



دانشکده مهندسی
گروه مواد و متالورژی

پایان نامه کارشناسی ارشد

تولید پوشش ضخیم با استفاده از چسب سیانواکریلات

استاد راهنما:

آقای دکتر کاشفی

دانشجو:

نسرين صمدزاده

شهریور ۸۸



فهرست مطالب

چکیده ۱

فصل اول: پوشش‌ها

- ۱-۱- تعاریف ۴
 ۲-۱- روش‌های پوشش‌دهی ۴
 ۳-۱- روش‌های پوشش‌دهی نازک ۵
 ۴-۱- روش‌های پوشش‌دهی ضخیم ۱۰

فصل دوم: چسب سیانواکریلات

- ۱-۲- تعریف ۱۴
 ۲-۲- طبقه‌بندی چسب‌ها ۱۴
 ۴-۲- کاربردهای سیانواکریلات ۱۷
 ۵-۲- نحوه تولید سیانواکریلات ۱۸
 ۶-۲- مزایا و معایب سیانواکریلات‌ها ۱۸
 ۷-۲- انواع سیانواکریلات ۲۰
 ۸-۲- خواص سیانواکریلات خودگیر نشده (مایع) ۲۵
 ۹-۲- خواص سیانواکریلات هنگام خودگیری (مایع به جامد) ۲۶
 ۱۰-۲- خواص سیانواکریلات خودگیر شده (جامد) ۲۷
 ۱۱-۲- شیمی و پلیمر شدن سیانواکریلات ۳۳

فصل سوم: مخلوط سیانواکریلات و پودر

- ۱-۳- کلیات ۳۷



فصل چهارم: روش تاگوچی

۴۰	..... ۱-۴- مقدمه
۴۰	..... ۲-۴- مزایای روش تاگوچی
۴۲	..... ۳-۴- مراحل روش تاگوچی
۴۲	..... ۴-۴- جزئیات روش تاگوچی

فصل پنجم: مکانیک شکست اتصالات چسب‌های صلب

۴۶	..... ۱-۵- رفتار مکانیکی اتصالات روی هم ساده
۵۷	..... ۲-۵- میکرومکانیزم‌های شکست
۶۱	..... ۳-۵- اثر فاز دوم بر شکست چسب‌ها

فصل ششم: تجزیه گرمایی پلیمرها

۶۵	..... ۱-۶- کلیات
۶۶	..... ۲-۶- تفاوت تجزیه پلیمری در کامپزیت‌های زمینه فلزی با صفحات نازک سرامیکی
۶۷	..... ۳-۶- اثر ویژگی‌های قطعه فشرده شده بر تجزیه حرارتی
۷۰	..... ۴-۶- تأثیر دمای تجزیه
۷۱	..... ۵-۶- تجزیه حرارتی سیانواکریلات

فصل هفتم: مواد و روش تحقیق

۷۶	..... ۱-۷- مقدمه
۷۶	..... ۲-۷- مواد اولیه
۷۶	..... ۱-۲-۷- چسب
۷۷	..... ۱-۱-۲-۷- چسب اتیل سیانواکریلات محصول شرکت Weicon contact
۷۸	..... ۲-۱-۲-۷- چسب آلکوکسی اتیل سیانواکریلات محصول شرکت Loctite
۷۹	..... ۲-۲-۷- پودر



