

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه - وزارت نیرو

پوشش جدار لوله‌های فولادی با ملات ماسه سیمان

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

نشریه شماره ۱۷۳

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه - وزارت نیرو

پوشش جدار لوله‌های فولادی با ملات ماسه سیمان

نشریه شماره ۱۷۳
معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

فهرستبرگه

سازمان برنامه و بودجه. دفتر امور فنی و تدوین معیارها
پوشش جدار لوله‌های فولادی با ملات ماسه‌سیمان / معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها، وزارت
نیرو [طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور]. - تهران: سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی -
اجتماعی و انتشارات، ۱۳۷۷.

۲۶ ص: جدول - (سازمان برنامه و بودجه، دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ نشریه شماره ۱۷۳)

ISBN 946-425-067-2

فهرستنویسی براساس اطلاعات فیبا (فهرستنویسی پیش از انتشار).

کتابنامه: ص. ۲۶.

۱. لوله‌های فلزی - خوردگی. ۲. فولاد - پوشش. الف. ایران. وزارت نیرو. طرح تهیه استانداردهای مهندسی

آب کشور. ب. سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات. ج. عنوان.

س ۲ ۴۹۲/۹ TA ۶۷۲/۸۳۲

۱۰۰۴-۷۷م

کتابخانه ملی ایران

شابک ۲-۰۶۷-۰۲۵-۴۶۴

ISBN 964-425-067-2

پوشش جدار لوله‌های فولادی با ملات ماسه‌سیمان

تهیه‌کننده: معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها

ناشر: سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات

چاپ اول: ۶۰۰ نسخه، ۱۳۷۷

قیمت: ۲۰۰۰ ریال

چاپ و صحافی: مؤسسه زحل چاپ

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

بسمه تعالی

شماره: ۱۰۲/۴۵۰-۵۴/۳۵۷ تاریخ: ۷۷/۲/۵	به تمامی دستگاههای اجرایی ومهندسان مشاور
موضوع: پوشش جدار لوله‌های فولادی با ملات ماسه سیمان	
<p>به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه کشور و آیین‌نامه استانداردهای اجرائی طرح‌های عمرانی این دستورالعمل از نوع دوم مذکور در ماده هفت آیین‌نامه در یک صفحه صادر می‌گردد.</p> <p>تاریخ مندرج در ماده ۸ آیین‌نامه در مورد این دستورالعمل ۱۳۷۷/۷/۱ می‌باشد.</p> <p>به پیوست نشریه شماره ۱۷۳ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان تحت عنوان «پوشش جدار لوله‌های فولادی با ملات ماسه سیمان» ابلاغ می‌گردد. دستگاههای اجرایی و مهندسان مشاور می‌توانند مفاد نشریه مذکور و دستورالعملهای مندرج در آن را ضمن تطبیق با شرایط کار خود در طرح‌های عمرانی مورد استفاده قرار می‌دهند</p> <p>محمد علی نجفی معاون رییس جمهور و رییس سازمان برنامه و بودجه</p>	

ترکیب اعضای کمیته

استاندارد حاضر با مشارکت اعضای کمیته فنی شماره ۹ (لوازم) طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور تهیه و تدوین شده که اسامی ایشان به شرح زیر است:

آقای منصور توفیقی	شرکت مهندسین مشاور نوها	فوق لیسانس مکانیک
خانم مهین کاظمزاده	طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور	لیسانس راه و ساختمان
آقای محمد معین پور	طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور	فوق لیسانس راه و ساختمان
آقای حسن میرزایی	شرکت مهندسین مشاور آبسو	فوق لیسانس مکانیک

ضمناً آقای مهندس تولایی و آقای مهندس وفامهر در تهیه این استاندارد با کمیته همکاری داشته‌اند.

بسمه تعالی

پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل تهیه (مطالعات امکان‌سنجی)، مطالعه و طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرحهای عمرانی به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرحها، کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

نظام جدید فنی و اجرائی طرحهای عمرانی کشور (مصوب جلسه مورخ ۱۳۷۵/۳/۲۳ هیئت محترم وزیران) به‌کارگیری از معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام شده طرحها را مورد تأکید جدی قرار داده است.

با توجه به مراتب فوق و شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران امور آب وزارت نیرو (طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور) با همکاری معاونت امور فنی سازمان برنامه و بودجه (دفتر امور فنی و تدوین معیارها) براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای مهندسی آب نموده است.

استانداردهای مهندسی آب با در نظر داشتن موارد زیر تهیه و تدوین شده است:

- استفاده از تخصصها و تجربه‌های کارشناسان و صاحب‌نظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی.
- استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی.
- بهره‌گیری از تجارب دستگاههای اجرایی، سازمانها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت.
- ایجاد هماهنگی در مراحل تهیه، اجرا، بهره‌برداری و ارزشیابی طرحها.
- پرهیز از دوباره‌کاریها و اتلاف منابع مالی و غیر مالی کشور.
- توجه به اصول و موازین مورد عمل مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایر مؤسسات معتبر تهیه‌کننده استاندارد.

ضمن تشکر از اساتید محترم دانشگاه صنعتی اصفهان، دکتر امیر تائبی هرنیدی معاون پژوهشی دانشکده مهندسی عمران، دکتر کمال میر طلایی استادیار دانشکده مهندسی عمران و مهندس حسین میرمحمدصادقی عضو هیئت علمی دانشکده صنعت آب و برق مرکز اصفهان برای بررسی و اظهار نظر در مورد این استاندارد، امید است مجریان و دست‌اندرکاران بخش آب، با به‌کارگیری استانداردهای یاد شده، برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیتهای کشور تلاش نموده و صاحب‌نظران و متخصصان نیز با اظهارنظرهای سازنده، در تکامل این استانداردها مشارکت کنند.

دفتر امور فنی و تدوین معیارها

بهار ۱۳۷۷

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	مقدمه ۱
۴	۱- کلیات
۴	۱-۱ هدف و دامنه کاربرد
۴	۲-۱ تعاریف
۴	۱-۲-۱ عمل‌آوری سریع
۶	۳-۱ بازرسی
۶	۴-۱ مصالح و کیفیت کار
۶	۵-۱ تجهیزات
۶	۶-۱ گواهی تطبیق
۶	۲- مصالح
۶	۱-۲ مسلح‌سازی
۷	۲-۲ سیمان پرتلند
۸	۳-۲ ماسه
۸	۴-۲ آب اختلاط
۸	۵-۲ ترکیبات عمل‌آوری غشایی ملات
۸	۶-۲ رنگ
۸	۳- آماده‌سازی سطوح
۸	۱-۳ تمیزکاری سطوح
۹	۴- پوشش داخلی از ملات ماسه‌سیمان
۹	۱-۴ ملات ماسه‌سیمان
۹	۲-۴ ضخامت پوشش داخلی از ملات ماسه‌سیمان
۱۰	۳-۴ تجهیزات
۱۰	۴-۴ پوشش داخلی با ماشین
۱۱	۵-۴ پوشش داخلی قطعات مخصوص
۱۲	۶-۴ پوشش داخلی معیوب
۱۳	۷-۴ عمل‌آوری پوشش داخلی
۱۴	۸-۴ نمونه‌گیری استوانه‌ای از ملات پوشش داخلی

۱۶	۵- پوشش خارجی از ملات ماسه سیمان
۱۶	۵-۱ کلیات
۱۶	۵-۲ ملات ماسه سیمان
۱۶	۵-۳ ضخامت پوشش خارجی
۱۷	۵-۴ تجهیزات
۱۷	۵-۵ مسلح سازی
۱۸	۵-۵-۴ توری سیمی فولادی
۱۸	۵-۶ اجرای پوشش خارجی از ملات ماسه سیمان
۱۹	۵-۷ پوشش خارجی قطعات مخصوص
۲۰	۵-۸ پوشش خارجی قطعات معیوب
۲۰	۵-۸-۲ ترکهای پوشش
۲۱	۵-۹ عمل آوری پوشش خارجی
۲۲	۶- جابه جا کردن
۲۲	۶-۱ هنگام ساخت
۲۲	۶-۲ هنگام تحویل
۲۴	پیوست الف - پوشش درزهای اتصال درکارگاه
۲۴	۱- کلیات
۲۴	۲- پوشش داخلی درزهای اتصال
۲۴	۲-۱ مصالح پوشش داخلی
۲۴	۲-۲ اجرای پوشش داخلی درزهای اتصال
۲۵	۳- پوشش خارجی درزهای اتصال
۲۵	۳-۱ مصالح پوشش
۲۵	۳-۲ اجرای پوشش
۲۷	منابع و مأخذ

مقدمه

این مقدمه فقط برای راهنمایی ارائه شده است.

