

به نام خدا



مرکز دانلود رایگان
مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com



پوشش‌های فلزی

(خلاصه‌ای از فصل ششم کتاب "بازرسی فنی رنگ و پوشش‌های محافظ")

1- مقدمه

از پوشش‌های فلزی بطور گسترده‌ای برای محافظت در برابر خوردگی استفاده می‌شود. قوطی‌های کمپوت و کنسرو، سبدهای گالوانیزه، تزئینات داخلی خودرو پوشش داده شده با کروم و لوله‌های پوشش داده شده با مس مثال‌های از این کاربرد هستند. در این بخش فقط در مورد فلزاتی که برای پوشش دادن سازه‌ها و قطعات با کاربری ساختمانی استفاده می‌شوند، بحث خواهد شد. در این زمینه سه فلز مورد بررسی قرار می‌گیرد:

- روی

- آلومینیوم و آلیاژهای آن

- کادمیم

در بین این فلزات روی بیشتر از بقیه مورد استفاده قرار می‌گیرد. کادمیم اغلب در مورد پوشش‌دهی قطعات بکار می‌رود ولی به مرور زمان این فلز به خاطر طبیعت سمی آن کنار گذاشته می‌شود. اغلب از آلومینیوم برای پوشش‌دهی سازه‌های فولادی استفاده می‌شود.

برای کنترل خوردگی بخصوص در صنایع فراساحلی اغلب از رنگ‌های حاوی غلظت‌های بالای رنگ‌دانه روی (غنی از روی) استفاده می‌شود که اغلب بعنوان یک پوشش فلزی در نظر گرفته می‌شود که البته به دلیل تأثیر قابل ملاحظه رنگ‌پایه بر خواص پوشش، درست‌تر است که از آن به عنوان یک نوع رنگ یاد شود.

در این فصل جزئیات استفاده از پوشش‌های اعمالی به روش پاشش حرارتی به عنوان جایگزینی برای رنگ‌های آلی و معدنی، مطرح خواهد شد. موارد مورد بررسی عبارتند از:

دستورالعمل کاری، بازرسی، آزمایش، گزارش‌ها، توصیه‌ها و مواردی در رابطه با بهداشت و ایمنی مرتبط با این پوشش‌ها و فرآیند اعمال آنها.

استفاده از پوشش‌های پاشش حرارتی رو به گسترش است و بهتر است که بازرسان با فرآیند و فلزات مختلف مورد استفاده در این نوع پوشش‌ها و کاربردهای آن آشنا باشند.

2- پوشش آلومینیومی اعمالی به روش پاشش حرارتی جایگزینی برای سیستم‌های رنگ

پوشش‌های فلزی پاششی که تحت آزمایش‌های مختلف قرار گرفته اند دارای عمر بیشتری نسبت به رنگهایی هستند که عملیات آماده سازی سطوح و روش اجرای رنگ آمیزی در آنها به نحو مطلوبی انجام شده باشند. پوشش آلومینیوم پاششی در اغلب موارد و در حالتی که آب‌بندی شده باشد بعنوان یک آستری عالی برای پوشش‌های بعدی بکار می‌رود.

با اینکه استفاده از هر دو روش شعله‌ای و قوسی برای پاشش امکان پذیر است، ولی روش قوسی بعنوان یک روش جدیدتر اعمال پوشش، دارای سرعت بیشتری بوده و پوشش هم از چسبندگی بیشتری برخوردار است. در پوشش‌دهی و آماده‌سازی سازه از هر دو روش استفاده می‌شود اما در مواردی که دسترسی به برخی سطوح سازه مشکل است، استفاده از روش شعله‌ای ارجحیت دارد. جاهایی که سطح صاف و بدون پیچیدگی وجود دارد روش قوسی نتیجه بهتری خواهد داشت.

کاربرد روش پاشش حرارتی آلومینیوم احتیاج به آموزش و مهارت بیشتری نسبت به پوشش‌های رنگ دارد. بعلاوه اینکه ملاحظات بهداشتی و ایمنی بیشتری را هم طلب می‌کند.