۸۰	۳-۲-۷- پاراتولون سولفونیک اسید
۸۱	۴-۲-۷- کافئین
۸۲	۵-۲-۷- زیرلایه آلومینیوم
۸۲	۶-۲-۷- چسب اتصال دهنده
۸۲	۳-۷- روش تحقیق
۸۵	۱-۳-۷- مخلوط سازی
۸۵	۱-۱-۳-۷- توزین
۸۵	۲-۱-۳-۷- آزمایش در حضور اتمسفر خنثی
۸۶	۳-۱-۳-۷- خشک کردن پودر
۸۷	۴-۱-۳-۷- ایجاد لرزش های اولتراسونیک
۸۷	۵-۱-۳-۷- PH متر
۸۷	۲-۳-۷- آماده سازی سطح
۸۸	۳-۳-۷- پوشش دهی
۸۸	۱-۳-۳-۷- استاندارد ASTM D1002
۸۹	۲-۳-۳-۷- نمونه سازی تست کشش
۹۰	۳-۳-۳-۷- اتصال نهایی
۹۱	۴-۷- آزمون های انجام شده بر روی پوشش
۹۱	۱-۴-۷- تست کشش
۹۱	۲-۴-۷- سختی سنجی
۹۲	۳-۴-۷- تخلخل سنجی
۹۲	۴-۴-۷- ترازوی گرمایی TGA
۹۲	۵-۴-۷- بررسی های ریزساختاری

فصل هشتم: نتایج و بحث مخلوط سازی

۹۴	۱-۸- مقدمه
۹۴	۲-۸- نمونه سازی
۹۵	۳-۸- پایدار کردن چسب
۹۵	۱-۳-۸- بررسی پایدار کردن چسب



۹۷	۲-۳-۸- بررسی اثر رنگ مخلوط چسب و اسید بر میزان پودر قابل مخلوط
۹۸	۳-۳-۸- بررسی اثر اتمسفر خنثی بر تغییر رنگ مخلوط چسب و اسید
۱۰۱	۴-۸- خودگیری سیانواکریلات
۱۰۱	۱-۴-۸- بررسی خودگیری سیانواکریلات
۱۰۱	۲-۴-۸- پودر مواد فلزی یا سرامیکی
۱۰۲	۳-۴-۸- بخار آب
۱۰۲	۴-۴-۸- کافین
۱۰۳	۵-۴-۸- بررسی خودگیری چسب پایدار شده
۱۰۴	۵-۸- اضافه کردن پودر به چسب
۱۰۴	۱-۵-۸- بررسی اضافه کردن پودر به چسب
۱۰۵	۲-۵-۸- میزان بازدارنده پلیمر شدن
۱۰۶	۳-۵-۸- نحوه مخلوط سازی دستی
۱۰۸	۴-۵-۸- اثر لرزش های اولتراسونیک
۱۰۸	۵-۵-۸- دمای مخلوط سازی
۱۰۹	۶-۵-۸- PH مخلوط
۱۰۹	۷-۵-۸- اثر اندازه دانه پودر
۱۱۰	۸-۵-۸- بررسی اثر خشک کردن پودر
۱۱۲	۹-۵-۸- اثر نوع چسب
۱۱۳	۱۰-۵-۸- اثر ترتیب اعمال شروع کننده پلیمر شدن
۱۱۵	۱۱-۵-۸- آغازگر خودگیری

فصل نهم: نتایج و بحث پوشش دهی و تعیین خواص مکانیکی

۱۲۱	۱-۹- مقدمه
۱۲۱	۲-۹- پوشش دهی روی رزوه
۱۲۲	۳-۹- اندازه گیری استحکام چسبندگی پوشش
۱۲۳	۴-۹- بررسی انواع و علل شکست نمونه تست چسبندگی
۱۲۴	۱-۴-۹- شکست از فصل مشترک چسب و زیرلایه



۱۲۴	۹-۴-۲- شکست از فصل مشترک چسب و پوشش
۱۲۶	۹-۴-۳- شکست از خلال پوشش و چسب
۱۲۶	۹-۵-۵- بررسی پارامترهای فرایند پوشش دهی روی استحکام چسبندگی
۱۲۶	۹-۵-۱- اثر میزان کافئین بر استحکام برشی چسب آلکوکسی اتیل سیانواکریلات و پوشش
۱۲۹	۹-۵-۳- اثر مقدار پودر بر استحکام برشی فصل مشترک
۱۳۱	۹-۵-۴- تحلیل بهتر با استفاده از روش تاگوچی
۱۳۷	۹-۶-۶- سختی سنجی
۱۳۸	۹-۶-۱- اثر میزان کافئین بر سختی پوشش
۱۳۹	۹-۶-۲- اثر مقدار پودر بر سختی پوشش