نقش اصلی پوشش حفاظتی داخلی و خارجی لوله‌های فولادی، حفاظت آن در مقابل خوردگی است، که اگر به آن توجه نگردد، خوردگی لوله به مرور زمان به صورت معضلی خودنمایی می‌کند و موجب از بین رفتن لوله و هدر رفتن آب می‌شود.

نوع خوردگی و شدت آن و همچنین تعیین نوع پوشش حفاظتی لوله برای مقابله با خوردگی، نیاز به مطالعه و تحقیق در مورد کیفیت و سرعت آب جاری در داخل لوله و ضوابط محیط اطراف آن دارد. بنابراین قبل از انتخاب نوع پوشش جدار لوله‌ها باید کاملاً به نوع و شدت خوردگی قابل پیش‌بینی دقت شود.

به‌طور کلی آبهای سبک خوردگی را شدت می‌بخشد و به ندرت بعضی از آبهای سخت با رسوبگذاری یک لایه مانع از خوردگی لوله می‌شوند. بعضی از باکتری‌های موجود در آبهای تصفیه‌نشده نیز، عاملی برای شدت بخشیدن به خوردگی لوله‌های پوشش نشده‌اند. پتانسیل خوردگی سطح خارجی لوله‌های فلزی بستگی به مقدار رطوبت، pH و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک اطراف آن دارد که باید با روشهای شناخته‌شده تعیین گردند و براساس آن نسبت به انتخاب نوع پوشش جدار خارجی اقدام شود. اصولاً پوششهای سنگین و یا سخت برای مواردی مناسب است که پوشش تحت تنش زیاد قرار می‌گیرد و یا جنس خاک اطراف تراشه لوله سنگدار باشد که در این صورت (امکان سوراخ شدن پوششهای نرم زیاد است) و یا مواردی که امکان شناور شدن لوله وجود داشته باشد.

پوشش ملات ماسه‌سیمان به دلیل کاربرد وسیع و رضایتبخش آن به عنوان یک روش استاندارد برای پوشش حفاظتی داخلی و خارجی لوله‌های فولادی مدت مدیدی است که مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع پوشش علاوه بر حفاظت لوله در مقابل زنگ‌زدگی و خسارت مکانیکی داخلی و خارجی ممکن است به جلوگیری از شناور شدن لوله نیز کمک نماید.

سیمان پرتلند مهمترین ماده برای پوشش ملات ماسه‌سیمان است. سیمان پرتلند یک اسم عام برای کلاس وسیعی از سیمانها شامل: سیمان ضد سولفات و سیمان سریع‌گیر است. تیپ خاص سیمان مورد نیاز معمولاً باید بین کارفرما و اجراکننده پوشش توافق گردد.

هزینه کم، نزدیکی ضریب انبساط ملات ماسه‌سیمان ($1 \times 10^{-5} / C^0$) با ضریب انبساط فولاد ($1/2 \times 10^{-5} / C^0$) سهولت اجرا و تعمیر از جمله مزایای پوششهای سیمانی است.

پوشش سیمانی را می‌توان، از طریق پاشیدن به روش گریز از مرکز، به صورت ماله‌کشی دستی و یا قالب‌گیری انجام داد.

در روش گریز از مرکز در حالی که لوله تحت پوشش با سرعت ۲۱-۱۸ رادیان بر ثانیه در حال چرخش است، ملات از طریق دهانه یک لوله تغذیه‌کننده متحرک به داخل لوله مورد نظر فرستاده می‌شود و سپس لوله تغذیه‌کننده خارج می‌شود و لوله پوشش شده با سرعت ۸۳-۷۱ رادیان بر ثانیه برای مدت ۹۰ ثانیه چرخانده می‌شود تا ملات کاملاً متراکم گردد. لوله سپس از روی دستگاه چرخاننده خارج می‌شود و به صورت خیلی ملایم کج می‌گردد تا آب اضافی آن خارج شود.

در روش پاشیدن نیازی به چرخش لوله نیست و هر دستگاه پاشنده خود با سرعت ۵۰۰-۴۰۰ رادیان بر ثانیه ملات را به سطح داخلی لوله می‌پاشد. ضخامت لایه پوشش با سرعت حرکت افقی دستگاه کنترل می‌شود. سطح ملات پوشش به صورت پوسته پرتقال در می‌آید که می‌توان آن را با چرخش لوله با سرعت ۵-۴ رادیان برای مدت ۶۰ ثانیه صافتر نمود. چنانچه امکان چرخش لوله نباشد، سطح ملات پوشش را می‌توان با شمشه مخروطی صافتر نمود. در دستگاه‌های جدیدتر ماله‌های مکانیکی مستقیماً پس از ملات‌پاشی سطح لایه پوشش را صاف می‌نماید.

پوشش سیمانی اتصالات معمولاً به صورت دستی انجام می‌پذیرد، یکنواختی و ضخامت آن بستگی به مهارت انجام‌دهنده آن دارد.

باید توجه نمود که ملات سیمانی پوشش در مدت گیرش مرطوب باقی بماند، بنابراین در محیط‌های گرم و خشک ضروری است که برای جلوگیری از خشک شدن سریع ملات، آب بر روی آن پاشیده شود. می‌توان از پوشش‌های دیگری برای جلوگیری از دست رفتن آب ملات نیز استفاده نمود.

نسبت آب به سیمان ملات باید $0/4 - 0/3$ باشد.

پس از خشک شدن ملات ماسه سیمانی ترک‌های جمع‌شدگی^۱ موبین پدیدار می‌شوند که پس از خیس شدن و اشباع ملات دوباره بسته می‌شوند. ترک‌های بزرگتر که موجب جدا شدن ملات از سطح لوله می‌گردد، باید تعمیر شوند.

1- Shrinkage

با توجه به متخلخل بودن ملات ماسه‌سیمان، در مجاورت رطوبت بین فولاد و ملات یک محیط قلیایی ایجاد می‌گردد و از زنگزدگی جلوگیری می‌نماید. در اثر خاصیت انحلال آبهای بسیار سبک عمر پوشش کم می‌شود. البته چنانچه لایه پوشش دارای ضخامت کافی طبق این استاندارد باشد، پوشش به مدت زیادی دوام خواهد داشت.

۱- کلیات

۱-۱ هدف و دامنه کاربرد

این استاندارد شامل: مشخصات مصالح و روش اجرا و عمل‌آوری پوششهای حفاظتی داخلی و خارجی از ملات ماسه‌سیمان برای لوله‌های فولادی مورد مصرف در کارهای آبی و به قطر ۱۰۰ میلیمتر (۴ اینچ) به بالاست که پوشش آنها در کارگاه اجرا می‌گردد.

- بر روی سطوح داخلی این لوله‌ها یک لایه حفاظتی از ملات ماسه‌سیمان به روش گریز از مرکز اجرا می‌گردد. می‌توان از روشهای متعارف دیگری که منجر به نتایج معادل می‌شود نیز استفاده کرد.
- پوشش حفاظتی داخلی اریبها، زانوییها، خمها، تبدیلیها و قطعات مخصوص دیگر باید به روش ماله‌کشی دستی ملات و یا ملات پاشی مکانیکی و یا ملات پاشی بادی^۲ و یا هر روش شناخته‌شده دیگری که نتایج معادل بار می‌آورد، انجام شود.
- سطوح خارجی لوله‌ها و قطعات مخصوص در صورت نیاز باید با یک لایه حفاظتی از ملات ماسه‌سیمان مسلح به روش ملات پاشی مکانیکی و یا روش ملات پاشی بادی پوشش شود. می‌توان این کار را به روش شناخته شده دیگری که منجر به نتایج معادل می‌گردد نیز انجام داد.

ضوابط مورد نیاز مصالح و روشهای اجرایی توصیه‌شده برای پوشش درزهای اتصال در کارگاه در پیوست الف این استاندارد ارائه گردیده است.

۲-۱ تعاریف

در این استاندارد تعاریف زیر به کاررفته است:

۱-۲-۱ عمل‌آوری^۳ سریع

فرایند مرطوب نگه داشتن مداوم سطح پوشش‌شده با ملات ماسه‌سیمان در محیط مرطوب با دمای بالا، عمل‌آوری سریع ملات نامیده می‌شود.