از مهمترین مزایای این پوشش‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- امکان جابجایی سازه پوشش داده شده بلافاصله پس از اعمال پوشش

۲- استفاده بعنوان پوشش پیش ساخت که در طی فرآیند ساخت و تولید، کوچک‌ترین آسیبی در آن بوجود نمی‌آید و می‌توان بر بخشی از سازه اعمال کرد (مثلاً در محل‌های مختلف بجز خطوط جوش) تا در مراحل بعدی تکمیل کاری، تعمیر شود.

مشخص شده است که پوشش آلومینیوم اعمال شده به روش پاشش حرارتی برای حفاظت از سازه‌های فراساحلی در برابر خوردگی در محیط‌هایی که به دلیل رطوبت ناشی از باران امکان بروز خوردگی وجود دارد، بسیار مؤثر است.

پوشش آلومینیوم اعمالی به روش پاشش حرارتی برای قطعاتی که در محیط‌های با دمای کمی بالاتر از دمای محیط کار می‌کنند، قابل استفاده است. در صورت استفاده از آب بندهای اپوکسی تا

دمای 120°C و در صورت استفاده از آب‌بندهای آلومینیوم-سیلیسیم می‌توان آنها را در دماهای بیشتر هم بکار گرفت.

3- انتخاب فلز پوشش

فلزاتی همچون نیکل، مونل، فولاد زنگ‌نزن و برنزها که نسبت به فولاد نقش کاتد را دارا هستند فقط در حالتی بکار برده می‌شوند که الکترولیت خورنده، قابلیت نفوذ در آنها را نداشته باشد. این فلزات فقط برای اجزای دینامیکی ماشین مثل شیطانک پمپ، محور پمپ، شافت‌های هیدرولیکی، محفظه‌های شافت توربین‌های بخار، والوها و غیره بکار می‌روند. ترجیحاً این فلزات را بایستی با آب‌بندهای آلی آب بندی کرد.

3-1- آلومینیوم و روی

دو فلز پیشنهادی برای محافظت اتمسفری آهن و فولاد و همچنین حفاظت در برابر نمک‌ها و آب در حالت غوطه‌وری، آلومینیوم و روی می‌باشند.

روی معمولاً دارای خلوص 99/9% بوده و در فرآیند پاشش حرارتی هم دچار آلودگی خاصی نمی‌شود. این مسأله سبب می‌شود که پوشش‌های پاشش حرارتی روی، بسیار خالص‌تر از پوشش‌های اعمالی به روش گالوانیزه گرم باشند. این در حالی است که روی مورد استفاده در گالوانیزه، مقدار قابل توجهی ناخالصی آهن جذب می‌کند.

آلومینیوم مورد استفاده برای حفاظت در برابر خوردگی اغلب دارای خلوص 99/00% تا 99/70% می‌باشد. البته امروزه استفاده از آلیاژهای آلومینیوم همراه با 5% منیزیم هم رواج یافته است. برای کارهای خاص ممکن است از آلیاژهای دیگری هم استفاده شود.

برای حفاظت از تجهیزات با قابلیت رقابت‌پذیری از روش‌هایی همچون آبکاری یا رنگ‌آمیزی و پوشش‌های نازک پاشش روی استفاده می‌شود. لایه روی اعمالی با ضخامت 25 میکرون شرایط حفاظت عالی قطعات کوچک مثل پیچ و مهره را فراهم می‌آورد. آماده‌سازی و اعمال پوشش فلزی در مورد این قطعات را می‌توان با کمترین امکانات هم انجام داد. با اینکه پوشش‌های آلومینیوم نسبت به روی با ضخامت مشابه، ارزان‌تر هستند ولی برای اعمال پوشش آلومینیوم احتیاج به آماده‌سازی سطحی بیشتری می‌باشد. همچنین پوشش آلومینیوم برای ضخامت‌های کمتر از 75 میکرون توصیه نمی‌شود.

در شرایطی که به حداقل رساندن هزینه‌های آماده‌سازی ضروری است و یا پوشش‌های با ضخامت کم کفایت می‌کند، بهتر است که از روی استفاده شود.

