



بسم الله الرحمن الرحيم

آشنایی با فرآیندهای ساخت

فصل سوم: مهندسی سطح (۲)

مدرس:

دکتر رضا قنواتی

r_ghanavati@sbu.ac.ir

دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی، دانشگاه شهید بهشتی

پاییز ۱۴۰۴

□ فهرست مطالب

- (1) مقدمه
- (2) خواص و ساختار سطح
- (3) بافت سطح و زبری
- (4) تریبولوژی
- (5) عملیات سطحی و پوشش دهی

(۵) عملیات سطحی، پوشش‌دهی و تمیزکاری

بعد از اینکه یک قطعه ساخته شد، همه یا بخشی از سطح آن برای رسیدن به یک سری ویژگی‌ها و خصوصیات مشخص، تحت فرآیندهای اضافی قرار می‌گیرد. عملیات سطحی ممکن است به دلایل ذیل ضروری باشند: (۱) بهبود مقاومت به سایش، فرسایش، فرورفتگی به عنوان مثال در شفت‌ها، غلتک‌ها، میل‌لنگ‌ها، چرخ‌دنده‌ها؛ (۲) کنترل اصطکاک (به عنوان مثال در قالب‌ها، یاتاقان‌ها)؛ (۳) کاهش چسبندگی (به عنوان مثال در کانتکت‌های الکتریکی)؛ (۴) بهبود روانکاری (اصلاح سطحی برای حفظ روانکاری)؛ (۵) بهبود مقاومت به خوردگی و اکسیداسیون (به عنوان مثال در ورقه‌های فلزی در خودروها یا مورد استفاده در فضای باز، قطعات توربین‌های گازی و وسایل پزشکی)؛ (۶) بهبود صلبیت (Stiffness) و مقاومت به خستگی (به عنوان مثال در یاتاقان‌ها و شفت‌ها)؛ (۷) بازسازی سطحی قطعات ساییده شده (به عنوان مثال در ابزار، قالب و اجزای دستگاه ساییده شده)؛ (۸) بهبود زبری سطحی (از جهت مشخصات ظاهری، دقت ابعادی و سطحی)؛ (۹) اضافه نمودن و اعمال ویژگی‌های تزئینی، رنگ‌ها و بافت‌های خاص سطحی.

(۵) عملیات سطحی

در **ساچمه‌زنی (Shot peening)**، سطح قطعه کار مکرراً مورد اصابت تعداد بسیار زیاد گلوله‌های کوچک سرامیکی، شیشه‌ای یا چدنی قرار می‌گیرند. این عمل باعث تغییر شکل پلاستیک سطحی به عمق $1/25 \text{ mm}$ ($0/5 \text{ in}$)، وقتی که اندازه ساچمه‌های مورد استفاده بین $0/125 \text{ mm}$ تا 5 mm ($0/005 \text{ in}$ تا $0/2 \text{ in}$) باشد، خواهد شد. چون تغییر شکل پلاستیک در سراسر ضخامت قطعه یکسان نیست منجر به ایجاد تنش‌های پسماند فشاری می‌شود، بنابراین عمر خستگی قطعات را بهبود می‌بخشد. این فرآیند در شفت‌ها، چرخ‌دنده‌ها، فنرها، تجهیزات حفاری چاه و قطعات موتورهای جت (مانند پره‌های کمپرسور و توربین) بسیار زیاد استفاده می‌شود.



در **صیقل‌دهی توسط غلتک** (**Roller burnishing / surface rolling**)، سطح قطعات به وسیله غلطک یا ردیفی از غلطک‌های سخت و بسیار صیقلی شده، کار سرد می‌شوند. این فرآیند برای انواع سطوح صاف، استوانه‌ای و مخروطی استفاده می‌شود (شکل ۴-۱۶). این فرآیند، کیفیت سطح را به وسیله‌ی حذف خراش‌ها، اثرات ابزارها و حفرات بهبود می‌بخشد. در نتیجه، **مقاومت به خوردگی** نیز بهبود پیدا می‌کند چرا که امکان‌گیر افتادن مواد خورنده و محصولات خوردگی در ناهمواری‌ها و خلل و فرج‌های سطحی کاهش می‌یابد.