1- Centrifuge
2- Pneumatic
3- Accelerated Curing

۱-۲-۲ خود ترمیمی

به فرایندی که طی آن ترکهای بتن و ملات ماسه سیمان بر اثر تشکیل کربنات کلسیم در مجاورت رطوبت به صورت خود به خود ترمیم می شود، خود ترمیمی گویند.

۱-۲-۳ کارفرما

کار فرما عبارت است از شخصیت حقوقی که یک طرف امضاکننده پیمان است و اجرای عملیات موضوع پیمان را به پیمانکار واگذار نموده است.

۱-۲-۴ پیمانکار

پیمانکار عبارت است از شخصیت حقوقی که طرف دیگر امضاکننده پیمان است و اجرای عملیات موضوع آن را به عهده گرفته است.

۱-۲-۵ ملات پاشی مکانیکی

به فرایندی که طی آن ملات با سرعت زیاد توسط یک دستگاه متراکم کننده بر روی سطح مورد نظر پاشیده می شود، ملات پاشی مکانیکی گویند.

۱-۲-۶ ملات پاشی بادی

به فرایندی که طی آن ملات با استفاده از هوای فشرده و یا بخار به روی یک سطح پاشیده می شود، ملات پاشی بادی گویند.

۱-۲-۷ چرخاندن لوله

به فرایندی که برای انجام دادن پوشش ملات سیمانی بر روی سطوح داخلی لوله به کار می رود و در آن ملات وارد لوله شده و بر روی سطوح داخلی لوله پخش می شود و توسط نیروی گریز از مرکز ناشی از چرخش لوله حول محور طولی، متراکم می گردد، چرخاندن لوله گویند.

چرخاندن لوله تا زمانی ادامه پیدا می کند که ملات استحکام کافی برای بیرون آوردن لوله از دستگاه را داشته باشد.

۳-۱ بازرسی

کلیه مصالح تهیه شده و کارهای انجام شده باید مورد بازرسی قرار گیرد. پیمانکار باید بدون دریافت هزینه اضافی از کارفرما، مساعدتهای لازم را برای بازرسی مصالح و کنترل کیفیت کار انجام دهد. مهندس ناظر و یا بازرس باید در همه اوقات به کلیه قسمتهایی از کارگاه و یا کارخانه‌ای که این مصالح در آن ساخته می‌شود و یا اینکه عملیات پوشش در آنجا انجام می‌شود، دسترسی داشته باشند.

۴-۱ مصالح و کیفیت کار

مصالح تهیه شده باید با ضوابط این استاندارد مطابقت داشته باشد. در هر زمان قبل از تحویل قطعی می‌توان کارها و مصالحی را که با این استاندارد مطابقت نکنند، مردود اعلام نمود.

۵-۱ تجهیزات

تجهیزاتی که برای اجرای پوشش حفاظتی از ملات ماسه سیمان و همچنین تجهیزاتی که برای حمل و نقل لوله‌های پوشش شده (داخلی یا خارجی و یا هر دو) به کار می‌روند، باید به نحوی باشند که کارگران بتوانند کار را مطابق دستورالعملهای لازم انجام بدهند و به نتایج مورد نظر این استاندارد برسند.

۶-۱ گواهی تطبیق

کارفرما می‌تواند از پیمانکار تقاضای ارائه گواهی تطبیق با استاندارد نماید و در گواهی تطبیق تصریح شده باشد که کلیه مصالح و کارهای مورد اجرای موضوع سفارش خرید، با ضوابط مورد نظر در این استاندارد تطبیق کرده و یا تطبیق خواهد کرد.

۲- مصالح

۱-۲ مسلح سازی

۱-۱-۲ مسلح سازی با سیم فولادی ماریچ برای پوشش خارجی لوله

قطر سیم فولادی مسلح سازی به روش ماریچ باید حداقل ۲ میلیمتر باشد. این سیمهای فولادی باید با ضوابط

استانداردهای معتبر^۱ مطابقت داشته باشند. نیازی به گالوانیزه بودن سیمهای فولادی نیست، مگر آنکه توسط کارفرما خواسته شده باشد.

۲-۱-۲ مسلح‌سازی با شبکه سیمی فولادی^۲ برای پوشش خارجی لوله و پوشش داخلی قطعات مخصوص

شبکه فولادی مسلح‌سازی پوشش باید از نوع شبکه سیمی جوشی به قطر ۲ میلیمتر و با اندازه چشمه ۵×۱۰ سانتیمتر باشد، این سیمها باید با شرایط استانداردهای معتبر^۳ مطابقت داشته باشد. اگر توسط کارفرما مشخصات خاصی اعلام نشده باشد، این شبکه‌های سیمی می‌توانند موجدار^۴ و یا بدون موج باشند.

۳-۱-۲ مسلح‌سازی با توری سیمی^۵ برای پوشش خارجی لوله و یا برای پوشش داخلی قطعات مخصوص

این توری سیمی باید دارای اندازه چشمه ۲۵×۲۵ میلیمتر از سیم به قطر ۱/۲ میلیمتر و یا دارای اندازه چشمه ۳۸ × ۳۸ میلیمتر از سیم به قطر ۱/۴ میلیمتر باشد. این سیمهای فولادی باید مطابق ضوابط استانداردهای معتبر^۶ باشد. این شبکه‌ها نباید موجدار باشند.

۲-۲ سیمان پرتلند

سیمان پرتلند باید مطابق شرایط استاندارد شمارهٔ دت-۱۲۰ ایران برای سیمان تیپ I و یا سیمان تیپ II و یا نوع دیگری باشد که کارفرما به استناد نتیجهٔ آزمایشهای قابل قبول مشخص نموده است.

1- ASTM A82,...

2- Wire fabric

3- ASTM A185 و یا ASTM A497,...

4- Crimped

5- Wire mesh

6- ASTM A82,...

۲-۳ ماسه

ماسه باید متشکل از مواد خنثی و دارای دانه‌های سخت، محکم و مقاوم و بدون پوشش مطابق ضوابط استاندارد شمارهٔ دت - ۱۲۰ ایران (مطابق با استاندارد ASTM C33) باشد.

۲-۴ آب اختلاط

آب اختلاط ملات باید تمیز و بی‌رنگ باشد و مقادیر مواد آلی، قلیاییها، نمکها و یا ناخالصیهای دیگری که می‌توانند باعث کاهش مقاومت، استحکام، عمر و دیگر کیفیتهای مطلوب ملات گردند، در حد مجاز باشد.

۲-۵ ترکیبات عمل‌آوری غشایی ملات

منظور از ترکیبات عمل‌آوری غشایی ملات، مواد مناسبی است که با پاشیدن آن بر روی قشر ملات از تبخیر آب ملات جلوگیری می‌کند. این مواد برای پوششهای داخلی و خارجی باید مطابق استانداردهای معتبر^۱ باشد.

۲-۶ رنگ

در محل اتصال که پوشش ملات ماسه‌سیمان اجرا نمی‌گردد، رنگ و مصالح دیگری که برای پیشگیری از زنگ زدن سطوح فولادی قبل از نصب لوله به کار می‌رود، باید از نوعی باشد که سریعاً خشک می‌شود و از مواد مقاوم در مقابل خوردگی باشد و چسبندگی خوبی نیز با سطوح فولادی داشته باشد و در مدت ۴ ساعت پس از کاربرد باید بدون پوسته شدن و چسبناگی^۲ و به صورت صاف خشک شود. این رنگ باید به صورت یکنواخت بدون شره کردن^۳ و یا طبله^۴ کردن با ضخامتی اجرا گردد که موجب صدمه زدن به فضای آزاد لازم برای نصب و جا رفتن مفصل نگردد. مصالح رنگی به کار رفته در سطوح داخلی لوله و اتصالات باید عاری از موادی باشد که برای سلامت مصرف‌کننده آب آشامیدنی مضر است.

۳- آماده‌سازی سطوح

۳-۱ تمیزکاری سطوح

کلیه سطوح داخلی و خارجی لوله که لازم است با ملات ماسه‌سیمان پوشش شوند، باید چنان تمیز شوند که از هر گونه مواد خارجی چسبیده به آن پاک شوند تا در چسبیدن لایه ملات به آن سطوح مشکلی ایجاد نگردد.

1- ASTM C309,...