فصل دهم: نتایج و بحث بررسی‌های ساختاری و رفتار حرارتی پوشش

۱۴۳	۱۰-۱-۱- بررسی میکروسکوپی
۱۴۴	۱۰-۲-۱- تخلخل سنجی
۱۴۴	۱۰-۲-۱- اثر میزان کافئین
۱۴۶	۱۰-۲-۲- اثر نوع چسب
۱۴۸	۱۰-۳-۱- بررسی رفتار حرارتی پوشش

۱۵۱	نتیجه گیری
-----	------------

۱۵۳	پیشنهادات برای تحقیقات آتی
-----	----------------------------

۱۵۴	چکیده انگلیسی
-----	---------------

۱۵۶	منابع و مراجع
-----	---------------



چکیده

با در نظر گرفتن پیشرفت علم و تکنولوژی همواره نیاز به استفاده از پوشش‌های جدید احساس می‌شود. یکی از انواع این پوشش‌ها، پوشش‌های پایه پلیمری است. پوشش‌های ضخیم به دلیل بالا بودن ضخامتشان بیشتر برای کاربردهای مقاوم به سایش و خوردگی مورد استفاده قرار می‌گیرند. از این منظر تولید این گونه پوشش‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است. سیانواکریلات جزء پلیمرهایی است که سازگاری زیستی مناسبی با بافت بدن انسان دارد. همچنین استحکام چسبندگی آن از چسب‌هایی نظیر اپوکسی بیشتر است. از این رو پلیمر مناسبی برای استفاده در پوشش‌ها می‌باشد.

در این روش نوین پوشش دهی، پودر فلز و یا سرامیک طی یک فرآیند با چسب سیانواکریلات مخلوط شده و سپس در شرایط مناسب، مخلوط خمیری حاصل روی زیرلایه آلومینیوم پوشش داده شد. فرآیند مخلوط‌سازی با استفاده از ممانعت‌کننده پلیمر شدن و آغازگر پلیمر شدن کنترل گردید. از پاراتولون سولفونیک اسید به عنوان ممانعت‌کننده پلیمر شدن و از کافیین به عنوان آغازگر پلیمر شدن استفاده شد.

این تحقیق در پنج قسمت انجام شد. این قسمت‌ها شامل مخلوط‌سازی، پوشش دهی، بررسی خواص مکانیکی، بررسی ساختاری و بررسی رفتار حرارتی پوشش بود. چسب آلکوکسی اتیل سیانواکریلات نسبت به چسب اتیل سیانواکریلات برای تولید پوشش ضخیم مناسب‌تر است. در مرحله پوشش دهی از پودر آلومینای ۳ میکرون و چسب آلکوکسی اتیل سیانواکریلات استفاده گردید. برای تعیین خواص مکانیکی پوشش، استحکام چسبندگی و سختی پوشش اندازه‌گیری شد. برای تحلیل بهتر پارامترهای فرایند از روش بهینه‌سازی تاگوجی استفاده شد. پارامترهای فرآیند برای تعیین خواص مکانیکی شامل نسبت پودر به چسب، مقدار آغازگر فرآیند پلیمر شدن، و زبری زیرلایه می‌باشد. درصد مشارکت

