اندود نباید درهوای سرد یا مه‌آلود اجرا شود، مگر آن که لوله قبلاً گرم شده و یا این که لوله در فضای بسته حفاظت شده باشد.

سطح اندود باید عاری از چین و چروک، شره، بادکردگی، طبله و یا حباب باشد. ضخامت اندود باید با توجه به شرایط کاری، حسب مورد انتخاب گردد.

قسمتهایی از لوله که توسط مهندس مشاور در آنها سطح اندود زبری و ناهمواری زیاد تشخیص داده شود، باید از اندود پاک شده و دوباره مطابق این مشخصات اندود گردد.

پاشیدن آب برروی اندود برای سردکردن آن باید زمانی انجام شود که اندود به اندازه کافی سخت شده باشد و اثر پاشیدن آب بر روی سطح آن باقی نماند.

---

[1] White Wash

۵-۲-۷-۱ اجرای اندود با استفاده از ناودانی

لوله‌ای که قرار است اندود شود، بر روی غلطکهای لاستیکی یا فولادی مجهز به حفاظ یا چرخهای نگهدارنده مناسب، که از خارج شدن لوله از خط جلوگیری می‌کند چرخانده می‌شود.

سپس قیر مذاب توسط ناودانی که در تمام طول داخل لوله ادامه دارد، بر روی جدار داخلی لوله ریخته می‌شود. ناودانی باید کاملاً تراز بوده و دارای لبه‌های مستقیم و هموار باشد.

ناودانی را ممکن است به وسیله المان الکتریکی و یا شعله گاز به اندازه‌ای که مناسب تجهیزات میباشد گرم نمود.

انتقال قیر مذاب از دیگ تا محل ریختن به داخل ناودانی، باید به نحوی صورت پذیرد که از اتلاف حرارت بیش از اندازه جلوگیری شود.

قیر داغ، از زمان پرکردن ناودانی تا ریختن بر روی لوله، نباید بیشتر از یک دقیقه نگهداشته شود. قبل از این که سرعت چرخش لوله به حداکثر خود برسد، قیر نباید بر روی جدار داخل لوله ریخته شود. قیر سپس از طریق برگرداندن ناودانی با سرعت یکنواخت، در تمام طول لوله ریخته می‌شود. این کار باید به نحوی صورت گیرد که مواد قیری به طور مساوی در تمام طول لوله ریخته شود. پس از ریختن قیر، ناودانی به حالت اولیه برگردانده شده و از لوله خارج می‌گردد. در صورت لزوم، قیر اضافی باقیمانده در ناودانی، باید تمیز گردد. این قیر را در صورتی که عاری از گرد و خاک و آشغال باشد، می‌توان دوباره استفاده کرد، مشروط بر آنکه مقدار آن کمتر از ۱۰ درصد قیر تازه باشد.

۵-۲-۷-۲ اجرای اندود به وسیله خط تغذیه کننده

لوله‌ای که قرار است اندود شود بر روی غلطک‌های لاستیکی یا فولادی مجهز به حفاظ یا چرخهای نگهدارنده مناسب که از خارج شدن لوله از خط جلوگیری می‌کند، چرخانده می‌شود.

قیر مذاب به وسیله لوله، از مخزن به خط تغذیه‌کننده رفت و برگشتی رسانده می‌شود. با پوشش کردن لوله‌ها به وسیله عایق حرارتی مناسب و یا گرم کردن لوله‌ها و سیستم انتقال، باید دمای کاربرد[1] قیر که توسط سازنده مواد تعیین می‌شود، حفظ گردد.

قیر داغ باید به وسیله خط تغذیه کننده رفت و برگشتی به داخل لوله که درحال چرخش می‌باشد، ریخته شود. عضو قیرپاش سیستم تغذیه کننده باید بتواند در سرتاسر طول لوله حرکت کرده و سرعت حرکت با سرعت چرخش لوله هماهنگ بوده، به طوری که قیر، به صورت کاملاً یکنواخت و با ضخامت مورد نظر بر روی سطح لوله ریخته شده و پخش گردد.

◄ ۵-۲-۸ پوشش خارجی و اندود داخلی متعلقات

۵-۲-۸-۱ تمیزکاری، آسترزنی و اجرای پوشش

تمیزکاری، اجرای لایه آستری و پوشش خارجی و اندود داخلی متعلقات خط لوله فولادی باید به نحوی انجام شود که نتایج حاصل از آن، معادل پوشش خارجی و اندود داخلی لوله‌ها باشد.