روی نسبت به آلومینیوم از پتانسیل الکتروشیمیایی بیشتری برخوردار بوده و حفاظت بهتری را روی قطعاتی که همه نقاط دور تا دور سطوح آن در دسترس نیست، فراهم می‌آورد. حفاظت الکتروشیمیایی سطوح کوچک پوشش داده نشده مثل محل‌های خراشیده شده یا حفرات و سطوح زیرین میخ‌های پرچ که بطور ناقص پوشش داده شده‌اند توسط روی بهتر از آلومینیوم انجام می‌شود.

با اینکه روی و آلومینیوم جزء فلزات غیر آهنی محسوب شده و خاصیت مغناطیسی ندارند، اما می‌توان ضخامت پوشش‌های این دو فلز که بر روی زیر لایه‌های فولادی اعمال می‌شود را توسط سنج‌های مغناطیسی یا الکترومغناطیسی تعیین کرد.

4- عمر مورد انتظار پوشش‌ها

عمر مورد انتظار، دوام و زیبایی ظاهری پوشش‌های اعمالی بر سازه‌های فلزی در درجه اول به کیفیت آماده‌سازی سطح و ویژگی‌های پوشش که مستقیماً با فلز در تماس است بستگی دارد. در این رابطه روی و آلومینیوم نقشی اساسی بازی می‌کنند.

این امر نه فقط به دلیل مقاومت ذاتی این مواد به حملات خوردگی محیطی، بلکه به دلیل خاصیت حفاظتی فعال این عناصر در کنار فولاد هم می‌باشد.

از تعداد زیاد فلزاتی که در روش پاشش حرارتی استفاده می‌شوند، فقط دو فلز روی و آلومینیوم در صنایع سازه‌ای استفاده می‌شوند که ویژگی‌های آنها عبارتند از :

آلومینیوم (Al)

- مقاومت در برابر دمای نسبتاً بالا.
- چگالی کم.
- مقاومت عالی در برابر آلودگی‌ها و محیط‌های دریایی.
- تشکیل لایه اکسیدی در سطح خارجی فلز.
- خوردگی اندک.

روی (Zn)

- گزینه عالی برای حفاظت کاتدی.
- مقاومت عالی در برابر صدمات مکانیکی.
- عمر آنها متناسب با ضخامت است. (بجز در مواردی که آب‌بندی صورت می‌گیرد).
- مورد استفاده در ساخت آستری‌های مقاوم در برابر خوردگی.

رفتار فلز در محیط

لازم به ذکر است که بایستی قبل از استفاده از فلزات بعنوان پوشش به روش پاشش حرارتی، مروری بر شرایط محیطی محلی که قطعه در آن کار خواهد کرد، صورت گیرد.

برخی فلزات در محیط‌های خاص رفتار خوبی از خود نشان می‌دهند، در حالی که در دیگر محیط‌ها این رفتار معکوس می‌شود. عقل حکم می‌کند که ابتدا در مورد محیط کاری مورد نظر تحقیق شود (مثلاً معلوم شود که محیط اسیدی است یا بازی) برخی از این محیط‌ها برای طراح یا پیمانکار شناخته شده هستند (مثل مخزن آلوده به فاضلاب، مخزن آب یا غیره)

مثال‌ها :

- (a) در محیط‌های به شدت بازی، پوشش روی بهترین انتخاب می‌باشد.
 - (b) در محیط‌های به شدت اسیدی، پوشش آلومینیوم می‌تواند بهترین انتخاب باشد.
- علیرغم آنچه در بالا گفته شد، می‌توان با استفاده از برخی آب‌بندها و رنگ‌ها، پوشش را نسبت به محیط سرویس‌دهی در برابر خوردگی مقاوم کرد. در این رابطه عمل به توصیه‌های تولید کننده رنگ ضروری است.

در بند 6-8 همین فصل جزئیات بیشتری از استفاده از آب‌بند/پوشش خارجی ارائه شده است.

