

محافظت سطح باروکش دهی لاستیکی

Surface Protection by Rubber Lining

علیرضا عظیمی ناوایی

شرکت صنایع لاستیکی سهند

تاریخ دریافت: ۷۳/۷/۱۳، پذیرش: ۷۳/۱۱/۱۲

چکیده

صنعت روکش دهی با لاستیک، یعنی روکش دادن سطوح با ورقه‌های لاستیکی مقاوم، شاخه‌ای از صنعت بزرگ و گسترده پوشش دهی است. امروزه به موازات پیشرفت صنایع مختلف بویژه صنایع شیمیایی نیاز بی‌چون و چرای طراحان، سازندگان و اداره‌کنندگان صنایع مختلف به این صنعت مهم مشخص شده است. خوردگی فلزات مهمترین معضل صنایع هر کشور به شمار می‌آید و صنایع شیمیایی بیش از هر صنعت دیگری با این مسئله مواجه‌اند. چنانچه برای این مشکل چاره‌اندیشی نشود، تجهیزات شیمیایی موجود با سرعت تقریبی ۱/۵٪ در سال از بین خواهد رفت.

خوشبختانه، با پیشرفت علم شیمی و صنایع شیمیایی مشکلات و نیازهای صنعت روکش دهی لاستیکی کمتر و این عمل روز به روز مطلوبتر و آسانتر انجام می‌گیرد. برای دستیابی به یک روکش لاستیکی خوب باید مسائل مهمی مورد توجه قرار گیرد، از جمله: نوع روکش، طراحی و ساخت وسیله روکش‌شونده، آماده‌سازی سطح، عملیات روکش دهی سطح، پخت روکش، بازرسی و کنترل کیفیت، مسائل ایمنی و طول عمر کاری روکش.

در این مقاله، به تناسب امکانات در مورد هر یک از مسائل یادشده مطالبی ارائه خواهد شد.

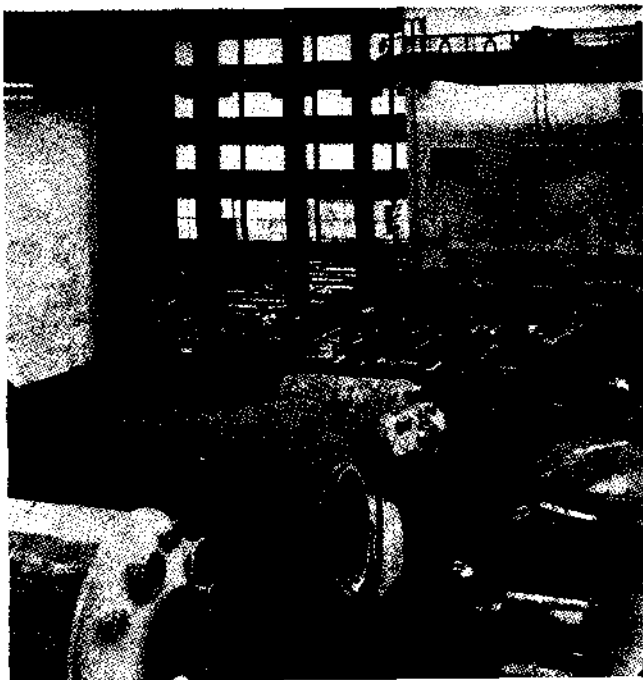
واژه‌های کلیدی: خوردگی، پوشش دهی، روکش دهی لاستیکی، محافظت سطح، صنایع شیمیایی

Key Words: corrosion, coating, rubber lining, surface protection, chemical industries

مقدمه

روکش دادن سطوح وسایل مختلف از قبیل تانک، راکتور، مخلوط کن، حوضچه، لوله، وسایل کمکی خروج گازهای اسیدی و دهها وسیله دیگر به چند منظور انجام می‌گیرد که حفاظت سطح در برابر محیطهای خوردنده، سایش یا فرسایش و جلوگیری از آلوده شدن محصولات (بویژه مایعات و گازها) در خلال تولید و نگهداری از آن جمله‌اند. در واقع نخستین انگیزه برای استفاده از روکش لاستیکی و پوشاندن جدار داخلی ظروف بویژه تانک، راکتور و وسایل ذخیره و نگهداری جلوگیری از خوردگی به وسیله محیطهای خوردنده بوده است. گذشته از