2- Tack free

3- runs

4- sags

۴- پوشش داخلی از ملات ماسه سیمان

۴-۱ ملات ماسه سیمان

ملات ماسه سیمان باید متشکل از سیمان، ماسه و آب باشد و به خوبی مخلوط شود و نسبت اختلاط آن نیز صحیح باشد تا یک پوشش داخلی یکنواخت و متراکم به دست آید و به سطح لوله محکم بچسبد. اگر از مواد افزودنی استفاده می‌شود، باید این مواد مورد بررسی و تأیید کارفرما قرار گیرد. نسبت وزنی ماسه به سیمان نباید بیش از ۳ به ۱ باشد. مقدار پون کلر (Cl) موجود در ملات ماسه سیمان نباید بیش از ۰/۱۵ درصد وزن سیمان ملات باشد.

۴-۲ ضخامت پوشش داخلی از ملات ماسه سیمان

پوشش داخلی ملات ماسه سیمان باید دارای ضخامت یکنواخت باشد. این یکنواختی فقط در محل مفصلها و یا محل تغییر شکلهای جدار لوله می‌تواند رعایت نشده باشد. ضخامت پوشش داخلی باید مطابق جدول ۱ و یا مطابق مشخصات فنی اعلام شده از طرف کارفرما باشد. انتهای پوشش داخلی باید یکنواخت و نسبت به محور طولی لوله قائم باشد و مقدار عقب‌نشینی (بخش پوشش نشده) انتهای لوله برای اتصال، باید مطابق مشخصات فنی اعلام شده از سوی کارفرما برای هر تیپ از مفصل باشد.

جدول ۱- ضخامت پوشش داخلی از ملات ماسه سیمان

اندازه لوله (میلیمتر)	ضخامت پوشش داخلی (میلیمتر)	رواداری (میلیمتر)
۲۵۰ تا ۱۰۰	۶	-۱/۶ تا ۳/۲
۵۸۰ تا ۲۸۰	۸	-۱/۶ تا ۳/۲
۹۰۰ تا ۶۰۰	۱۰	-۱/۶ تا ۳/۲
>۹۰۰	۱۲	-۱/۶ تا ۳/۲

۳-۴ تجهیزات

۱-۳-۴ تجهیزات پوشش داخلی

قطعات مستقیم لوله را با استفاده از ماشین چرخاننده پوشش می‌کنند. این ماشین طوری طراحی و ساخته شده است که می‌تواند قطعات مستقیم لوله را بچرخاند و همزمان با چرخش لوله به سطوح داخلی آن به صورت گریز از مرکز ملات ماسه‌سیمان را پاشد. می‌توان از روشهای شناخته‌شده دیگری که منجر به نتایج معادل می‌شود نیز استفاده کرد.

۲-۳-۴ تجهیزات اختلاط

ملات را باید با استفاده از ماشین (دستگاه مخلوط‌کن)^۱ مخلوط کرد. میزان سیمان و ماسه ورودی به دستگاه مخلوط‌کن در هر نوبت باید به صورت وزنی اندازه‌گیری شود. میزان آب ورودی به داخل مخلوط‌کن باید توسط دستگاهی قابل تنظیم به طور خودکار اندازه‌گیری گردد. در غیر این صورت باید آب ورودی را به طور دقیق اندازه‌گیری نمود تا اطمینان حاصل شود، که مقدار آب کافی به مخلوط اضافه شده است.

۴-۴ پوشش داخلی با ماشین

۱-۴-۴ مهارکردن^۲

در صورت لزوم برای پیشگیری از اعوجاج و ارتعاش قطعات لوله در هنگام چرخاندن باید این قطعات را به‌طور مناسبی با تکیه‌گاههای داخلی و یا خارجی که مناسب دستگاه چرخاننده باشند، مهار کرد.

۲-۴-۴ اجرای پوشش داخلی

اجرای پوشش داخلی هر قطعه لوله با ماشین چرخاننده باید به نحوی انجام شود که ملات‌پاشی مورد نیاز در یک مرحله و بدون انقطاع اجرا گردد.

۳-۴-۴ پرداخت نهایی سطح ملات

پس از آنکه ملات ماسه‌سیمان با ضخامت یکنواخت بر روی سطح داخلی لوله پخش شد، باید سرعت چرخش ماشین چرخاننده را چنان افزایش داد تا یک لایه ملات متراکم و با سطح صاف به دست آید.

1- Mixer
2- Bracing

۴-۴-۴ آب مازاد

برای حذف آب مازاد از سطح ملات می توان از دمیدن هوا، کج کردن لوله، یا روشهای دیگر مورد تأیید کارفرما استفاده نمود.

۴-۵ پوشش داخلی قطعات مخصوص

۴-۵-۱ کلیات

پوشش داخلی قطعات مخصوص نظیر: اریبها^۱، زانوئیها^۲، خمها^۳، تبدیلهها و مانند آنها که به دلیل شکل آنها استفاده از دستگاه چرخاننده (گریز از مرکز) عملی نیست، باید به طریق مکانیکی، بادی و یا دستی چنان انجام و پرداخت شود، تا ملات پوشش داخلی این قطعات مخصوص، متراکم گردد و سطح آن نیز صاف باشد.

۴-۵-۲ مسلح سازی پوشش داخلی

برای پوشش داخلی اتصالات با قطر بزرگتر از ۶۱۰ میلیمتر (۲۴ اینچ) باید مسلح سازی با شبکه های سیمی و یا توری سیمی انجام شود. این شبکه های مسلح سازی را باید در چند نقطه با نقطه جوش و یا گیره و یا سیم به بدنه قطعه فولادی متصل نمود. سیمهای با فواصل ۵۰ میلیمتر از یک شبکه سیمی به چشمه ۵۰×۱۰۰ میلیمتر باید به دور محیط داخلی اتصالات پیچیده شود. در صورتی که بخواهیم معایب پوشش داخلی ماشینی اتصالات را (نظیر: محل اریبها، انتهای لوله ها، خروجیها، محل بریدگی های لازم برای ساختن اتصالات) برطرف کنیم، اگر پهنای قسمت تعمیری کمتر از ۳۰۰ میلیمتر باشد، مسلح سازی ضرورت ندارد.

در سطوح تعمیری با عرض بیشتر از ۱۵۰ میلیمتر باید ملات پوشش جدید به فولاد و سطوح پوشش شده مجاور قدیمی، با یک ماده چسباننده^۴، چسبانده شود.

-
- 1- Miters
 - 2- angles
 - 3- bends
 - 4- Bonding agent

۴-۵-۳ ضخامت پوشش داخلی

ضخامت پوشش داخلی قطعات مخصوص نیز باید برابر ضخامت پوشش داخلی قطعات مستقیم باشد، ولی می‌توان برای هماهنگی و یکنواختی با سطوح پوشش داخلی لوله‌های مجاور مقداری از این ملات را گوشه‌دار کرده و یا اینکه تراشید.

۴-۵-۴ کارهای دستی

ملات مورد استفاده در کارهای دستی نیز باید دارای همان مصالح و همان نسبت سیمان به ماسه مورد نیاز در ساخت ملات مصرفی در کارهای پوشش با ماشین باشد.

سطوح پوشش باید در ابتدا تمیز شود و مواد سست و اضافی آن پاک گردد تا در چسبیدن لایه ملات پوشش به سطح مربوطه اختلالی ایجاد نشود. در صورت لزوم باید سطوح پوشش کاری را قبل از اجرای ملات پاشی مرطوب نمود.

۴-۶ پوشش داخلی معیوب

۴-۶-۱ کلیات

کلیه عیوب پوشش حفاظتی داخلی نظیر: حفره‌های ماسه‌ای، حفره‌های خالی، سطوح پر ماسه، طبله کردن و ترکهای ناشی از ضربه باید از سطح پوشش شده جدا شود و آنگاه با روش دستی و یا بادی، پوششی با همان ضخامت اولیه جایگزین گردد.

۴-۶-۲ ترکهای پوشش داخلی

ترکهای ناشی از دما و جمع‌شدگی بتن در ملات پوشش داخلی اگر پهنایش کوچکتر از ۱/۶ میلیمتر باشد، تعمیر لازم ندارد. ترکهای به پهنای بیش از ۱/۶ میلیمتر را نیز اگر بتوان برای کارفرما اثبات کرد که بر اثر خیساندن مداوم لوله در آب به صورت خود به خود اصلاح خواهد شد، نیازی به تعمیر نخواهد داشت. ترمیم خودبه‌خود ترکها را با هر روش مناسبی که بتوان خیس کردن و مرطوب نگهداشتن دائم پوشش داخلی لوله را اجرا کرد می‌توان به کارفرما نشان داد. لوله‌ای که مورد آزمایش قرار می‌گیرد، باید نمونه واقعی از لوله‌هایی باشد که

تحويل می‌شود و آبی که برای خیساندن لوله به کار می‌رود، باید دارای همان ترکیبات شیمیایی آبی باشد که در لوله جاری خواهد شد.