پارامترها بر استحکام چسبندگی پوشش به ترتیب بیشترین مقدار شامل زبری سطح ۴۶/۵٪، مقدار کافین ۳۱/۷۵٪ و مقدار پودر ۲۱/۷٪ می باشد. بررسی ساختاری شامل مشاهده ساختار و تخلخل سنجی پوشش بود. مشاهده ساختار با کمک میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و تخلخل سنجی ماکرو با استفاده از نرم افزار پردازش تصویر انجام گرفت. با افزایش میزان آغازگر در مخلوط، تخلخل های پوشش افزایش، سختی پوشش و استحکام چسبندگی فصل مشترک پوشش کاهش پیدا می کنند. افزایش درصد حجمی پودر در مخلوط پوشش موجب افزایش سختی پوشش و کاهش استحکام چسبندگی فصل مشترک پوشش می شود. بررسی رفتار حرارتی با کمک دستگاه ترازوی گرمایی (TGA) انجام گرفت. دمای تجزیه آلکوکسی اتیل ۲۶۰-۲۳۰ درجه سانتیگراد است. نگهداری پوشش در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳ ساعت موجب خارج شدن کامل چسب به همراه کافین و پاراتولون سولفونیک اسید می شود. محدوده حرارتی کاربرد پوشش حاصله زیر دمای ۱۴۰°C می باشد

فصل اول

پوشش‌ها

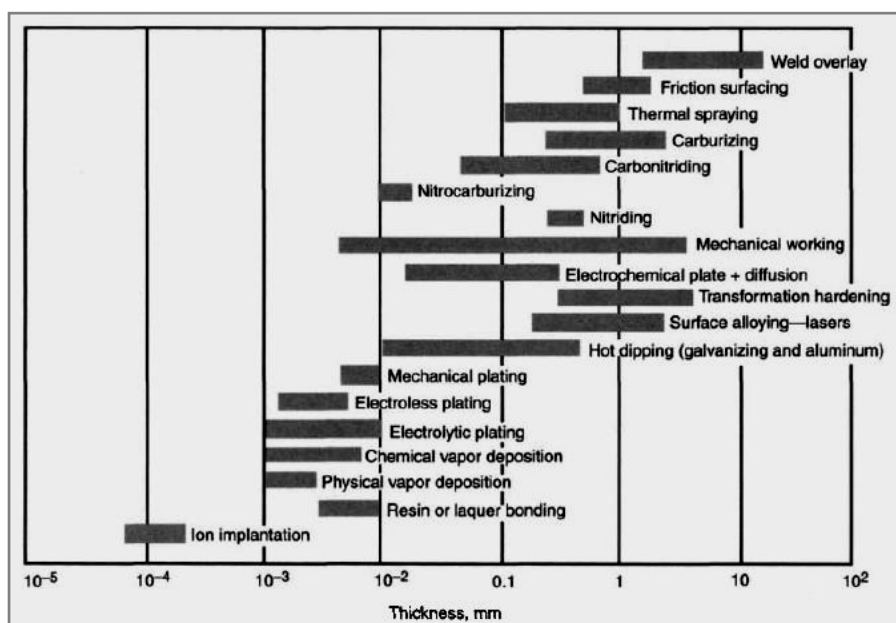
۱-۱- تعاریف

پوشش لایه نسبتاً نازکی ($< 1 \text{ mm, or } 0.04 \text{ in.}$) از ماده است که با روش های مختلفی اعمال می شود [1]. به صورت کلی پوشش ها را می توان به دو دسته پوشش های نازک و پوشش های ضخیم تقسیم کرد.

عبارت پوشش نازک به لایه هایی فلزی یا غیر فلزی اطلاق می شود که در حد میکرون و یا کسری از میکرون باشند [1]. اساس تمایز پوشش نازک در مقابل پوشش ضخیم به دلیل اختلاف ضخامت آن ها است. حد بحرانی این ضخامت بستگی به کاربرد و قوانین حاکم بر آن دارد. در سال های اخیر چنین تعریف شده است: در صورتی که پوشش ها برای خواص سطحی مورد استفاده قرار گیرند مانند (انتشار الکترون ها) به آن ها پوشش های نازک گفته می شود و در صورتی که برای خواص حجمی و یا خوردگی مورد استفاده قرار گیرند، پوشش های ضخیم نامیده می شوند [2].