موارد تاریخی قدمت استفاده از روکش لاستیکی برای جلوگیری از خوردگی به بیش از یکصد سال پیش برمی‌گردد. حدود ۱۲۵ سال است که برای محافظت سطوح مختلف در برابر حمله مواد شیمیایی از لاستیک طبیعی، که مقاومت شیمیایی خوبی در برابر اغلب محیطهای شیمیایی دارد، استفاده می‌شود. در اولین گزارشهای منتشر شده در این مورد آمده است که ورقه‌هایی از مخلوط لاستیک طبیعی و قیر برای محافظت بدنه کشتیها و همچنین ورقه‌های لاستیکی پخت شده برای پوشش جدار داخلی ظروف شیمیایی به کار گرفته می‌شده است. دهه ۱۹۵۰ سالهای عرضه روزافزون انواع لاستیکهای



شکل ۱- یک کارگاه جدید روکش دهی با لاستیک [۱].

مکانیکی، نحوه طراحی وسیله روکش شونده و جنس (فلز یا پلاستیک تقویت شده) و محل کاربرد آن و امکانات پخت، همگی روی انتخاب نوع پایه لاستیکی و آمیزه آن و حتی ضخامت ورقه لاستیکی مؤثرند.

عملیات چسباندن روکش لاستیکی

صرف نظر از اینکه ورقه‌های لاستیکی پخت شده باشند یا نباشند، عملیات چسباندن آنها شامل چند مرحله است که به ترتیب مورد بحث قرار می‌گیرد.

آماده‌سازی سطح

منظور از آماده‌سازی سطح انجام مجموعه‌ای از عملیات فیزیکی یا شیمیایی یا هر دو جهت زدودن هرگونه چربی، چرک، نمک، باقیمانده پوشش قبلی، زنگ و لایه اکسیدی از روی سطح مورد نظر است. هدف از انجام این کار ایجاد چسبندگی قوی بین لایه چسب و روکش لاستیکی به طوری که همواره ضعیفترین اتصال یا نقطه ضعف سیستم، در درون لایه چسب واقع شود نه در حد فاصل یا سطح مشترک آنها. در این صورت به واسطه انجام عملیات آماده‌سازی سطح، اتصالات ایجاد شده بین لایه چسب و سطح چسبیده از آن چنان قدرتی برخوردارند که تنشهای حین کاربرد را تحمل می‌کنند و جدایی روکش لاستیکی از سطح تنها در نتیجه جدایی لایه‌های چسب از یکدیگر روی می‌دهد. از نقطه نظر اتصالات چسبندگی، این‌گونه جداشدن به چسبندگی درون

مصنوعی در صنعت روکش لاستیکی است که کمک شایان توجهی به پیشرفت و گسترش بسیاری از صنایع کرد. امروزه صنایع شیمیایی، الکتروشیمی، کودهای شیمیایی، چوب و کاغذ، فولاد، معدن و حمل و نقل از مهمترین صنایع استفاده کننده از روکش لاستیکی هستند. عمده‌ترین مصرف کنندگان روکش لاستیکی در ایران عبارت‌اند از: شرکت‌های ملی نفت، پتروشیمی، شیمیایی رازی، پتروشیمی شیراز و کربن اهواز. همچنین وزارت سپاه، سازمان صنایع دفاع، وزارت نیرو و شرکت‌های سیمان برای استفاده در آسیابهای گلوله‌ای، شرکت‌های وابسته به وزارتخانه‌های صنایع و معادن و فلزات جهت حوضچه‌های تغلیظ عناصر کانی فلزی (مانند شرکت‌های سرب و روی ایران و فسفات ایران) و کارخانه‌های تولید اسید و باتری‌سازی از آن جمله‌اند. بر اساس آمار موجود، صرف نظر از افزایش مصرف مربوط به گسترش صنایع مصرف کننده، سالانه به طور متوسط بیش از پانصد تن پوششهای مختلف لاستیکی وارد کشور می‌شود. با بهره‌مندی تدریجی تمام مصرف کنندگان از تولیدات و خدمات شرکت‌های داخلی، سالانه از خروج بیش از دو میلیون دلار ارز جلوگیری خواهد شد.