۴-۷ عمل‌آوری پوشش داخلی

۴-۷-۱ کلیات

بلافاصله پس از پایان چرخاندن لوله در ماشین چرخاننده و اجرای پوشش داخلی باید لوله را به قسمت عمل‌آوری

منتقل کرد. باید دقت شود تا از صدمه دیدن پوشش داخلی در این جابه‌جایی پیشگیری شود. بنا به انتخاب می‌توان پوشش داخلی را به روش عمل‌آوری سریع و یا عمل‌آوری با آب (رطوبت) انجام داد. با رعایت نسبت زمانی زیر می‌توان عمل‌آوری سریع پوشش داخلی را با عمل‌آوری با آب و یا بالعکس جایگزین کرد. هر ساعت عمل‌آوری سریع معادل $\frac{1}{3}$ ساعت عمل‌آوری با آب (رطوبت) محاسبه می‌گردد. باید توجه داشت که عمل‌آوری با آب (رطوبت) فقط در محیطی که دمای آن به‌طور مداوم در طول مدت موردنیاز عمل‌آوری از ۵ درجه سانتیگراد بیشتر باشد، مجاز است. در هر صورت باید پوشش داخلی را به‌طور مداوم در طول حداقل مدت مورد نیاز عمل‌آوری، مرطوب نگه داشت.

۴-۷-۲ عمل‌آوری با آب (رطوبت)

به محض ورود لوله پوشش‌شده (داخلی) به قسمت عمل‌آوری و در زمانی کمتر از ۳۰ دقیقه پس از پایان اجرای پوشش داخلی لوله، باید دو انتهای لوله را با پلاستیک (و یا چنانچه از پارچه خیس استفاده می‌شود، لازم است در طول دوره نگهداری پارچه همواره خیس نگه داشته شود) حداقل برای مدت ۲۴ ساعت پوشاند و سپس در صورتی که درخواست شده باشد، می‌توان پوشش خارجی را انجام داد. ساعتی که دمای محیط پایین‌تر از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد، در محاسبه حداقل زمان عمل‌آوری منظور نمی‌شود. اگر اجرای پوشش حفاظتی خارجی با ملات ماسه‌سیمانی برای لوله خواسته نشده باشد، باید پوشش داخلی لوله را برای مدت ۴ روز مرطوب نگهداشت و بعداً لوله را حمل نمود. در هر صورت پوشش داخلی لوله باید قبل از حمل حداقل به مدت ۴ روز عمل‌آوری شده باشد.

دو انتهای لوله‌ها را باید در دوره عمل‌آوری پوشش داخلی با درپوش پلاستیکی بست، مگر هنگام آب‌پاشی^۱ و یا اجرای پوشش حفاظتی خارجی و یا هنگام مسلح‌سازی و یا زمانی که عمل‌آوری سریع جایگزین عمل‌آوری با آب شده باشد؛ اگر در هنگام عمل‌آوری پوشش داخلی درپوشهای پلاستیکی مذکور نصب شده باشند، می‌توان از آنها در هنگام جابه‌جایی و حمل‌ونقل به محل مصرف (کارگاه) نیز مطابق مفاد بند ۶-۲-۱ استفاده کرد. در پیشگیری از خشک شدن و ترک خوردن لایه پوشش داخلی باید دقت لازم را به کار برد.

۴-۷-۳ عمل‌آوری سریع

عمل‌آوری سریع را می‌توان به محض ورود قطعه لوله پوشش‌شده داخلی به قسمت عمل‌آوری آغاز کرد؛ ولی دمای لوله برای ۳ ساعت اولیه و یا طول مدت گیرش ملات پوشش، هر کدام که کمتر باشد، نباید از ۳۲ درجه سانتیگراد تجاوز کند. دمای بخار محیط عمل‌آوری باید حداقل برای مدت ۶ ساعت اول عمل‌آوری بین ۴۳ تا ۶۶ درجه

سانتیگراد نگه داشته شود و رطوبت نسبی این محیط نیز باید کمتر از ۸۵ درصد نباشد. پس از گذشت این مدت می‌توان در صورت نیاز پوشش خارجی لوله را اجرا کرد؛ اگر پوشش خارجی لوله از ملات ماسه‌سیمان درخواست نشده باشد، در آن صورت می‌توان پوشش داخلی لوله را به مدت ۱۸ ساعت عمل‌آوری سریع کرد و سپس آن را برای تحویل به کارفرما حمل نمود. در هر صورت پوشش داخلی لوله را باید قبل از حمل حداقل به مدت ۱۸ ساعت عمل‌آوری سریع کرد.

۴-۷-۴ روشهای دیگر عمل‌آوری

با تأیید کارفرما می‌توان از روشهای دیگر عمل‌آوری پوشش داخلی نیز استفاده نمود. مشروط به اینکه روشهای جایگزینی عمل‌آوری نیز، پوششی با کیفیت مشابه پوششهای مذکور در بندهای ۴-۷-۲ و ۴-۷-۳ ایجاد نماید.

۴-۸ نمونه‌گیری استوانه‌ای از ملات پوشش داخلی

۴-۸-۱ نمونه‌های استوانه‌ای توپر برای آزمایش ملات

برای آزمایش ملات پوشش داخلی حداقل باید ۲ عدد نمونه استوانه‌ای به قطر ۱۵۰ میلی‌متر و طول ۳۰۰ میلی‌متر در هر روز و برای هر شیفت کاری تهیه گردد تا برای تعیین مقاومت ۷ و ۲۸ روزه در آزمایشهای کنترل کیفیت ملات که مطابق روش مندرج در بخش ۴-۸-۴ انجام می‌شود، مورد استفاده قرار گیرد.

1- Sprinkling

نمونه‌ها را باید از مخلوط تولیدشده با حذف مقدار کافی از آب برای به دست آمدن اسلامپ بین ۲۵ میلیمتر تا ۷۵ میلیمتر ساخت.

نمونه‌های استوانه‌ای برای آزمایش ملات را باید مطابق استانداردهای معتبر^۱ ساخت. نمونه‌های استوانه‌ای برای آزمایش ملات را باید همان دما و برای همان مدتی که پوشش داخلی لوله عمل‌آوری می‌گردد، عمل‌آوری کرد. از استوانه‌های با ابعاد دیگر نظیر: قطر ۵۰ میلیمتر و طول ۱۰۰ میلیمتر نیز برای اندازه‌گیری مقاومت ملات می‌توان استفاده کرد؛ اگر در آزمایش ۷ روزه مقاومت لازم برای آزمایش ۲۸ روزه به دست آید، می‌توان از آزمایش ۲۸ روزه صرف‌نظر نمود (به بند ۴-۸-۴ مراجعه شود).

۴-۸-۲ استوانه‌ای توخالی (به روش گریز از مرکز)

همچنین می‌توان به جای نمونه‌های استوانه‌ای توپر از نمونه‌های استوانه‌ای توخالی (به روش گریز از مرکز) برای آزمایش ملات استفاده کرد. نمونه‌های استوانه‌ای توخالی را با چرخاندن ملات در قالبهایی به قطر ۱۵۰ و طول ۳۰۰ میلیمتر در حول محور طولی آن و با سرعت مناسب می‌سازند که میزان تراکم ملات در قالب مشابه تراکم ملات در پوشش داخلی لوله گردد و ضخامت نمونه در قالب حداقل ۴۰ میلیمتر شود.

باید از سطح مقطع خالص نمونه استوانه‌ای گریز از مرکز توخالی برای محاسبه مقاومت فشاری ملات استفاده کرد. نمونه‌های استوانه‌ای معیوب مورد آزمایش قرار نمی‌گیرند.

۴-۸-۳ آزمایش نمونه‌های استوانه‌ای

کلیه نمونه‌های استوانه‌ای را باید مطابق استانداردهای معتبر^۲ توسط یک آزمایشگاه معتبر آزمایش شود. مگر اینکه آزمایشگاه مجهز مورد تأیید کارفرما در محل کارگاه وجود داشته باشد که در آن صورت آزمایشها باید با نظارت کارفرما انجام شود.