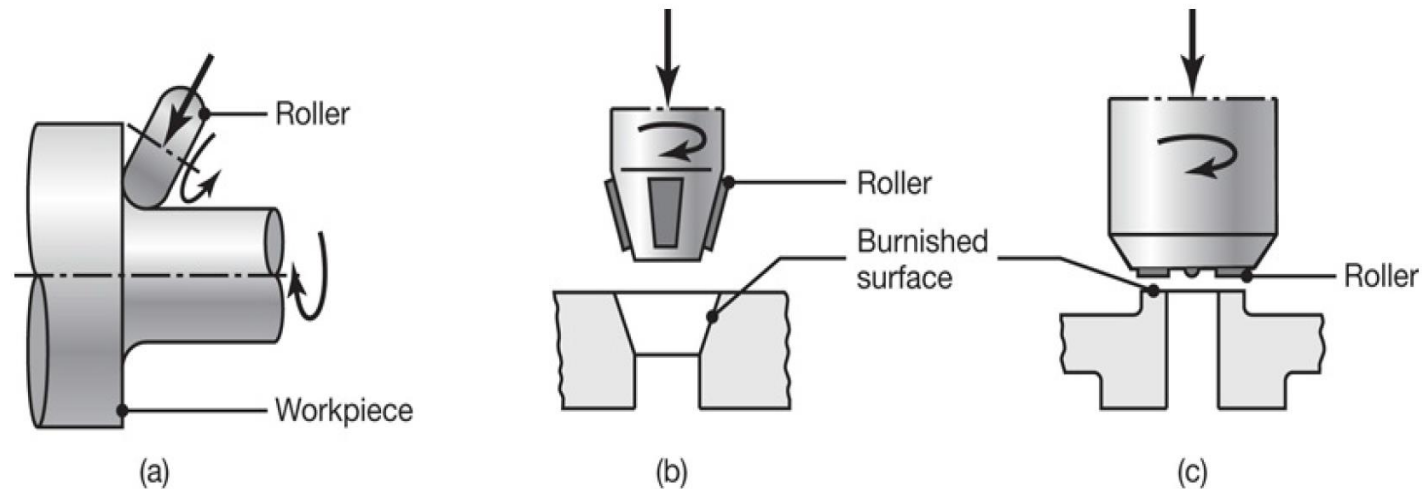


Figure 4.16

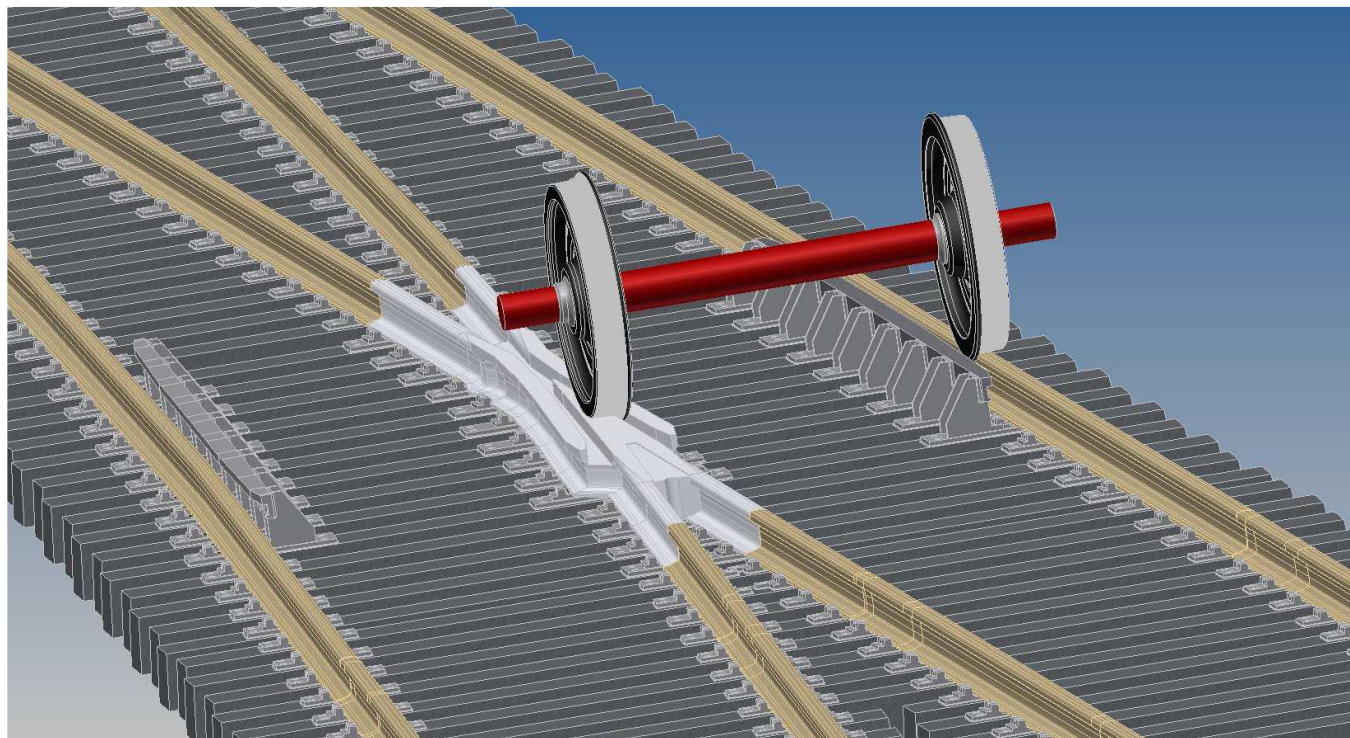
Examples of roller burnishing of (a) the fillet of a stepped shaft, (b) an internal conical surface, and (c) a flat surface.

همچنین سطوح داخلی استوانه‌ها به وسیله‌ی فرآیندهای مشابه به نام صیقل‌دهی توسط گلوله (Ball burnishing) جلا داده می‌شوند. یک گلوله صیقلی، کمی بزرگتر از قطر داخلی استوانه، در طول حفره استوانه، تحت فشار قرار می‌گیرد.

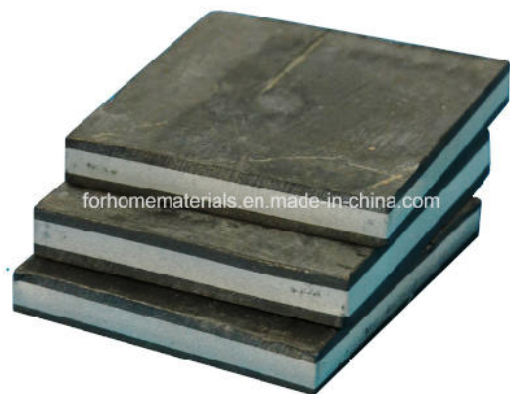


صیقل‌دهی با غلتک، علاوه بر شکل‌دهی و تمام‌کاری سطحی قطعات، برای بهبود خواص مکانیکی سطحی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فرآیند می‌تواند به تنهایی یا بصورت ترکیبی با فرآیندهای تمام‌کاری مانند سنگ‌زنی استفاده شود. مواد نرم و شکل‌پذیر و همچنین مواد خیلی سخت می‌توانند با غلطک صیقل داده شوند. از جمله کاربردهای متداول این فرآیند شامل اجزای سیستم هیدرولیک، شیرها، آب‌بندها (Seals)، شفت‌ها و ... هستند. 6

در **سخت کاری انفجاری (Explosive hardening)**، به وسیله ی قرار گیری مستقیم یک لایه ی مواد منفجره روی سطح قطعه کار و سپس انفجار آن، سطوح تحت فشارهای بالا و گذرا قرار می گیرند. با این روش می توان در سطح قطعه، به سختی بسیار بالا با کمترین تغییر در شکل قطعه (کمتر از ۵ درصد)، دست پیدا کرد. سطوح خطوط راه آهن را به وسیله ی این روش می توان سخت کرد.