بحث

انتخاب روکش لاستیکی

انتخاب آمیزه لاستیکی مناسب برای یک روکش لاستیکی ارتباط تنگاتنگی با نوع و شرایط کاربرد وسیله روکش شده دارد. مثلاً، در صنایع تولید رنگهای نساجی که با محیط‌های بشدت خورنده سروکار دارند، در انتخاب روکش لاستیکی برای ظرف واکنش (راکتور) اطلاع از شرایط فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی واکنش و فرایند اصلی، واکنشهای حد واسطی که ممکن است بین مواد اولیه رخ دهد، ناخالصیها (هرچند ناچیز)، نوع حلالها (گاز یا مایع) و تغییرات دما بسیار با اهمیت است. همچنین، لازم است که در این‌گونه موارد به چگونگی تاثیر روکش لاستیکی بر مواد واکنش دهنده یا محصولات واکنش توجه کافی داشت. بویژه، در چندبار اول کاربرد که روکش لاستیکی در معرض ماده یا مواد شیمیایی مصرفی در فرایند قرار می‌گیرد. این مواد مقادیر ناچیزی از اجزای موجود در روکش لاستیکی را استخراج و در خود وارد می‌کنند. این عمل بخصوص زمانی که ماده یا مواد شیمیایی منتقل شده به ظرف مایع باشند، بیشتر مشاهده می‌شود. شبیه چنین حساسیتهایی در سایر موارد مصرف روکشهای لاستیکی نیز وجود دارد که خارج از حوصله این مقاله است. البته، هرچند قسمت اعظم بحث درباره انتخاب روکش لاستیکی مناسب روی شرایط داخلی سیستم، یعنی اثر مواد شیمیایی و شرایط فرارورش بر روکش لاستیکی و بر عکس متمرکز می‌شود، اما در این انتخاب نباید از تاثیر شرایط خارجی غافل بود. تنشهای گرمایی و

۵- SP و در استاندارد NACE معادل شماره یک است. در این کیفیت، که به فلز سفید معروف است، باید هرگونه رنگ، لایه اکسیدی و ماده خارجی که با چشم دیده می‌شود کاملاً از روی سطح زدوده گردد. همچنین لایه چسبیده خاکستری رنگی که بین لایه زنگ و سطح فولاد وجود دارد نیز باید برداشته شود. نتیجه نهایی سطح فولادی عاری از هرگونه باقیمانده آلودگی یا بد رنگی است.

اعمال آستر و چسب روی سطح

نوع آستر و چسب و فرایند اعمال آنها بر روی سطح از اهمیت خاصی برخوردار است. به عبارت دیگر، زمانی این فرایند موفق خواهد بود که آستر و چسب مناسب انتخاب شده باشند. دو شرط مهم در تعیین و انتخاب آستر و چسب مناسب، سازگاری با روکش لاستیکی و قابلیت چسبندگی زیاد به سطح است.

هنگام اعمال آستر یا چسب، باید حداقل دمای عملیات $10^{\circ}C$ باشد. در خلال اعمال چسب روی سطح موردنظر، تبخیر حلال و از دست دادن گرمای نهان تبخیر می‌تواند دمای سطح روکش شونده را کاهش دهد و تا زیر نقطه شبنم پایین آورد. این پدیده منجر به تشکیل لایه‌ای از آب روی سطح می‌شود و کیفیت چسبندگی را پایین می‌آورد. برای جلوگیری از بروز این مشکل می‌توان سطح یا قطعه موردنظر را گرم کرد یا در صورتی که وسیله روکش شونده به شکل یک ظرف است، به درون آن هوای داغ دمید. بر سطوحی که چسب روی آنها به دلایلی خشک شده است



شکل ۲ - حفاظت نوعی صافی با قطر ۵ متر به وسیله ورقه‌های لاستیکی خود وولکانش پذیر [۱].

مولکولی مربوط است که توان تحمل تنشهای حین کاربرد را نداشته‌اند. به استناد استانداردهای ملی و منابع معتبر، عملیات آماده‌سازی سطوح فولادی برای روکش‌دهی با لاستیک شامل پاکسازی با حلال و ماسه‌سایی است.