5- فرآیند پاشش فلزی

فرآیند اعمال پوشش به روش پاشش حرارتی نسبتاً ساده بوده و مشتمل بر مراحل زیر است:

۱- ذوب فلز در تفنگ

۲- پاشش فلز مذاب بر روی زیرلایه آماده‌سازی شده به کمک هوای فشرده

۳- رسوب ذرات فلز مذاب بر روی سطح زیر لایه

دو روش اصلی برای اعمال پوشش به روش پاشش حرارتی وجود دارد که عبارتند از:

۱- پاشش قوسی 2- پاشش شعله‌ای

روش قوسی

با اعمال جریان الکتریکی به یک جفت سیم و برخورد سر دو سیم در تفنگ و ایجاد قوس، سیم‌ها ذوب می‌شوند. دمش هوای فشرده از میان قوس، سبب پرتاب قطرات مذاب بر روی سطح آماده‌سازی شده قطعاً کار می‌گردد.

روش شعله‌ای

با حرکت مداوم سیم فلزی از درون محفظه شعله تفنگ، سیم توسط جتی از گاز در حال سوخت (مخلوطی از گاز پروپان یا استیلن با اکسیژن) ذوب شده و با ورود آن به نازل قیفی شکل، قطرات مذاب اتمیزه شده و به سمت سطح زیر لایه پرتاب می‌گردد.

در هر یک از روش‌های گفته شده، تجربه اپراتوری با گذشت زمان حاصل می‌شود، اما برخی دستورات عملیاتی کلی همچون انتخاب فاصله مناسب بین تفنگ و زیر لایه برای دستیابی به دمای بهینه حاصل از نتایج پوشش اعمال شده مورد نیاز می‌باشند. این فاصله به سرعت حرکت افقی تفنگ، کنترل نرخ و ضخامت پوشش اعمالی بر روی سطح هم بستگی دارد.

6- آب بندی پوشش‌های فلزی پاششی

پوششی که به عنوان رنگ‌آمیزی به کار می‌رود با پوششی که با هدف آب‌بندی بکار می‌رود به طور اساسی با هم متفاوت هستند. پوشش مورد استفاده بعنوان آب‌بند دارای ویسکوزیته پایینی بوده و به درون خلل و فرج فلز پاشیده شده نفوذ می‌کند این امر سبب متوقف کردن نفوذ الکترولیت به زیر لایه و جلوگیری از بروز واکنش گالوانیکی منجر به خوردگی زیر لایه می‌گردد. این در حالی است که به ضخامت کل پوشش چیزی اضافه نمی‌شود.

آب‌بند مورد استفاده بسته به شرایط محیطی، رنگ ظاهری مورد نیاز، سابقه قبلی و هزینه‌ها از یک پروژه به پروژه دیگر متغیر است.

حداقل یک لایه پوشش برای پرکردن حفرات باز و کاهش سطوح در معرض خوردگی توصیه می‌شود. در برخی پروژه‌ها از 3 و 4 لایه رنگ با ضخامتی تا 250 میکرون استفاده می‌شود.

افزایش ضخامت لایه پوشش آب‌بند علاوه بر ایجاد سطحی صیقلی تر سبب کاهش جذب گرد و غبار به سطح می‌گردد.

برای ایجاد فام‌های متنوع می‌توان به پوشش آب‌بند مورد استفاده، رنگدانه اضافه کرد. برای موارد با کاربری دماهای بالا از رنگ دانه‌های صفحه‌ای آلومینیومی پخش شده در رنگ پایه‌ای از رزین سیلیکون استفاده می‌شود.

7- پوشش‌های فلزی - ایمنی، بهداشت و محیط زیست

ملاحظات بهداشتی نشان می‌دهد که پاشش حرارتی آلومینیوم و روی سبب بروز برخی مشکلات جدی بهداشتی و ایمنی می‌گردد، اما مشابه دیگر فرآیندهای صنعتی نیازمند توجه به فرآیند و استفاده از تجهیزات ایمنی برای جلوگیری از خطرات است.