در **روکش کاری (Cladding)**، یک لایه‌ی نازک فلزی مقاوم به خوردگی به وسیله‌ی اعمال فشار با غلتک یا روش‌های دیگر به فلز چسبانده می‌شود. یکی از کاربردهای معمول روکش کاری، روکش کاری آلومینیوم است که در آن، یک لایه مقاوم به خوردگی از آلومینیوم آلیاژی روی آلومینیوم خالص روکش می‌شود. از کاربردهای دیگر این روش، روکش کاری فولاد توسط آلیاژهای نیکل یا فولاد زنگ‌نزن است. مواد روکش ممکن است از طریق یک قالب اعمال شوند، مانند روکش کاری سیم‌های فولادی با مس و یا توسط مواد منفجره، کار روکش کاری انجام شود.



Explosive Welding Three-Layer Lead/Aluminum/Lead Clad Plate for Radiation Protection

[Get Latest Price >](#)

Min. Order: 1 Ton

Production Capacity: 2000t

Transport Package: Customized

Payment Terms: T/T

Type: Steel Plate

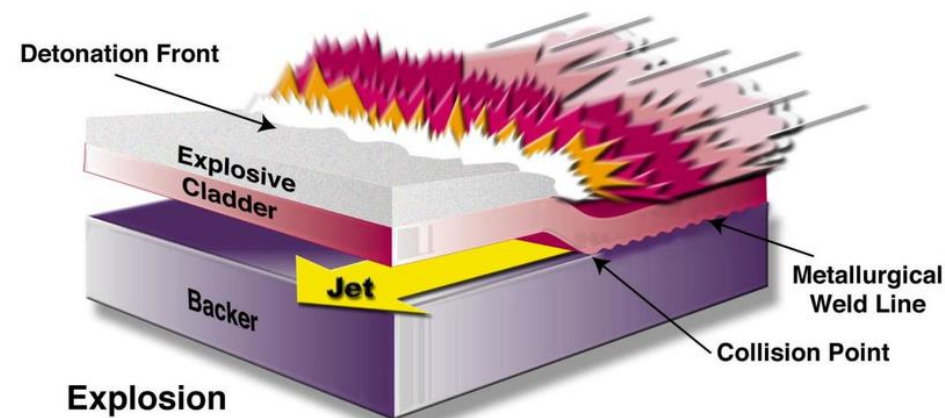
Standard: GB

Certification: ISO

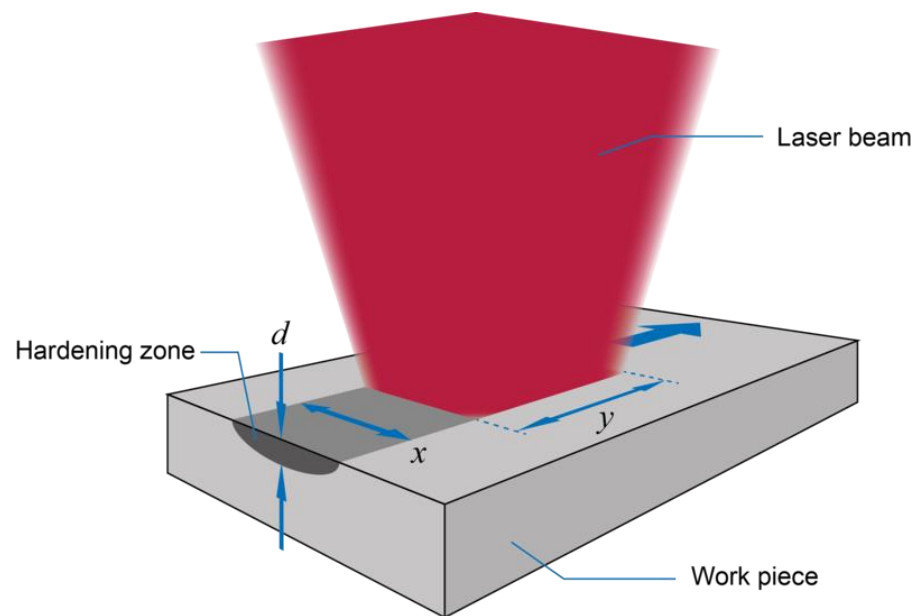
Surface Treatment: Per Requirements

Technique: Explosive Welding

Application: Boiler Plate, Container Plate, Ionizing Radiation Protection and Shielding