در پاکسازی با حلال به کمک یک حلال آلی یا مخلوطی از حلالها، بدون آنکه هیچ‌گونه تغییر فیزیکی یا شیمیایی روی سطح ایجاد شود، تمام آلودگیهای انحلال‌پذیر در حلالهای آلی از قبیل انواع روغن‌ها، گریسها و گردو خاک چسبیده به آنها از سطح جدا می‌شوند. در پایان، پس از تبخیر حلال (از روی سطح) سطحی عاری از هرگونه آلودگیهای غیرفلزی به دست می‌آید.

ماسه‌سایی یکی از روشهای پاکسازی مکانیکی است که اساس آن سایش سطح موردنظر توسط ذرات ساینده مختلف نظیر شن، ماسه، ساچمه‌های فلزی و غیرفلزی است. برای این منظور ذرات ساینده را به وسیله جریان قوی هوا یا به کمک نیروی گریز از مرکز یک چرخ گردنده به سمت سطح موردنظر پرتاب می‌کنند. برخورد ذرات به سطح موردنظر موجب ضربه و سایش آن می‌شود و در نتیجه زنگ، پوسته نورد، آلودگیهای جوشکاری و هرگونه ذرات جامد ناخواسته موجود روی سطح زدوده می‌شود.

ماسه‌سایی مناسب برای روکش‌دهی لاستیک باید از نوع درجه یک باشد. این کیفیت در استاندارد سوئد معادل Sa3، در SSPC معادل



شکل ۳ - آماده‌سازی سطح به وسیله ساییدن با ساچمه چدنی [۱].

شونده است.

چسباندن ورقه‌ها بر روی سطح

ورقه لاستیکی باید بلافاصله پس از تبخیر حلال از سطح آن واز لایه چسب، در حالی که هنوز چسبنده‌اند، بر روی سطح موردنظر اعمال شود. استقرار دقیق روکش لاستیکی بر روی سطح نیاز به دقت زیاد دارد. بین روکش و بدنه نباید هیچ گونه حبابی چه هوا و چه بخار حلال وجود داشته باشد، در نتیجه باید هرگونه حباب محبوس شده را خارج کرد. این کار توسط پرس یا غلتک دستی یا هر وسیله مناسب دیگری انجام می‌گیرد. برای اطمینان از صحت و کیفیت کار، باید وسیله به کار گرفته شده را آن چنان در جهات مختلف حرکت داد که ورقه‌های لاستیکی را بخوبی به سطح و همچنین ورقه‌های روی هم افتاده در محل اتصالات را به یکدیگر فشار دهد و هرگونه حباب بین آنها را خارج کند. چنانچه روکش چند لایه باشد نباید در بین لایه‌ها بویژه در بین اتصالات حبابی محبوس شود، زیرا با مرور زمان جدا شدن لایه‌ها و خوردگی سطح توسط مایعات خورنده را موجب می‌شود.



شکل ۴- کاربرد محلول عامل تشکیل پیوند [۱].

پخت روکش لاستیکی

روکش دهی وسایل با ورقه‌های لاستیکی پخت شده یا پخت نشده انجام می‌شود. روکش دهی با ورقه‌های لاستیکی پخت نشده کیفیت بهتر و مزایای بیشتری را در پی دارد، اما در مرحله آخر که پخت روکش



شکل ۵- دقت در کار برای ممانعت از تشکیل حباب هوا طی اعمال مواد روکش لاستیکی [۱].

باید دوباره لایه نازکی از چسب زده شود. بعد از اعمال هر لایه آستر یا چسب باید زمان کافی به آن داده شود تا حلال موجود در آن، متناسب با میزان رطوبت لازم برای لایه چسب یا آستر، تبخیر گردد. چسب نباید به تنهایی روی یک سطح خشک اعمال شود، بلکه باید قبلاً روی سطح آستر زده شود، یا ابتدا سطح با یک حلال مناسب و سازگار با چسب آغشته و سپس چسب روی آن اعمال گردد.

آماده‌سازی ورقه‌های روکش لاستیکی

قبل از چسباندن ورقه‌های روکش لاستیکی روی سطح موردنظر، باید عملیاتی جهت آماده‌سازی آنها انجام گیرد. چنانچه ورقه لاستیکی پخت نشده باشد باید قبل از چسباندن آن روی سطح و شروع پخت، عملیات پیش جمع‌شدگی روی آن انجام شود. برای این منظور ورقه لاستیکی را به مدت تقریبی پانزده دقیقه روی یک صفحه داغ با دمای ثابت حدود 60°C قرار می‌دهند.