۱-۲- روش های پوشش دهی

شکل (۱-۱) انواع روش های پوشش دهی را با محدوده ضخامت های آن نشان می دهد. مطابق این شکل روش هایی نظیر کاشت یونی، رسوب فیزیکی از فاز بخار و رسوب شیمیایی از فاز بخار، آبکاری شیمیایی، آبکاری الکتریکی جزء روش های معمول تولید پوشش نازک هستند. محدوده ضخامت این روش ها بین 10^{-4} تا 10^{-2} میلیمتر است. روش هایی نظیر روئینه کاری داغ، عملیات سطحی جوشکاری و پاشش حرارتی جزء روش های معمول پوشش دهی ضخیم محسوب می شوند. محدوده ضخامت این روش ها تا حدود ۱ میلیمتر می باشد.



شکل (۱-۱): انواع روش‌های پوشش دهی با محدوده ضخامت‌های آن

۳-۱- روش‌های پوشش دهی نازک

کاشت یونی^۱:

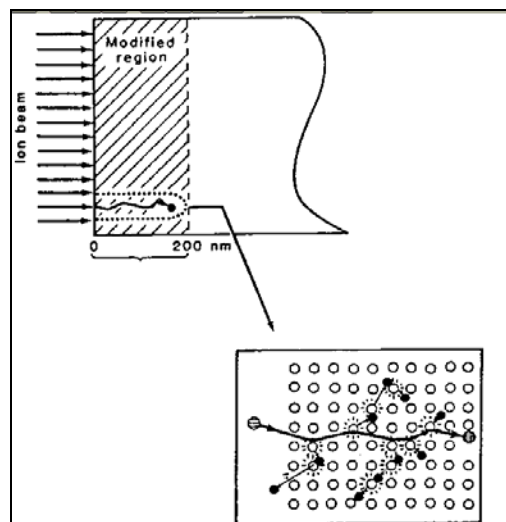
کاشت یونی شامل بمباران شدن ماده جامد توسط اتم‌های یونیزه شده‌ی دارای انرژی زیاد و یا متوسط می‌باشد و این توانایی را ایجاد می‌کند که هر زیرلایه‌ای نزدیک به سطح خود به طور واقعی آلیاژی شود. این آلیاژ شدن نزدیک به سطح با صرف نظر از شرایط ترمودینامیکی مانند انحلال و نفوذ صورت می‌گیرد. این امتیازات به علاوه دمای پایین فرایند مناسب کاربردهایی است که محدودیت تغییر ابعاد دارند.

تقریباً در تمام مواد لایه اصلاح شده بسیار کوچک می‌باشد به طوری که ضخامت آن در حد ۱۰۰ آنگستروم است. معمولاً غلظت ۱۰ در صد اتمی قابل حصول می‌باشد که اگرچه این مقدار به یون و

^۱ Ion implantation

زیرلایه بستگی دارد. کاشت یونی به طور گسترده در صنایع نیمه هادی‌ها از ۱۹۷۰ مورد استفاده قرار می‌-

گرفته است [1]. شکل (۲-۱) نحوه جایگیری یون‌ها را در زیرلایه نشان می‌دهد.



شکل (۲-۱): نمایش فرایند کاشت یون (بالا) و نحوه برخورد اتم‌های زیرلایه با یون‌ها (پایین)

رسوب فیزیکی از فاز بخار^۱

رسوب فیزیکی از فاز بخار شامل سه فرآیند است: روش تبخیری^۲، روش پراکشی^۳ و پوشش یونی^۴

[2]. دیگر روش‌ها شامل: arc-PVD، رسوب قوسی کاتدی^۵، رسوب فیزیکی از فاز بخار توسط اشعه

الکترونی^۶، رسوب به کمک اشعه یونی^۷، پراکنش ماگنترونی^۸، رسوب پالسی لیزر^۹ [4].