سخت کاری سطحی: روش های سنتی سخت کاری (کربوراسیون، کربونیتراسیون، سیانیده کردن، نیتروراسیون، سخت کردن با شعله و سخت کردن القایی) در فصل ۵ توضیح داده خواهد شد. به علاوه منابع حرارتی متداول یعنی گاز و الکتریسیته، پرتو لیزر نیز به عنوان منبع حرارتی برای سخت کاری سطحی فلزات و سرامیک ها استفاده می شود. روش های سخت کاری همانند دیگر عملیات سطحی، تنش های پسماند روی سطح ایجاد می کنند. به عنوان مثال، تشکیل مارتنزیت در روش های سخت کاری، موجب تنش پسماند فشاری روی سطح می شود. بعضی از تنش ها (اغلب فشاری) مطلوب هستند چون به وسیله تأخیر در رشد ترک خستگی، موجب بهبود در عمر خستگی قطعات می شود.



در سخت کاری سطحی (Hardfacing)، یک لایه نسبتاً ضخیم، از فلزی سخت و مقاوم به سایش روی سطح به وسیله یکی از روش‌های جوشکاری رسوب داده می‌شود. معمولاً تعدادی لایه روی هم رسوب داده می‌شود (Weld overlay). پوشش‌های سخت کاربید تنگستنی، کاربید کروم و کاربید مولیبدن را می‌توان توسط یک قوس الکتریکی رسوب داد. آلیاژهای سخت کاری سطحی به صورت الکترود، میله، سیم و پودر موجود هستند. کاربردهای متداول روش سخت کاری سطحی در حلقه‌ی نشیمن سوپاپ‌ها در موتور اتوموبیل، تجهیزات حفاری چاه نفت و قالب‌هایی که برای فلزکاری داغ استفاده می‌شوند، دیده می‌شود. همچنین، قطعات فرسوده برای استفاده بیشتر، تحت عملیات سخت کاری سطحی قرار می‌گیرند.



در **پاشش حرارتی (Thermal spraying)**، فلز به شکل میله، سیم یا پودر در جریان شعله اکسی‌اسیتلن، قوس الکتریکی یا قوس پلاسما، ذوب شده و قطرات مذاب روی سطح پیش‌گرم شده با سرعتی در حدود حداکثر 100 m/s با استفاده از تفنگ پاشش هوای فشرده، پاشیده می‌شود. همه سطحی که می‌خواهد مورد پاشش قرار بگیرد، برای بهبود استحکام چسبندگی، باید از قبل تمیز و زبر شود. از جمله کاربردهای متداول پاشش حرارتی که با نام فلزدهی (Metallizing) نیز شناخته می‌شود، در سازه‌های فولادی، مخازن ذخیره و مخزن ماشین‌ها است که توسط روی یا آلومینیم با ضخامت حداکثر 0.25 mm پوشش داده می‌شوند.

منابع انرژی برای فرآیندهای پاشش حرارتی عبارتند از منابع احتراقی (شیمیایی) و الکتریکی. بنابراین، فرآیندهای پاشش حرارتی را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد:

(۱) پاشش احتراقی:

- پاشش حرارتی سیم: در این روش، شعله ایجاد شده از ترکیب گاز اکسیژن و گاز سوختی، سیم را ذوب می‌کند (شکل ۴-۱۷) و جریان گاز، فلز مذاب را بصورت ذرات با خود حمل کرده و روی سطح هدف رسوب می‌دهد.