پس از انجام این عملیات باید ابعاد ورقه‌های لاستیک متناسب با با شکل وسیله روکش شونده تعیین و برش داده شوند. به علاوه، گوشه ورقه‌ها باید همانند زوایای وسیله روکش شونده برش داده شوند. از آنجاکه در روکش دادن وسیله از تعداد زیادی ورقه‌های لاستیکی در کنار هم استفاده می‌شود، باید لبه‌های آنها با فنون خاصی به یکدیگر متصل گردند. از این رو، یکی از مسائل مهم در برش دادن و آماده کردن ورقه‌ها، نحوه آماده‌سازی لبه‌های به هم متصل

بازرسی و کنترل کیفیت

مجموعه عملیات بازرسی و کنترل کیفیت روکش‌دهی با لاستیک یک وسیله شامل موارد زیر است:

- ۱- مطابقت ویژگیهای طراحی و ساخت وسیله روکش شونده با استانداردهای موجود،
- ۲- بررسی و نظارت بر کیفیت آمیزه لاستیکی،
- ۳- کنترل تولید ورقه‌های لاستیکی،
- ۴- بازرسی کیفیت آماده‌سازی سطح،
- ۵- نظارت بر فرایند اعمال آستر و چسب روی سطح،
- ۶- بررسی و کنترل فرایند آماده‌سازی ورقه‌های روکش لاستیکی،
- ۷- نظارت بر فرایند چسباندن ورقه‌های لاستیکی بر روی سطح،
- ۸- بازرسیهای نهایی قبل از پخت،
- ۹- کنترل فرایند پخت روکش لاستیکی،
- ۱۰- بررسی و کنترل نهایی پس از پخت.

در هر یک از مراحل یادشده عملیات بررسی و کنترل به روشهای گوناگون و اغلب به کمک ابزارهای خاص خود انجام می‌گیرد. بازرسیهای نهایی قبل از پخت مهمترین مرحله این مجموعه را تشکیل می‌دهد. در این مرحله وجود هرگونه اشکال و ایرادی در هر بخش از فرایند قابل برگشت و ترمیم است، اما پس از گذار از این مرحله و پخت روکش، برخی از عیبه‌ها و اشتباهات احتمالی غیرقابل ترمیم و برگشت‌ناپذیر و ترمیم برخی دیگر بسیار مشکل خواهد بود. از این رو قبل از شروع پخت، وسیله روکش شده را مورد دو آزمایش مهم بازرسیهای چشمی و جرقه الکتریکی قرار می‌دهند و پس از رضایتبخش بودن عملیات چسباندن ورقه لاستیکی پخت را شروع می‌کنند تا به خواص فیزیکی و شیمیایی مورد نیاز دست یابند.

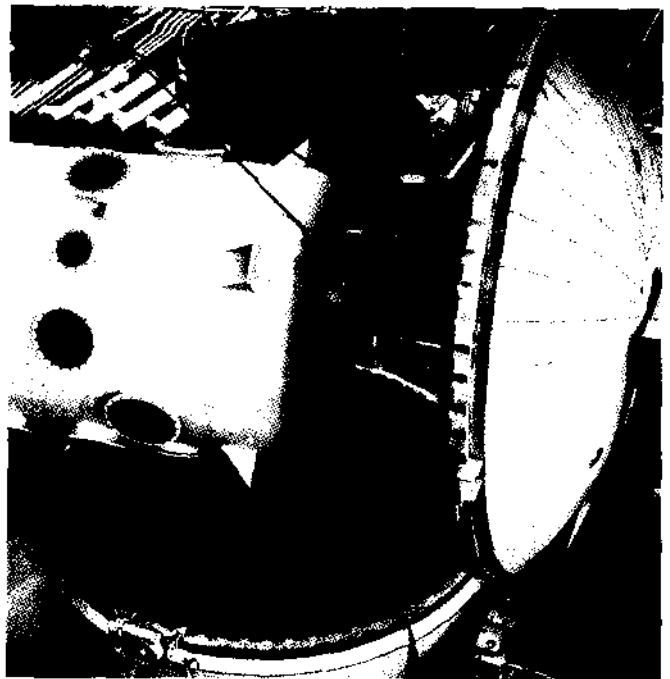
بازرسیهای چشمی باید در تمام سطح و در نور کافی بدقت انجام شود. در این بازرسیها باید به هرگونه صدمات مکانیکی، بریدگیهای تیز، پوسته شدن، عدم چسبندگی، درزگیری ناقص و عیبه‌های موجود در اتصالات توجه کافی مبذول داشت. در این مرحله توجه به یکنواختی روکش لاستیکی از اهمیت زیادی برخوردار است. در صورتی که وسیله روکش شونده از قسمتهای مختلفی تشکیل شده است که بعد از پخت روی یکدیگر سوار می‌شوند، نباید روکش قطعات متصل شونده به شکلی باشد که مانع خوب جفت شدن آنها گردد. اتصالات بین روکش لاستیکی لوله‌ها و روکش لبه آنها نباید به گونه‌ای باشد که موجب محدودیتهایی در قطر داخلی لوله یا مانع خوب جفت شدن لبه‌های دو لوله مجاور شود.