روش‌های پاشش حرارتی شامل مواجهه با منابع گرمایی قدرت بالا و عبارات ناشی از فرآیند است. در این رابطه خطراتی همچون مسمومیت، آتش سوزی و انفجار وجود دارد و مواظبت بیشتری را در حین کار با گازهای قابل اشتعال یا جریان برق قوی در روش قوسی می‌طلبد. در ادامه در بخش‌های مجزا اقدامات احتیاطی مرتبط با هر فرآیند ارائه می‌شود.

گازهای فشرده

گازهای معمول مورد استفاده در پاشش شعله‌ای عبارتند از: استیلن یا پروپان با اکسیژن که بایستی سیلندرهای حاوی این گازها در محلی امن نگهداری شده و سیلندرهای پر و خالی از یکدیگر جدا شوند. سیلندرهای اکسیژن بایستی جدا از بقیه گازها نگهداری شود.

رگولاتورهای تقلیل فشار بایستی همیشه با سیلندر در حال استفاده متناسب باشند و اتصال به تجهیزات صرفاً با لوله‌های خرطومی مخصوص این کار انجام شود.

جریان برق

با اینکه ولتاژ مدار باز در تجهیزات پاشش قوسی معمولاً از 50 ولت تجاوز نمی‌کند ولی بطور معمول از منبع قدرت 440 ولتی استفاده می‌شود که بنابراین وصل کردن سیم‌ها بایستی توسط فرد دارای تخصص در این زمینه انجام شود.

در خلال فرآیند پاشش، غباراتی تولید می‌شود که در برخی موارد نادر می‌تواند منجر به ایجاد اتصال کوتاه شود که بنابراین لازم است از اتصال به زمین و اندازه‌گیری‌های صحیح ولتاژ شکست مدار اطمینان حاصل شود.

انرژی تشعشعی

پاشش حرارتی همراه با نشر امواج الکترومغناطیسی است که بایستی برای مقابله با انرژی فرابنفش بخصوص نور مضر (تشعشع آبی رنگ) ناشی از قوس الکتریکی روشهای مناسب ایمن بکار رود. مشابه این مسأله در جوشکاری قوس الکتریکی و ذوب فلزات با قوس هم وجود دارد که در آن تشعشعات حاصله دارای مقادیر بالای U.V. می باشند. در این رابطه بخصوص چشمها بایستی محافظت شوند. اپراتور در حال کار با دستگاه بایستی بصورت تمام وقت از کلاه و عینک ایمنی استفاده کرده و بقیه افراد حاضر در اطراف هم از عینک ایمنی استفاده کنند.

بخش اعظم آموزش در رابطه با ایمنی و بهداشت در روش پاشش حرارتی فلزات در طی دوره آموزشی مرتبط با تولید یا دوره منظم کارورزی انجام می شود. به نظر می رسد که آموزش دوره عمومی ایمنی کافی باشد، ولی علاوه بر این، بهتر است آشنایی عمیق با خطرات ویژه فرآیندهای پاشش فلزی هم برای فرد حاصل شود. برخی از این خطرات ویژه عبارتند از: حضور در محیط پر سر و صدا، هوا و گاز با فشار بالا، تشعشعات فرابنفش، کار با جریان قوی برق، کار با تجهیزات تنفسی، دمای کاری بالا، کار در محیط کاملاً بسته با وجود تجهیزات جداسازی و ایجاد فشار منفی در محیط کار.

مفیدترین روش برای فهماندن تدریجی ملزومات رعایت استانداردهای بالای امنیتی، طراحی و گنجاندن این مفاهیم در کنار برگزاری یک دوره آموزشی مربوط به یک پروژه عملی است. انجام این کار در کنار یک پروژه بزرگ ممکن و با صرفه تر است. این در حالی است که برای پروژههای کوچک دورههای عمومی تری لازم است.

افراد تحت آموزش بایستی آموختهها و صلاحیت خود را در بکار گرفتن سیستمهای ایمنی درگیر با فرآیند پاشش حرارتی به نمایش بگذارند. بایستی ترجیحاً صلاحیت و درک افراد از مفاهیم گفته شده، با انجام آزمایش و رعایت توسط آنها در حین کار اثبات شود