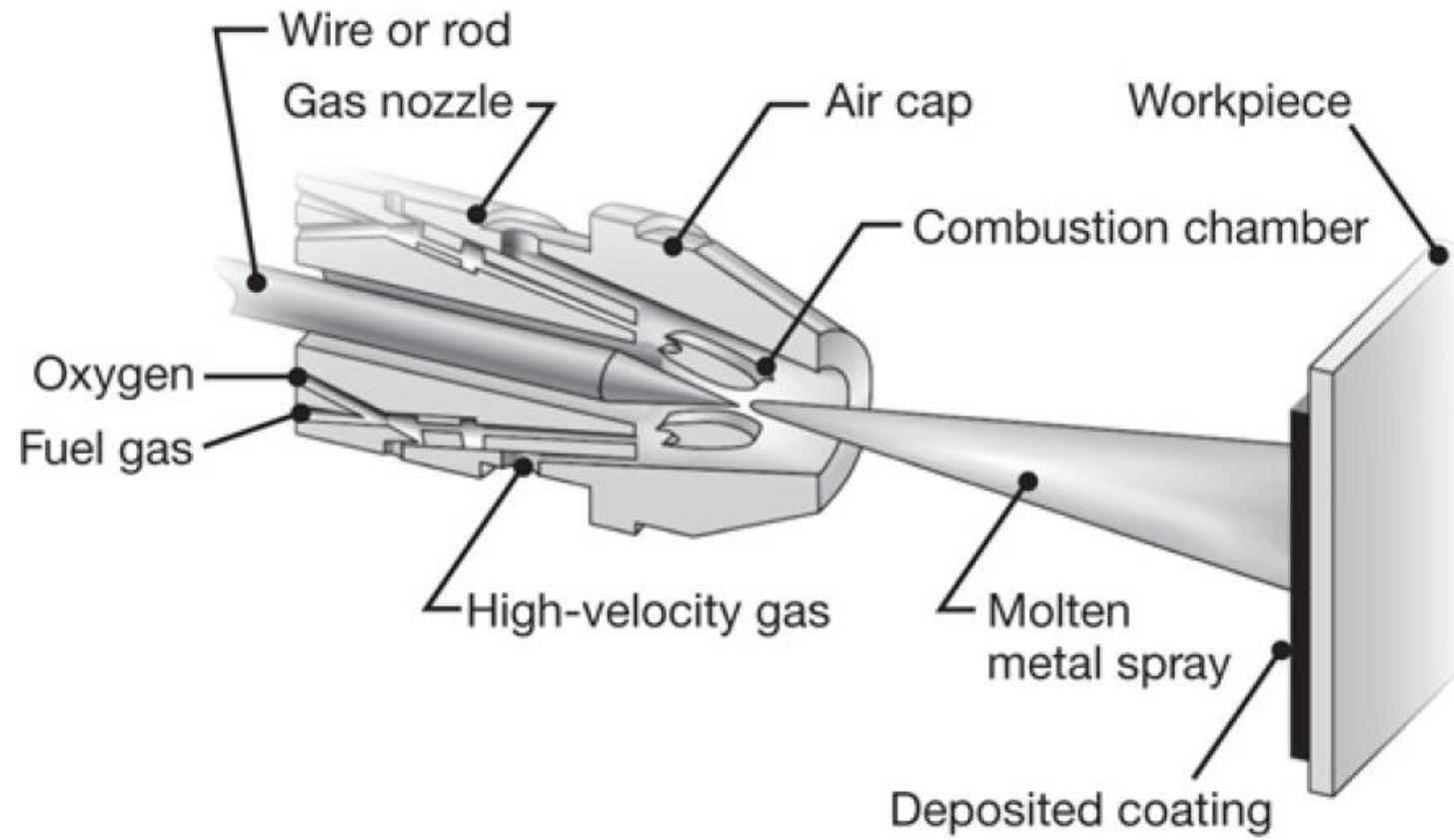