¹ Physical vapor deposition

² Evaporation

³ Sputtering

⁴ Ion plating

⁵ Cathodic Arc Deposition

⁶ Electron beam physical vapor deposition (EBPVD)

⁷ Ion beam assisted deposition (IBAD)

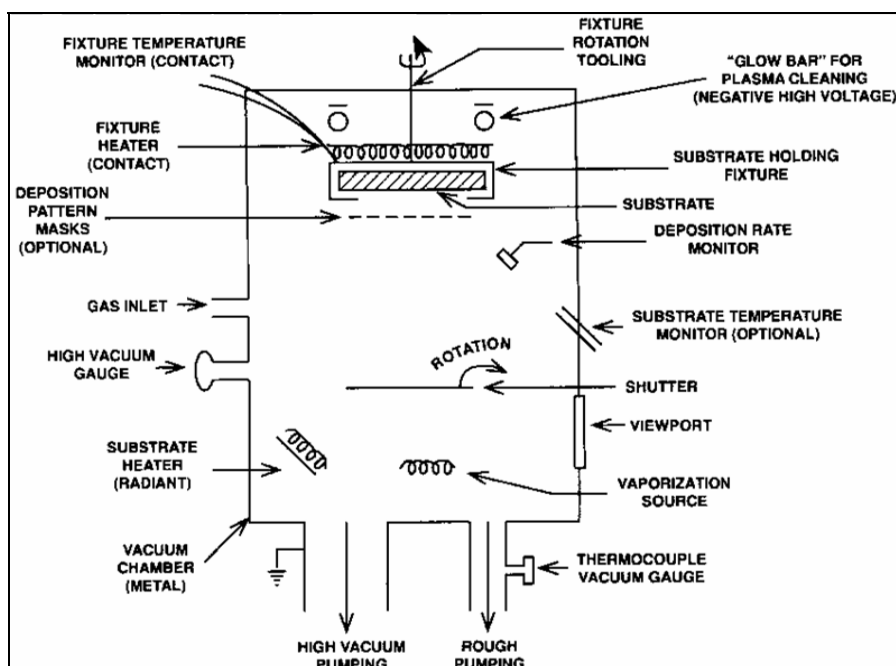
⁸ Magnetron sputtering

⁹ Pulsed laser deposition

ساده‌ترین نوع روش PVD روش تبخیر در خلاء می‌باشد. رسوب در خلاء^۱ یا تبخیر در خلاء^۲ فرایندی است که طی آن اتم‌ها یا مولکول‌های تبخیر شده از منبع، بدون برخورد با مولکول‌های گاز، بر روی زیرلایه قرار می‌گیرند. به طور کلی، تبخیر مواد با استفاده از شیوه‌های حرارتی صورت می‌گیرد. مزیت تبخیر در خلاء این است که پوشش نازکی از مواد گوناگون، در نرخ‌های رسوب‌دهی بالا و در نواحی گسترده و در شکل بسیار خالص می‌تواند رسوب داده شود. محدودیت‌های تبخیر در خلاء این است که پوشش اغلب خواص بهینه را ندارد و اینکه تعداد پارامترهای فرایند کمی برای بهبود خواص پوشش وجود دارد [1].

رسوب در خلاء نیاز به خلاء ۱۳ میلی پاسکال (0.1 mtorr) دارد. حتی در چنین خلای باز هم مقادیر قابل توجهی از گاز باقیمانده در محفظه وجود دارد که می‌تواند باعث آلوده کردن پوشش شود. برای رسیدن به پوششی با خلوص بالا نیاز به خلای بالاتر از ۱۳ میلی پاسکال می‌باشد. در شکل (۱-۳) محفظه رسوب در خلاء نمایش داده شده است [1].

¹ - vacuum deposition
² - vacuum evaporation



شکل (۱-۳): نمایش محفظه رسوب در خلاء

رسوب شیمیایی از فاز بخار^۱

فرایند CVD در واقع رسوب یک جامد از فاز بخار یا گاز روی یک سطح گرم شده توسط یک واکنش شیمیایی می‌باشد. این فرایند مربوط به رده فرایندهای انتقال بخار در اشل اتمی است که اجزاء رسوب اتم‌ها یا مولکول‌ها و یا هردو آنها هستند.