[1] Application Temperature

روشهایی که برای اجرای پوشش و اندود متعلقات به کار می‌رود و با دستورالعمل‌های مندرج در این مشخصات فنی مغایرت دارند، باید قبلاً به تأیید مهندس مشاور برسد.

چنانچه به دلیل شکل خاص متعلقات، امکان چرخاندن آنها میسر نمی‌باشد، عملیات پوشش و اندودکاری را می‌توان با استفاده از برسهای دستی و دیگر تجهیزات که ذیلاً درج شده، و یا با سایر روشهای مناسب انجام داد.

۵-۲-۸-۲ اجرای پوشش

تمام سطوح آستری خورده باید با استفاده از برسهای دستی با دولایه قیر یا قطران پوشش شوند. حرکت برسها باید با یکدیگر هم‌پوشانی داشته و در نهایت پوششی یکپارچه و یکنواخت ایجاد کند.

اجرای پوشش می‌تواند با روش رفت و برگشتی و یا تخته ماله‌ای صورت پذیرد. این کار باید با دقت و مهارت انجام شود.

در مورد خط جوش‌ها، باید دقت شود که هرگونه ناهمواری و لبه‌های تیز ناشی از جوشکاری، با یکی از روشهای سوهان‌کاری، سنگ‌زدن و یا هر روش مناسب دیگر قبلاً برطرف شده باشد و اولین برس آغشته به قیر یا قطران، باید در امتداد جوش و بر روی آن کشیده شود.

◄ ۵-۲-۹ پوشش و اندود محل اتصالی‌ها

۵-۲-۹-۱ کلیات

مواد پوششی مورد استفاده برای محل اتصالی‌ها، باید با مواد مصرفی در پوشش اجرا شده قبلی سازگار باشد.

شرایط اجرای آستری و پوشش باید مطابق شرایط مندرج در ردیفهای ۵-۲-۳ تا ۵-۲-۷ این مشخصات فنی باشد.

پوشش و اندود محل اتصالی‌ها باید به اندازه کافی روی پوشش و اندود لوله ادامه یافته تا یک پوشش یکپارچه و بدون عیب و نقص تشکیل شود.

۵-۲-۹-۲ پوشش خارجی محل اتصالی‌های جوشی

سطح لوله در محل اتصال جوشی باید به خوبی تمیزکاری شود. هرگونه نـــاهمواری و لبه‌های تیـــز ناشی از جوشکاری، باید با یکی از روشهای سوهان‌کاری، سنگ‌زدن و یا هر روش مناسب دیگر برطرف گردد. پوشش ضدآفتاب (سفیدشوئی) و دیگر مواد زاید که از چسبیدن کامل پوشش جلوگیری می‌کنند، باید در محل اتصالی از روی لوله کاملاً پاک شوند.

پس از این کار، لایه آستری اجرا می‌گردد و اجازه داده می‌شود آستری بر طبق دستورالعمل کارخانه سازنده خشک شود. هنگامی که آستری خشک شد، محل اتصالی به طور دستی و به ضخامت مشخص شده با لایه قیر یا قطران داغ همراه با نوارهای داخلی و خارجی پوشش می‌گردد.

در مواردی که پوشش محل اتصالی با استفاده از قالب[1] یا روش مشابه آن اجرا می‌شود، با موافقت مهندس مشاور، می‌توان نوارهای داخلی و خارجی را حذف کرد.

[1] Mould

انواع نوارهای پوشش که توسط سازندگان برای این منظور تهیه شده است و به طریق گرم یا سرد به کار می‌رود، با تأیید مهندس مشاور، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۲-۹-۳ اندود محل اتصالی‌های جوشی

برای اندود داخلی محل اتصالی‌های جوشی، ابتدا باید قسمتهای اندود نشده به خوبی تمیزکاری شده و سپس لایه آستری اجرا گردد و بر طبق دستورالعمل کارخانه سازنده، اجازه داده شود تا آستری خشک گردد.

پس از خشک شدن آستری، قیر داغ به طریق دستی، با اندودگر یا هر روش مناسب دیگر[1] و به ضخامت مشخص شده، اجرا می‌گردد.