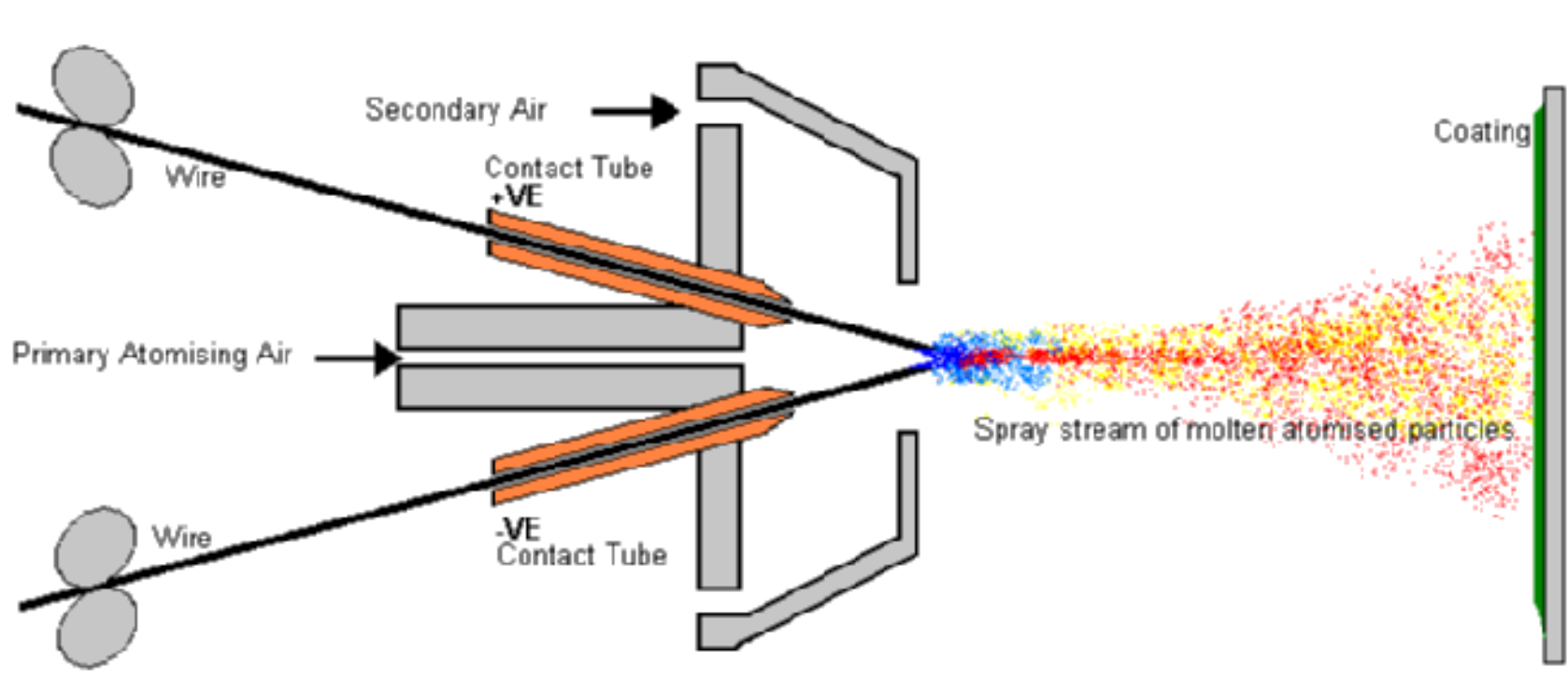