۴-۸-۴ مقاومت ملات پوشش داخلی

مقاومت فشاری ۷ و ۲۸ روزه به دست آمده از آزمایش نمونه‌های استوانه‌ای برداشته شده از ملات پوشش داخلی لوله باید به ترتیب حداقل ۱۸ و ۳۱ مگاپاسکال باشد. لوله‌هایی که با ملاتی پوشش داخلی شده‌اند که ضوابط مندرج در این بند از نظر مقاومت فشاری را برآورده نمی‌سازند، باید مردود اعلام شوند.

1- ASTM C31 ,...

2- ASTM C39,...

میانگین مقاومت فشاری اندازه‌گیری شده هر ده نمونه استوانه‌ای متوالی برداشته شده از هر مخلوط^۱ ملات باید مساوی و یا بیشتر از مقاومت فشاری مشخص شده در بالا باشد. حداکثر ۲۰ درصد از نمونه‌ها می‌تواند دارای مقاومتی کمتر از مقاومت یاد شده در بالا باشند. ضمناً هیچ نمونه‌ای نباید دارای مقاومتی کمتر از ۸۰ درصد مقاومت مشخص شده فوق باشد.

۵- پوشش خارجی از ملات ماسه‌سیمان

۵-۱ کلیات

در صورتی که درخواست شده باشد، از ملات ماسه‌سیمان مسلح شده برای پوشش سطوح خارجی لوله‌های فولادی و قطعات مخصوص استفاده می‌شود. اگر قبلاً سطوح داخلی لوله با ملات سیمان پوشش شده باشند، باید قبل از شروع اجرای عملیات پوشش خارجی، حداقل مدت عمل‌آوری طبق مفاد بند ۴-۷ گذشته باشد. اگر اجرای یک لایه زیرین دی‌الکتریک (عایق) طبق مشخصات لازم باشد، در آن صورت نباید دمای عمل‌آوری پوشش خارجی از ملات ماسه‌سیمان از حداکثر دمای مجاز برای ماده دی‌الکتریک تجاوز کند.

۵-۲ ملات ماسه‌سیمان

ملات ماسه‌سیمان پوشش خارجی که با استفاده از دستگاههای مکانیکی و یا با فرایند نیوماتیک (بخار) و نیوماتیک (هوا) اجرا می‌شود، باید حداکثر متشکل از ۳ قسمت وزنی ماسه در مقابل ۱ قسمت سیمان باشد. مقدار آبی که برای اختلاط ملات به کار می‌رود، باید به طور دقیق واریسی (کنترل) شود، تا مانع از شره کردن، سفت شدن و جدا شدن مواد از هم گردد.

مقدار یون محلول کلرور (Cl) موجود در مخلوط ملات ماسه‌سیمان نباید از ۰/۱۵ درصد وزن سیمان ملات تجاوز کند.

۵-۳ ضخامت پوشش خارجی

ضخامت پوشش خارجی از ملات ماسه‌سیمان باید در سرتاسر طول لوله به‌جز محل مفصلها و تغییر شکلها یکنواخت باشد. اگر طبق مشخصات ضخامت دیگری برای ملات پوشش خارجی ذکر نشده باشد، این ضخامت برای کلیه اقطار لوله‌ها باید حداقل ۲۰ میلی‌متر باشد.

1- mix

انتهای پوشش خارجی از ملات ماسه سیمان باید یکنواخت و نسبت به محور طولی لوله قائم باشد. قسمت پوشش نشده^۱ انتهای^۱ باید مطابق مشخصات اعلام شده برای نوع مفصل مورد نیاز باشد.

۵-۴ تجهیزات

اجرای پوشش خارجی از ملات ماسه سیمان برای قطعات مستقیم لوله و قطعات مخصوص مربوط به آن باید توسط روشهای نیوماتیک هوا، مکانیکی، نیوماتیک بخار و یا روشهای شناخته شده دیگری که بتواند نتایج معادل ایجاد کند، انجام گردد.

۵-۵ مسلح سازی

۵-۵-۱ کلیات

اگر از طرف کارفرما شرایط دیگری ذکر نشده باشد، می توان مسلح سازی پوشش خارجی قطعه لوله های فولادی را با سیمهای فولادی مارپیچ^۲، شبکه های سیمی یا توریهای سیمی مطابق ضوابط مندرج در بند ۲-۱ انجام داد. این سیمها، شبکه ها و توریهای فولادی مسلح کننده باید عاری از: روغن، گریس و سایر مواد آلاینده ای باشد که موجب کاهش چسبندگی بین پوشش خارجی و سیمهای فولادی می گردند. می توان از سیمهای فولادی که سطح آن اکسیده شده باشد، استفاده کرد به شرطی که سطوح فولادی آبله رو^۳ نشده باشد. سیمهای فولادی باید در بخش $\frac{1}{3}$ میانی ضخامت پوشش خارجی از سطح فولادی قرار داده شود.

در صورتی که پوشش خارجی از ملات ماسه سیمان بر روی یک لایه^۱ زیرین دی الکتریک (عایق) اجرا می گردد، سیمهای فولادی مسلح کننده نباید به هیچ وجه به سطوح فولادی لوله بچسبند و یا با آن تماس حاصل کند.

۵-۵-۲ سیم فولادی مارپیچ

اتصال انتهای سیمها و وصله ها (در حالت مسلح سازی پوشش خارجی با سیم فولادی مارپیچ) باید با جوشکاری و یا هر روش مناسب دیگری انجام داد که مورد تأیید کارفرما باشد. سیمهای فولادی مارپیچ مسلح سازی را

1- Hold back
2- Sprial
3- Pitted

می‌توان در هنگام اجرای پوشش خارجی از ملات ماسه‌سیمان تحت کشش ملایم قرار داد. حداکثر فاصله سیمهای فولادی ماریچ از یکدیگر ۴۰ میلیمتر است.

۳-۵-۵ شبکه سیمهای فولادی^۱

وصله بین دو شبکه از سیمهای فولادی با جوشکاری و یا هر روش مناسب دیگری که مورد تأیید کارفرما باشد، انجام می‌شود. در محل اتصال حلقوی و یا طولی، شبکه سیمهای فولادی باید حداقل به اندازه یک بعد شبکه^۲ از هر طرف روی هم قرار گیرند. سیمهای با فواصل ۵۰ میلیمتر از یک شبکه سیمهای فولادی به اندازه چشمه ۵۰×۱۰۰ میلیمتر باید به صورت محیطی در اطراف لوله پیچیده شوند.

۴-۵-۵ توری سیمی فولادی^۳

اتصال انتهای توری سیم فولادی و وصله‌های آنها باید باروش مورد تأیید کارفرما انجام شود. اگر توری به کار رفته دارای اندازه چشمه ۲۵×۲۵ میلیمتر و سیم به کار رفته در آن نیز به قطر ۱/۲ میلیمتر باشد، طول روی هم قرارگیری ماریچی باید ۲۵ میلیمتر، و روی هم قرارگیری وصله‌ای^۴ باید ۷۵ میلیمتر باشد. اگر اندازه توری ۳۸×۳۸ میلیمتر و سیم به کار رفته در آن به قطر ۱/۴ میلیمتر باشد، میزان روی هم قرار گرفتن اتصال ماریچی ۳۸ میلیمتر و میزان روی هم قرار گرفتن وصله‌ای ۱۱۴ میلیمتر است.

۶-۵ اجرای پوشش خارجی از ملات ماسه‌سیمان

۱-۶-۵ اجرا

پوشش خارجی از ملات ماسه‌سیمان باید توسط روشهای مکانیکی و یا نیوماتیک و به ضخامت مشخص شود و به صورت پیوسته در یک نوبت و یا چند نوبت اجرا گردد. این پوشش در محل‌های وصله سیمهای مسلح‌کننده باید با دقت بیشتری اجرا گردد؛ اگر پوشش خارجی در چند لایه اجرا می‌گردد، فاصله زمانی اجرای اولین لایه از اجرای آخرین لایه نباید بیشتر از ۲ ساعت باشد. ملات ماسه‌سیمان باید با سرعت زیاد به سطح خارجی لوله پاشیده شود و یا اینکه روش مشابه دیگری به کار رود تا یک پوشش خارجی سخت (متراکم) و با ضخامت مشخص شده و چسبندگی محکم ایجاد گردد.