تمام اتصالات باید از نزدیک و به دقت بازرسی و هرگونه جدایی موجود در اتصالات مشخص شود. اگر جدایی بین اتصالات کوچک باشد، آن را می‌توان با فنون و تجربیات موجود برطرف

لاستیکی است تعیین روش پخت یکی از نکات مهم و اساسی به شمار می‌رود. پخت روکش لاستیکی را می‌توان به یکی از روشهای زیر انجام داد:

- الف- پخت در اتوکلاو،
- ب- پخت به روشی که خود تانک به عنوان ظرف پخت (یعنی اتوکلاو) عمل کند،
- ج- پخت به کمک بخار یا هوای داغ در فشار محیط،
- د- پخت با آب داغ،
- ه- پخت خود به خود در دمای محیط.

چنانچه وسیله روکش شونده از قبل ساخته شده و ویژگیهای طراحی آن با استانداردهای موجود مطابقت داشته باشد، سازنده یا مجری روکش‌دهی لاستیکی باید با در نظر گرفتن ویژگیهای تانک و مطابقت آنها با شرایط لازم برای هر یک از روشهای پخت و همچنین امکانات قابل دسترس یا موجود در کارگاه روش مناسب پخت روکش لاستیکی را تعیین کند. آن گاه، طراح آمیزه با در نظر گرفتن سایر ویژگیهای تعیین شده برای روکش لاستیکی و با توجه به روش پخت انتخابی، آمیزه روکش لاستیکی را طراحی می‌کند. اگر تانک یا هر وسیله موردنظر دیگر ساخته نشده باشد، مسئله فرق خواهد کرد. در این شرایط، ابتدا با توجه به امکانات پخت روش مناسب برای پخت روکش لاستیکی انتخاب و سپس بر اساس آن ویژگیهای طراحی تانک و فرمول آمیزه مناسب آن تعیین می‌گردد.



شکل ۶- یکی از دستگاههای کارخانه که برای قراردادن در یک اتوکلاو ثابت و ولکانش پایین آورده شده است [۱].

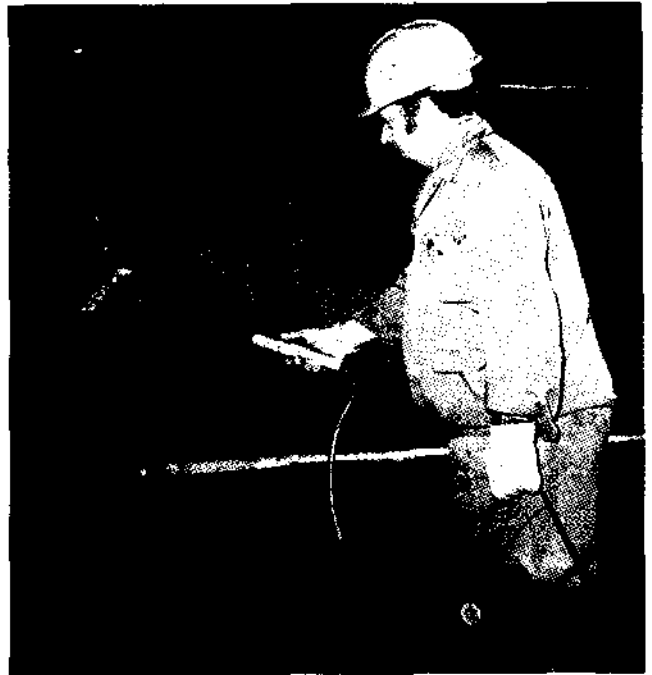
نشانه وجود ترک یا منفذ در سطح روکش و عدم یکنواختی آن است، و در غیر این صورت سطح روکش کاملاً یکنواخت و به دور از هرگونه عیب و نقص خواهد بود. در آزمایش جرقه الکتریکی از طریق تخلیه الکتریکی از یک منبع با فرکانس بالا یا یک جریان مستقیم منافذ و ترکهایی را که احتمالاً در سطح روکش وجود دارد شناسایی می‌کنند. بررسی و کنترل نهایی پس از پخت نیز مشابه بازرسیهای نهایی قبل از پخت است.