اندود داخلی محل اتصالی باید به خوبی به سطح لوله و اندود لوله بچسبد و سطح اندود در محل اتصالی باید صاف بوده و با سطح اندود لوله هم‌تراز گردد.

برای رساندن قیر به داخل خط لوله، می‌توان سوراخهایی در طول خط لوله پیش‌بینی و تعبیه کرد تا از آن طریق، قیر مذاب به داخل سطل مخصوص قیر ریخته شود.

◄ ۵-۲-۱۰ اندازه‌گیری ضخامت پوشش

ضخامت پوشش باید به وسیله ضخامت‌سنج مغناطیسی (آزمایش غیرمخرب)، اندازه‌گیری و کنترل شود.

کنترل ضخامت به وسیله ضخامت‌سنج مکانیکی (آزمایش مخرب)، توصیه نمی‌شود، ولی چنانچه از این روش استفاده شود، باید سوزن دستگاه به صورت قائم نسبت به سطح پوشش نفوذ کرده و نقطه انتهای آن به سطح فلز برسد. بعد از هر آزمایش باید بلافاصله محل صدمه دیده پوشش را تعمیر کرده و از نظر پیوستگی، مورد آزمایش الکتریکی قرار داد.

◄ ۵-۲-۱۱ تعمیر پوشش

تمام پوشش‌های آسیب دیده، محلهای آزمایش چسبندگی، نمونه‌گیری‌ها و نقاطی که با دستگاه منفذیاب الکتریکی علامت‌گذاری شده است، باید تعمیر شوند و پس از تعمیرات، ناحیه‌های تعمیر شده، با دستگاه منفذیاب بازرسی گردند.

محلهایی که صدمات وارده به عمق پوشش و به فلز لوله رسیده و یا چسبندگی پوشش آن از بین رفته است، را نباید با افزودن قیر تعمیر نمود.

نواحی صدمه دیده، عموماً به سه دسته تقسیم می‌شوند:

الف – صدمات جزئی، شامل حفره‌های سوزنی یا حبابی

ب – صدمات عمقی، به طوری که قسمت کوچکی از فلز لوله مشخص باشد.

پ – صدمات کلی که در آن آسیب‌ها گسترده بوده و سطح زیادی را می‌پوشاند و یا حفره‌های زیاد و یا ضخامت پوشش کم می‌باشد.

---

[1] روش ماله‌کشی و یا استفاده از گونی آغشته به قیر و با گرمایش موضعی یک نوار پیش‌ساخته از مواد پوشش که بر روی سطح آستری‌خورده اجرا می‌شوند

الف – تعمیر صدمات جزئی :

برای تعمیر حفره یا حبابهای ریز، می‌باید با یک کاردک تیز و با دقت، گرد و غبار و مواد زائد و پوشش خارجی قسمت آسیب دیده را برداشته، به طوری که به پوشش اطراف آن صدمه وارد نشود. سپس قیر داغ روی قسمت آماده شده تا ضخامت معین ریخته شود و با یک تکه وصله از نوار خارجی، پوشانده شود. در صورتی که حفره در حد دید غیرمسلح نباشد و با دستگاه منفذیاب مشخص شده باشد، گرم کردن پوشش با شعله و کشیدن کاردک آغشته به قیر روی محل آسیب دیده، می‌تواند عیب را برطرف نماید.

ب - تعمیر صدمات عمقی :

در مواقعی که صدمه عمقی بوده و سطح فلز بدون پوشش و نمایان باشد، مانند محلهای نمونه‌برداریها، محل آزمایشهای چسبندگی و غیره، باید تمامی قسمتهای پوشش جدا شده، از روی لوله برداشته شود و لبه‌ها با کاردک پخ زده شوند و در صورت نیاز، سطح فلز به وسیله برس سیمی با دقت تمیز شده و سطح نمایان، آستری زده شود.

پس از خشک شدن آستری، یک لایه قیر داغ در محل آسیب دیده ریخته شود و بلافاصله با یک لایه از نوار خارجی پوشانده شود.

پ - تعمیر صدمات کلی :

این نوع صدمات شامل نواقصی از قبیل پوشش نشدن قسمتی از لوله، طبله و جداشدن پوشش، ترک‌های شدید، حفره‌ها و منفذهای متعدد و یا ضخامت کم‌پوشش می‌باشد. لوله‌های پوشش شده که در این شرایط باشند، باید تمیز شده و مجدداً پوشش گردند.