اگرچه PVD با CVD در رقابت است اما امروزه سعی بر اختلاط این دو فرایند می‌باشد. برای مثال اکنون از پلاسما (پدیده فیزیکی) در CVD استفاده می‌کنند و از طرفی PVD در یک محیط واکنش‌زا انجام می‌شود (روش تبخیری واکنشی^۲ و روش پراکنشی واکنشی^۳). به علاوه عملیات فرایندهای PVD و

^۱ chemical vapor deposition

^۲ - reactive evaporation

^۳ - reactive sputtering

CVD در تجهیزات مشابهی انجام می‌شود همچنین در هردو آنها سیستم خلاء وجود دارد بنابراین کم-ترین میزان آلودگی را دارا می‌باشند.

انواع روش‌های رسوب شیمیایی بخار شامل رسوب شیمیایی بخار حرارتی^۱، رسوب شیمیایی بخار پلاسمایی^۲، رسوب شیمیایی بخار لیزری^۳، رسوب شیمیایی بخار رآکتور بسته^۴، خوردن شیمیایی بخار^۵، رسوب شیمیایی بخار فلز- مواد آلی^۶ و رسوب شیمیایی بخار پلاسمایی پیشرفته^۷ [1].

آبکاری شیمیایی^۸

رسوب شیمیایی پوشش فلزی است بدون جریان برق، معمولاً به وسیله جانشینی (مانند آبکاری نیکل و آبکاری کبالت) و با احیاء شیمیایی املاح نیکل یا کبالت با هیپوفسفیته در محلولی داغ در مجاورت کاتالیزور صورت می‌گیرد [۳]. علاوه بر نیکل و کبالت فلزاتی نظیر مس و طلا نیز به این روش پوشش داده می‌شوند [1].

آبکاری الکتریکی^۹

رسوب فلزات و ایجاد قشر نازک محکم فلز روی فلزی دیگر از محلول املاح آنها به کمک جریان برق است [۳]. فلزاتی نظیر کروم، نیکل، آهن، کادمیم، روی، ایندیم، قلع، سرب، نقره، طلا و آلیاژهای آنها

¹ In thermal CVD

² Plasma CVD

³ Laser CVD

⁴ Closed-Reactor CVD

⁵ Chemical vapor infiltration (CVI)

⁶ Metal-organic CVD (MOCVD)

⁷ Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD)

⁸ Electroless Plating

⁹ Electro plating

به این روش پوشش داده می‌شوند [1].

۱-۴- روش‌های پوشش دهی ضخیم

غوطه‌وری داغ^۱

فرایند اندودکاری یا پوشاندن سطح آهن یا فولاد نرم با قشر نازکی از روی با فروبردن آن در حمامی از روی خام مذاب است [۳]. علاوه بر روی، موادی نظیر آلیاژ آهن- روی، آلومینیوم، آلیاژ آلومینیوم- سیلیکون، آلیاژ آلومینیوم- روی و آلیاژ قلع-سرب نیز به این روش پوشش داده می‌شوند [1].

عملیات سطحی جوشکاری

در این روش رسوب توسط عملیات جوشکاری روی زیرلایه اعمال می‌گردد. رسوب‌های عملیات سطحی جوشکاری در ضخامت‌هایی بیش از سایر روش‌ها به کار گرفته می‌شود. این ضخامت معمولاً در محدوده ۳-۱۰ میلیمتر با محدودیت‌هایی برای برخی مواد خاص می‌باشد. به هنگام عملیات سطحی جوشکاری ماده تا دمای ذوب گرم می‌شود. این بدان معناست که در استفاده‌های عام، نقطه ذوب فلزات و یا آلیاژهای مورد نظر برای پوشش دادن باید مشابه و یا کمتر از مواد زیرلایه باشد. سایر مواد پوشش با نقطه ذوب بالاتر، نظیر سرامیک‌ها به وسیله فرایندهای پاشش حرارتی پوشش داده می‌شوند [۵].