-
- 1- Wire Fabric
 - 2- Mesh
 - 3- ribbon mesh , Wire mesh
 - 4- Splice

۲-۶-۵ مهاربندی^۱

هنگام اجرای پوشش خارجی ملات ماسه‌سیمان لوله‌های فولادی در صورت لزوم باید لوله به طور کافی و متناسب با دستکها و حلقه‌های داخلی مهار شود تا از صدمه دیدن پوشش خارجی در حین جابه‌جایی و اجرای پوشش خارجی پیشگیری شود و اگر دارای پوشش داخلی نیز است، از صدمه دیدن آنها نیز جلوگیری شود.

۳-۶-۵ اجرای منقطع

اگر لازم باشد که اجرای پوشش خارجی یک قسمت از لوله به تعویق افتد، باید محل درز^۲ قطع ملات به صورت یک لبه قائم باشد. قبل از اجرای ملات جدید در محل درز، باید این محل را کاملاً تمیز و مرطوب نمود تا پیوستگی کامل بین ملات تازه و ملات قبلی ایجاد گردد. باید کاملاً دقت شود تا از تکان خوردن^۳ و صدمه دیدن پوشش اجرا شده قبلی و جابه‌جایی سیمهای مسلح‌سازی مستقر شده جلوگیری شود.

در مواردی که برای مسلح‌سازی از سیمهای ماریچ استفاده شده باشد، انتهای سیم در حالتی که به صورت بدون پوشش خارجی رها می‌شود، باید به پوسته لوله با جوشکاری و یا روش مناسب دیگری چسبیده باشد. اگر پوشش بر روی یک لایه زیرین دی‌الکتریک اجرا می‌شود، باید روش گیر دادن^۴ به نحوی باشد که مورد پذیرش کارفرما باشد.

۷-۵ پوشش خارجی قطعات مخصوص

۱-۷-۵ مسلح‌سازی پوشش خارجی

مسلح‌سازی پوشش خارجی از ملات سیمان قطعات زانویی و قطعات مخصوص دیگری که در آنها استفاده از سیمهای ماریچ مناسب نیست، باید با شبکه‌های سیمی و یا توریهای سیمی انجام شود. مشخصات شبکه‌های سیمی و توریهای سیمی در بخش ۲-۱-۲ و ۳-۱-۲ ذکر شده است و باید بر روی سطح خارجی لوله‌ای که پوشش می‌شود به نحوی نصب گردند که به سطح لوله نچسبند و برای تأمین فاصله از شبکه‌های سیمی پایه‌دار^۵ و یا گیره‌دار^۶ و یا روش مشابه دیگر استفاده گردد. میزان روی هم آمدن شبکه‌ها و توریهای مسلح‌سازی محیطی باید مطابق مفاد بندهای ۳-۵-۵ و ۴-۵-۵ باشد. اگر در زیر پوشش خارجی از لایه‌های زیرین دی‌الکتریک (عایق) استفاده شده باشد، باید روش گیر دادن شبکه‌های مسلح‌سازی پوشش به سطح قطعه به نحوی باشد، که مورد پذیرش کارفرما باشد.

-
- 1- Support
 - 2- Joint
 - 3- Shatter
 - 4- Anchorage
 - 5- Self-Furring
 - 6- Furring Clips

۵-۷-۲ اجرا

اجرای پوشش خارجی باید مطابق مشخصات مندرج در بند ۵-۶-۱ باشد، با این تفاوت که می‌توان از اجرای دستی به جای اجرای مکانیکی و نیوماتیک استفاده کرد.

۵-۷-۳ ضخامت پوشش خارجی

ضخامت پوشش خارجی قطعات مخصوص باید به اندازه ضخامت پوشش مورد نیاز قطعات مستقیم لوله باشد؛ ولی در محل اتصال با قطعات مجاور به علت گوشه دادن^۱ و یا تراش دادن^۲ برای ایجاد یک گذرگاه صاف ممکن است، ضخامت تغییر کند.

۵-۸ پوشش خارجی قطعات معیوب

۵-۸-۱ حفره‌های ماسه‌دار و نقاط متخلخل

اگر در پوشش خارجی از ملات ماسه‌سیمان لوله‌های فولادی حفره‌های ماسه‌دار و نقاط متخلخل ایجاد گردد، باید این قسمت‌ها کاملاً از سطح فولادی کنده شوند و مجدداً با ملات جدید با نسبت اختلاط وزنی $\frac{۱}{۲}$ قسمت ماسه در مقابل یک قسمت سیمان به روش بادی و یا دستی بازسازی شوند.

۵-۸-۲ ترکهای پوشش

باید دقت کرد که حدوث ترک در پوشش خارجی لوله از ملات سیمان به حداقل برسد. مع‌ذالک ترکهای مویین نیاز به تعمیر ندارد. لزوم تعمیر ترکهای بهتر باید از سوی کارفرما و با توجه به شرایط محیطی اطراف لوله تعیین گردد. این تعمیرات را باید بدون هزینه اضافی پیمانکار انجام دهد.

1- Fillicting
2- Feathering

روند تعمیرات شامل: پرکردن ترکها از سیمان خالص^۱ و با استفاده از قلم مو و یا پارچه^۲ و خودترمیمی ترک با عمل آوری با آب و رنگ آمیزی ترکها با یک پوشش اپوکسی و یا ترکیبی از این روشهاست.
توضیح:

از روشهای تعمیراتی که در آنها به مقدار زیادی از تراشیدن^۳ و یا صاف کردن مسیر ترکها^۴ استفاده می شود، باید اجتناب گردد، زیرا در این روشهای تعمیراتی احتمال عمیقتر شدن و طولانیتر شدن ترکهای موجود و خسارت دیدن اتصال و چسبندگی بین پوشش و استوانه فولادی زیرین آن زیاد است.

۹-۵ عمل آوری پوشش خارجی

۹-۵-۱ کلیات

پس از گیرش اولیه ملات پوشش خارجی، باید عمل آوری پوشش خارجی را یا با روش با آب و یا روش سریع انجام داد. اگر شرط دیگری از طرف کارفرما مشخص نشده باشد، بلافاصله پس از اجرای ملات پوشش خارجی می توان بر روی آن یک پوشش غشایی اجرا کرد. جایگزینی عمل آوری آب با عمل آوری سریع و بالعکس با رعایت نسبت زمانی $\frac{۵}{۳}$ ساعت عمل آوری با آب در مقابل ۱ ساعت عمل آوری سریع مجاز است. تنها باید توجه داشت که دمای محیط عمل آوری نباید از حداکثر دمای مجاز توصیه شده برای مواد پوشش زیرین دی الکتریک (عایق) تجاوز کند.

۹-۵-۲ عمل آوری با آب (رطوبت)

عمل آوری با آب برای پوشش سیمان لوله و قطعات مخصوص را باید به محض آنکه بتوان پاشش آب را بدون وارد نمودن صدمه به پوشش انجام داد، آغاز کرد. پوشش خارجی این قطعات باید با آبپاشی پیوسته و یا متقطع حداقل برای مدت ۴ روز متوالی به طور مداوم مرطوب نگه داشته شود. در عمل آوری با آب باید دمای محیط عمل آوری حداقل برای مدت ۴ روز مورد نیاز عمل آوری مداوماً بیشتر از ۵ درجه سانتیگراد باشد. ساعاتی که دمای محیط عمل آوری پایین تر از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد، در محاسبه حداقل مدت عمل آوری (۴ روز) منظور نمی شود.

۹-۵-۳ عمل آوری سریع

عمل آوری سریع پوشش خارجی ملات ماسه سیمان لوله ها و قطعات مخصوص را باید بلافاصله پس از اجرای عملیات پوشش خارجی و یا حداکثر تا ۶ ساعت پس از آن آغاز کرد.

-
- 1- neat
 - 2- Wiping
 - 3- Chipping
 - 4- routing

دمای لوله و قطعات مخصوص قبل از گیرش اولیه ملات و یا تا ۳ ساعت پس از اجرای پوشش خارجی، هر کدام که زودتر رخ دهد، از ۳۲ درجه سانتیگراد نباید تجاوز کند. رطوبت نسبی محیط عمل‌آوری حداقل برای مدت ۱۸ ساعت اولیه و در دمای ۴۲ تا ۶۴ درجه سانتیگراد نباید از ۸۵ درجه کمتر باشد.

۴-۹-۵ عمل‌آوری با غشاء

عمل‌آوری با غشاء، متشکل از یک فرایند کامل اجرای روکش با یک ماده مناسب است که بر روی ملات سیمان پوشش خارجی لوله و قطعات مخصوص اعمال می‌شود و این ماده می‌تواند رطوبت ملات سیمان پوشش خارجی لوله را حفظ نماید.