◄ ۵-۲-۱۲ آزمایش‌های پوشش

پس از اجرای پوشش روی لوله‌ها، آزمایشهای زیر بر روی آن انجام خواهد شد.

۵-۲-۱۲-۱ آزمایش با دستگاه منفذیاب الکتریکی

این آزمایش، برای اطمینان از عدم وجود حفره، حباب و یا نواقصی که با چشم قابل رؤیت نمی‌باشد، در سطح تمام شده پوشش صورت می‌گیرد.

میزان ولتاژ دستگاه منفذیاب با توجه به ضخامت پوشش تنظیم می‌شود. میزان ولتاژ برای پوشش با یک لایه نوار داخلی حدود ۱۰ کیلوولت و برای پوشش با دو لایه نوار داخلی حدود ۱۵ کیلوولت می‌باشد. در تنظیم ولتاژ دستگاه، باید پیشنهاد سازنده نوار خارجی در مورد مقاومت دی الکتریک[1] این نوار کاملاً مورد توجه قرار گیرد.

سرعت حرکت الکترود دستگاه منفذیاب بر روی لوله، نباید از ۱۸ متر در دقیقه تجاوز کند (این سرعت معمولاً بین ۹ تا ۱۸ متر در دقیقه می‌باشد).

محلهای معیوب و یا بدون پوشش، از طریق جرقه الکتریکی تولید شده بین الکترود دستگاه و سطح نمایان فلز و یا بوق‌زدن دستگاه مشخص می‌گردد، که باید با گچ یا رنگ علامت‌گذاری شده و برای انجام تعمیرات از ردیف لوله‌های سالم کنار گذارده شود.

پس از تعمیر محلهای معیوب پوشش، محلهای مذکور باید مجدداً با دستگاه منفذیاب آزمایش گردد.

---

[1] Dielectric

۵-۲-۱۲-۲ آزمایش چسبندگی

آزمایش میزان چسبندگی پوشش باید در دمای بین ۱۰ تا ۳۰ درجه سانتیگراد بر روی پوشش لوله‌ها انجام شود. اگر دمای پوشش، که با دماسنج اندازه‌گیری می‌شود بالاتر از ۳۰ درجه و یا پائین‌تر از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد، برای تنظیم درجه حرارت در محدوده مذکور، باید مقداری آب سرد و یا گرم، حسب مورد بر روی سطح مورد نظر آزمایش ریخته شود.

این آزمایش، هم برای پوشش خارجی و هم اندود داخلی لوله‌های آب، دو روز پس از اجرای پوشش انجام می‌شود و تناوب آن در هر شیفت کاری ۸ ساعته، دو آزمایش می‌باشد.

برای جلوگیری از صدمه به پوشش، ابتدا کاردک کمی‌گرم می‌شود، سپس دو شیار عمقی و موازی با فاصله ۲ سانتیمتر و طول حدود ۱۰ سانتیمتر و سپس یک برش عمود بر شیارهای موازی، با کاردک بر روی پوشش ایجاد می‌گردد. شیارها باید تا سطح لوله عمق داشته باشند.

سپس، پوشش تحت آزمایش را در تمام عرض شیار شل کرده و به آرامی آن را به طرف بالا و در جهت عمود به سطح پوشش با نیروی یکنواخت کشیده تا پوشش از سطح لوله جدا شود.

اگر پوشش به طور کامل و به آسانی جدا نشود و وسعت گودی ایجاد شده کمتر از عرض شیار (۲ سانتیمتر) باشد، چسبندگی پوشش خوب و قابل قبول است.

در نقاطی که آزمایش چسبندگی انجام می‌شود، پیمانکار باید به هزینه خود، عملیات مرمت پوشش را انجام دهد.

اگر نتیجه آزمایش چسبندگی قابل قبول نباشد، در دو محل دیگر روی همان لوله، باید آزمایش تکرار گردد. اگر هر دو آزمایش تأیید شد، پوشش انجام شده قابل قبول است، ولی اگر حتی یکی از دو آزمایش مردود شود، چسبندگی پوشش مردود و غیر قابل قبول شناخته شده و پیمانکار موظف است پوشش را برداشته و طبق روش گفته شده لوله را مجدداً تمیز و پوشش نماید.