نتیجه گیری

مهمترین دلیل گسترش اصولی صنایع پوشش‌دهی، بویژه روکش‌دهی با لاستیک، نیاز مبرم صنایع مختلف، از جمله صنایع حد واسط شیمیایی، به این صنعت است. با توجه به اینکه همه ساله مبالغ هنگفتی از هزینه‌های غیر قابل برگشت کشورهای صنعتی و نیمه صنعتی صرف جبران خسارات ناشی از خوردگی تجهیزات می‌شود، فراهم آوردن امکانات مناسب و قابل دسترس برای جلوگیری از بروز چنین خساراتی بسیار مبرم و حیاتی است. با توجه به آنکه توسعه صنعتی کشور، بویژه صنایع شیمیایی و پتروشیمیایی، لزوم گذار از صنایع حد واسط شیمیایی را طلب می‌کند. تجهیزات به کار رفته در این صنایع همواره بیش از صنایع دیگر در معرض خطرات ناشی از خوردگی می‌باشند و بشدت به صنایع پوشش‌دهی، از جمله روکش‌دهی با لاستیکهای مقاوم، نیازمندند.

مراجع

- 1 *Technical Notes for the Rubber Industry*; Bayer, 53, 1981.
- 2 Coulson J., Billericay, Butyl Products Ltd., 12th February, 1975.
- 3 Rubber Plant Linings; *Rubb. Plast. Weekly*; 140, 12, 469-70 and 472-3, 1961.
- 4 Niesse J.G.; *Chem. Eng. Prog.*; 82, 6, 55-62, June 1986.
- 5 Reliable Adhesive for Rubber Lining; *Plast. Rubb. News*; 36, September 1984.
- 6 Rowell; *Polym. Paint Col. J.*; 177, 4189, 244, 15th April, 1987.



شکل ۷ - آزمون جرقه الکتریکی برای یافتن منافذ [۱].

ساخت. اما اگر جدایی بین اتصالات بزرگ باشد، باید ورقه‌های به هم اتصال یافته را جدا کرد و به جای آنها ورقه‌هایی با ابعاد مناسب چسباند. چنانچه نقصی بزرگ در روکش لاستیکی مشاهده شود، لازم است که آن قسمت را جدا کرد و به جای آن وصله‌ای از جنس آمیزه اصلی با ابعاد مناسب چسباند. در چسباندن وصله باید کلیه نکاتی که در مرحله چسباندن روکش لاستیکی به آنها اشاره شد رعایت گردد. یکی از خصوصیات مهم روکش لاستیکی یکنواختی آن است. منظور از یکنواختی نبود هرگونه ناهمواری و عیب سطحی از قبیل ترک و منفذ ریز است. برای بازرسی و اطمینان از یکنواختی سطح روکش آزمایشهایی انجام می‌گیرد که آنها را آزمایش یکنواختی یا جرقه الکتریکی می‌نامند. در آزمایش جرقه الکتریکی، روکش لاستیکی را به عنوان یک عایق الکتریکی در نظر می‌گیرند و جستجو برای یافتن ترکها یا منافذ را از طریق اعمال یک جریان الکتریکی بین روکش لاستیکی و سطح وسیله روکش شده، انجام می‌دهند. مثبت بودن جواب آزمایش