۶- جابه‌جا کردن

۶-۱ هنگام ساخت

در تمام مدت اجرای پوشش داخلی و خارجی و دوره عمل‌آوری، باید قطعه مورد نظر را با مراقبت کامل بر روی پایه‌های نگهدارنده قرار داد و به نحوی آن را جابه‌جا کرد تا از صدمه دیدن لایه ملات پوشش خارجی و داخلی پیشگیری شود. اگر قرار باشد که یک قطعه لوله به محل دیگری منتقل شود باید این کار با احتیاط انجام شود تا از صدمه دیدن پوششهای سیمانی داخلی و خارجی جلوگیری گردد. کلیه قسمت‌های صدمه دیده پوششهای سیمانی خارجی و داخلی باید جدا و تعمیر شوند.

۶-۲ هنگام تحویل

در هنگام بارگیری، حمل و پیاده کردن قطعات پوشش‌شده با ملات ماسه‌سیمان باید چنان مراقبت شود که از صدمه دیدن اجزای مختلف پوشش لوله تکمیل‌شده، جلوگیری گردد.

لوله و قطعات مخصوص پوشش‌شده را باید به نحو مناسبی بر روی تکیه‌گاهها مستقر نمود و بست تا سطح اتکای کافی برای جلوگیری از صدمه دیدن پوشش خارجی به وجود آید و از تکان خوردن شدید و جابه‌جا شدن و کج شدن لوله در حین حمل و نقل نیز جلوگیری گردد.

۶-۲-۱ درپوشهای انتهایی پلاستیکی

باید به انتهای لوله‌های تکمیل شده، درپوشهای پلاستیکی محکمی بسته شود تا از صدمه دیدن پوشش داخلی از ملات‌سیمانی پیشگیری شود. این درپوشهای پلاستیکی انتهایی باید تا هنگام نصب در جای خود بمانند.

پیوست الف - پوشش درزهای اتصال در کارگاه

۱- کلیات

این پیوست برای پوشش درزهای اتصال در کارگاه از ملات ماسه‌سیمان است و صرفاً به منظور راهنمایی آمده است.

۲- پوشش داخلی درزهای اتصال

۲-۱ مصالح پوشش داخلی

ملات ماسه‌سیمان مورد استفاده در پوشش داخلی درزهای اتصال در کارگاه باید به نسبت وزنی ۲ به ۱ (ماسه به سیمان) باشد. اختلاط ملات به صورت خشک انجام می‌شود و سپس با مقدار کافی آب چنان مرطوب می‌گردد تا بتوان آن را بدون مشکل ریختن^۱، متراکم کرده^۲ و ماله‌کشی^۳ نمود. ماسه مصرفی باید دارای محدودیت دانه‌بندی مناسب برای کارهای اندودکاری^۴ مطابق با استانداردهای معتبر^۵ باشد. آب مصرفی باید تمیز و عاری از مقادیر مضر مواد آلی، قلیاییها، نمکها و ناخالصیهای دیگر باشد. اگر کارفرما اجازه داده باشد، می‌توان حداکثر تا ۷ درصد وزن سیمان را با آهک هیدراته جایگزین کرد و یا اینکه تا ۳۰ درصد وزن آن را با پوزولان جایگزین نمود.

۲-۲ اجرای پوشش داخلی درزهای اتصال

درزهای اتصال لوله‌هایی که دارای پوشش داخلی از ملات ماسه‌سیمان هستند، باید در ابتدا از طرف داخل با ملات ماسه‌سیمان پر شده و سپس با ماله‌کشی و یا روش مشابه دیگری با سطح پوشش داخلی لوله همتراز و صاف گردد، قبل از اجرای ملات پوشش داخلی درز اتصال، باید سطوح مورد نظر به دقت تمیز شود و کلیه زوائد آن پاک گردد و سپس مرطوب شود تا بین ملات پوشش داخلی لوله و ملات پوشش داخلی درز اتصال

-
- 1- Crumbling
 - 2- Packing
 - 3- Trowcling
 - 4- Plaster
 - 5- ASTM C35,...

پیوستگی خوبی ایجاد گردد. قبل از عمل آوری حداقل ۲۴ ساعت ملات پوشش داخلی درز اتصال، نباید این خط لوله مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۲-۱ پوشش داخلی درزهای اتصال لوله‌های به قطر ۵۵۰ میلیمتر (۲۲ اینچ) و بزرگتر

در صورتی که قطر لوله‌ها ۵۵۰ میلیمتر (۲۲ اینچ) و یا بزرگتر از آن باشد باید سطح ملات پوشش داخلی درز اتصال با ماله کشی با سطح پوشش داخلی لوله همتراز و صاف شود.

۲-۲-۲ پوشش داخلی درزهای اتصال لوله‌های به قطر کمتر از ۵۵۰ میلیمتر (۲۲ اینچ)

برای تکمیل پوشش داخلی درزهای اتصال در صورتی که قطر لوله‌ها از ۵۵۰ میلیمتر (۲۲ اینچ) کمتر باشد، باید مقدار کافی از ملات پوشش داخلی درز اتصال در لبه پوشش داخلی انتهای کاسه‌ای قطعه لوله مورد نظر درست قبل از نصب آن در خط لوله قرار داده شود.

هنگامی که قطعه لوله مورد نظر در محل خود نصب شده باشد، باید پوشش داخلی این درز اتصال را با عبور توبی لاستیکی و یا وسیله مشابه دیگری از داخل لوله صاف کرد تا با پوشش داخلی لوله همتراز گردد.

۳- پوشش خارجی درزهای اتصال

۳-۱ مصالح پوشش

دوغاب سیمان^۱ باید شامل: حداقل ۱ قسمت وزنی سیمان در مقابل هر ۲ قسمت ماسه باشد و کاملاً با آب چنان مخلوط شود تا غلظت آن شبیه یک خامه غلیظ گردد. دانه‌بندی ماسه باید مطابق ضوابط مندرج در استانداردهای معتبر^۲ باشد، ولی باید ۱۰۰ درصد ماسه مصرفی از الک شماره ۱۶ عبور نماید.

۳-۲ اجرای پوشش

پوشش خارجی درزهای اتصال در کارگاه باید توسط ملات ماسه‌سیمان انجام شود. این درزهای اتصال باید با نوار^۳ و یا قالبهای مناسب چنان پوشانده شوند که از نفوذ دوغاب ریخته‌شده به خارج پیشگیری گردد. قبل از آنکه دوغاب‌ریزی آغاز گردد، باید فضای درز اتصال توسط آبپاشی چنان مرطوب گردد که کلیه سطوح در تماس با دوغاب در حین مدت دوغاب‌ریزی مرطوب باشد. دوغاب‌ریزی درز اتصال باید از یک طرف انجام شود تا دوغاب ریخته‌شده حداقل تا نصف لوله در طرف دیگر برسد. دوغاب ریخته‌شده باید توسط یک میله سیمی و با یک وسیله قابل انعطاف دیگر و یا به نحو مناسبی مرتعش شود تا دوغاب فضاهای خالی درز اتصال

1- grout

2- ASTM C33,...

3- Bands

را پر نماید و از طرف ریخته‌شده جریان یابد و از زیر لوله عبور نماید و از طرف دیگر به سمت بالا هدایت شود. دوغاب‌ریزی و میله‌زنی آن برای ارتعاش باید به صورت پیوسته ادامه یابد تا پر شدن کامل کلیه فضاهای خالی درز اتصال در یک مرحله انجام شود.

باید دقت کرد که فضای خالی پر نشده در درز اتصال باقی نماند. بخش بدون سرپوش دوغاب ریخته‌شده در درز اتصال در قسمت فوقانی لوله باید توسط یک ترکیب آبنندی پوشش شود و یا اینکه توسط خاک مرطوب و یا کرباس^۱ پوشانده گردد.

1- Burlap

منابع و مآخذ

برای تهیه این استاندارد از مراجع زیر استفاده شده است:

۱- AWWA C205-89

۲- ISO 559-91

۳- AWWA C200-86

۴- هندبوک MII مؤسسه کارهای آبی آمریکایی

۵- هندبوک M9 مؤسسه کارهای آبی آمریکایی

In the Name of God
Islamic Republic of Iran
Ministry of Energy
Iran Water Resources Management CO.
Deputy of Research
Office of Standard and Technical Criteria

Cement - Mortar Coating for Steel Pipe

Publication No. 173