◄ ۵-۲-۱۳ جابجایی و حمل و نقل لوله‌های پوشش شده

۵-۲-۱۳-۱ جابجایی

لوله‌های پوشش شده باید به نحوی جابجا شوند که پوشش آنها صدمه نبیند. برای این منظور در هنگام جابجایی آنها باید از تسمه‌های عریض و پهن از نوع لاستیکی یا برزنتی و یا چرمی استفاده شود و از استفاده و تماس سیم بکسل، زنجیر و قلاب با سطح پوشش لوله جلوگیری گردد. زیرسری لوله‌ها نیز باید به پوشش نرم مجهز شده باشند.

دمای مناسب برای جابجایی لوله‌های پوشش شده بنا به توصیه سازنده مواد پوششی تعیین می‌شود. در فصل گرما یا مناطق گرمسیر، حتی‌الامکان باید سعی شود هنگام صبح یا غروب و زمانی که تابش مستقیم نور خورشید روی پوشش نباشد، جابجایی صورت گیرد.

۵-۲-۱۳-۲ حمل و نقل توسط کامیون

در موقع حمل لوله‌های پوشش شده توسط کامیون، باید لوله برروی زیرسری‌های عریض از الوار که در سطح تکیه‌گاه لوله به شکل انحنا لوله بریده شده و از نمد و یا مواد نرم مشابه پوشانده شده، استفاده گردد. سیم بکسل‌ها که برای بستن لوله استفاده

می‌شوند، باید با دقت با پارچه نرم پوشانده شوند و حتی‌الامکان برای بستن لوله‌ها از تسمه‌های چرمی و یا برزنتی مقاوم استفاده گردد.

تعداد لوله‌ها برروی کامیون باید با توجه به قطر لوله انتخاب شود و طوری باشد که در هنگام حمل و نقل به پوشش لوله صدمه وارد نیاید.

◄ ۵-۲-۱۴ عملیات کارگاهی

۵-۲-۱۴-۱ ریسه‌کردن لوله در کنار ترانشه

لوله‌ها باید به طور مناسب برروی تکیه‌گاه‌هایی قرار گرفته و در طول ترانشه ریسه شوند به طوری که لوله از زمین فاصله داشته باشد تا از زخمی‌شدن پوشش لوله جلوگیری گردد. تکیه‌گاه‌ها، باید از کیسه ماسه باشند تا یک بستر نرم ایجاد نمایند.

۵-۲-۱۴-۲ بلند کردن لوله

لوله از کنار ترانشه باید توسط یک تسمه پهن بلند شده، به داخل ترانشه برده شود. استفاده از سیم بکسل، زنجیر و یا وسائل دیگری که در تماس با آنها احتمال زخمی‌شدن پوشش وجود دارد، مجاز نمی‌باشد.

غلطاندن لوله به داخل ترانشه مجاز نمی‌باشد. قبل از خواباندن لوله در ترانشه، باید زیر لوله هنگام آویزان بودن آن، بازرسی شود تا از سالم بودن پوشش حفاظتی لوله اطمینان حاصل گردد.

۵-۲-۱۴-۳ بستر لوله

هنگامی که ترانشه در زمینهای سنگی و یا زمینهائی که دارای اجسام سخت است ایجاد می‌شود و احتمال صدمه دیدن پوشش لوله در تماس با بستر وجود دارد، برای جلوگیری از زخمی‌شدن پوشش، یک لایه خاک سرند شده یا ماسه به ضخامت حداقل ۱۰ سانتیمتر باید قبل از نصب لوله در کف ترانشه ریخته شود. البته بسترسازی یاد شده عام بوده و در اینجا به عنوان تأکید مجدد ذکر گردیده است.

۵-۲-۱۴-۴ سایر ملاحظات

در هنگام اجرای عملیات لوله‌گذاری، باید کلیه احتیاطات لازم برای جلوگیری از زخمی‌شدن پوشش لـــولـــه به کار گرفته شود. هیچ‌گونه ابزار یا جسم فلزی سنگین نباید با پوشش تماس پیدا کنند.

کارگران هنگامی که ضروری است، مجاز به راه رفتن بر روی لوله می‌باشند و در این صورت باید از کفش‌های با پاشنه و کف لاستیکی استفاده نمایند.

هرگونه صدمه‌ای که به پوشش حفاظتی هنگام نصب لوله وارد آید، باید قبل از خاکریزی، به نحو مناسب تعمیر گردد.