پاشش حرارتی^۲

پاشش حرارتی یک عنوان کلی برای گروهی از فرایندها است که طی آن مواد فلزی، سرامیکی، سرمت^۳

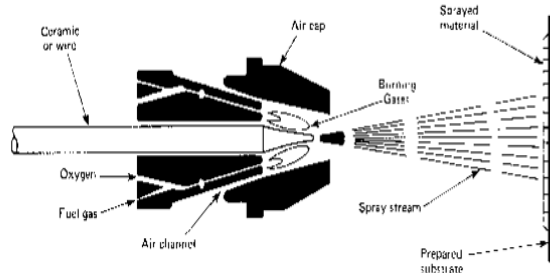
¹ Hot dipping

² Thermal spray

³ cermet

و برخی مواد پلیمری به شکل پودر، سیم یا میله به یک مشعل یا تفنگ تزریق می‌شوند و سپس تا دمای ذوبشان و یا بالاتر از دمای ذوبشان گرما می‌بینند. در نهایت قطره‌های مواد مذاب و یا نزدیک به مذاب توسط جریان گاز شتاب گرفته و به سمت زیرلایه شلیک می‌شوند. شکل (۱-۴) شماتیک عمومی فرایند پاشش حرارتی را نشان می‌دهد.

فرایند پاشش حرارتی عمدتاً به صورت پاشش شعله‌ای^۱ شناخته می‌شوند. انواع روش‌های پاشش حرارتی شامل اسپری سیم^۲، رسوب تفنگ انفجاری^۳، پاشش پلاسمایی^۴، پاشش پودر سرعت بالا با گاز اکسیژن-سوخت^۵ می‌باشند.



شکل (۱-۴): مقطع عرضی نوعی تفنگ پاشش شعله‌ای

پوشش‌های دوغابی^۶

پوشش‌های دوغابی به این ترتیب تولید می‌شوند که ابتدا برای ایجاد دوغاب یک پودر سرامیکی و یا فلزی مناسب در یک زمینه مایع پخش می‌شود و سپس دوغاب، مانند یک رنگ بر روی سطح اعمال

^۱ - flame spraying

^۲ wire spraying

^۳ detonation gun deposition

^۴ plasma spray

^۵ high velocity oxyfuel

^۶ Slurry coatings

می شود. زمینه مایع با فرایندهای تبخیر یا ژل شدن و ... جامد شده و باعث سخت شدن پوشش می شود. در

انتها برای افزایش پایداری پوشش و افزایش دانسیته آن، در دمای بالا حرارت داده می شود.

دوغابها با استفاده از قلم مو، جاروبک، اسپری کردن یا غوطه‌وری روی سطح اعمال می گردند. زمینه

مایع می تواند ترکیب‌های زیر باشد:

۱- آب یا مواد آلی فرار، محلول با بایندهای آلی

۲- سل‌های آلی یا غیر آلی یا محلولی که تولید اکسید کند

۳- پلیمرهای ترموست و یا محلول‌های پلیمری

فرایند سخت شدن با رسوب کردن یا متراکم شدن جامد از زمینه مایع، تولید پوششی می کند که شامل

ذرات پودر چسبیده به یکدیگر و چسبیده به زیرلایه است. حرارت دادن تا دمای بالا باعث تجزیه فاز

بایندها به کربن یا سرامیک می شود. انقباض ناشی از تجزیه بایندها و یا یتر ناقص حالت جامد ذرات پودر

می تواند منجر به ایجاد یک ترک و یا حفره شود. پوشش با چسبندگی ضعیف اغلب به دلیل روانروی کم

و یا تر نشدن مناسب با زمینه مایع یکی از اجزاء ناشی می شود [1].

فصل دوقم

چسب

سیانواکریلات