Figure 4.17
Schematic illustration of thermal wire spraying.

(۲) پاشش الکتریکی

- قوس دو سیمی. در این فرآیند، قوس بین دو الکترود سیمی مصرف شدنی تشکیل می‌شود و در ادامه، فلز ذوب شده توسط اسپری گاز منتقل و روی سطح هدف رسوب داده می‌شود؛



رسوب‌دهی فاز بخار (Vapor Deposition)

رسوب‌دهی فاز بخار فرآیندی است که در آن زیر لایه (سطح قطعه کار) تحت واکنش‌های فیزیکی یا شیمیایی (با گازی که شامل ترکیبات شیمیایی موادی که قرار است رسوب داده شوند)، قرار می‌گیرد.

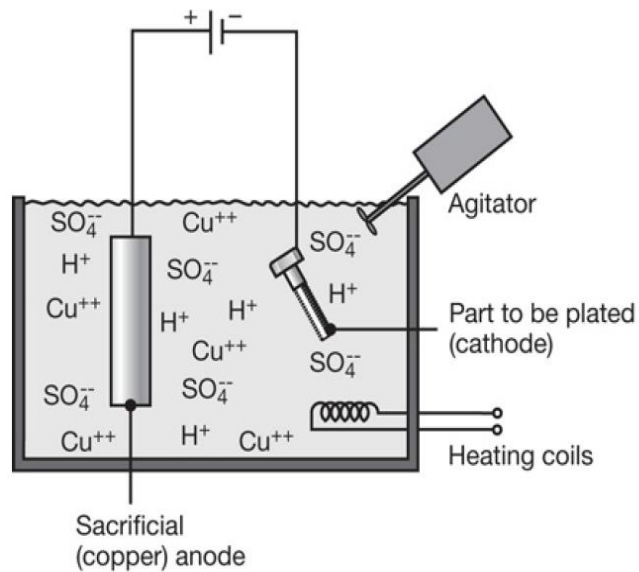
ضخامت پوشش معمولاً در حد چند میکرومتر است. مواد رسوب داده شده ممکن است شامل فلزات، آلیاژها، کاربیدها، نیتريد‌ها، بورايد‌ها، سرامیک‌ها یا انواع اکسیدها باشند. زیرلایه ممکن است فلز، پلاستیک، شیشه یا کاغذ باشد. از جمله کاربردهای متداول آن پوشش‌دهی ابزار برش، دریل‌ها، ابزار فرز، پانچ‌ها، قالب‌ها و سطوح تحت سایش است.

دو فرآیند عمده رسوب‌دهی فاز بخار وجود دارد:

رسوب‌دهی فیزیکی فاز بخار ((Physical Vapor Deposition (PVD)) و رسوب‌دهی شیمیایی فاز بخار ((Chemical Vapor Deposition (CVD)). در این فرآیندها امکان کنترل ترکیب پوشش، ضخامت و تخلخل‌ها وجود دارد. سه نوع فرآیند رسوب‌دهی فیزیکی فاز بخار شامل رسوب‌دهی تحت خلاء یا رسوب‌دهی قوسی ((Arc deposition (Arc-PVD))، کندوپاش (Sputtering) و پوشش‌دهی یونی (Ion plating) است. این فرآیندها تحت خلاء زیاد در محدوده دمایی بین ۲۰۰-۴۰۰ سانتی‌گراد انجام می‌شوند. در رسوب‌دهی فیزیکی فاز بخار، دانه‌ها به صورت فیزیکی به سمت قطعه حمل و رسوب داده می‌شوند و واکنش شیمیایی کمتری نسبت به رسوب شیمیایی فاز بخار رخ می‌دهد.

آبکاری الکتریکی (Electroplating)

در آبکاری، قطعه کار (کاتد) توسط یک فلز متفاوت (آند)، درحالی که هر دو در یک حمام شامل محلول الکترولیت پایه آب غوطه‌ور هستند، پوشش‌دهی می‌شود (شکل ۴-۱۸). اگرچه فرآیند آبکاری شامل یک تعداد واکنش است، اما به طور عمده به این صورت است که یون‌های فلزی از آند جدا شده (تحت پتانسیل یک منبع خارجی الکتریسته) و در محلول ترکیب می‌شوند و سپس روی کاتد رسوب داده می‌شوند.



(a)



(b)

Figure 4.18

(a) Schematic illustration of the electroplating process.
(b) Examples of electroplated parts.

همه‌ی فلزات را می‌توان با ضخامت چند لایه‌ی اتمی تا نهایتاً ۰/۵ mm آّبکاری الکتریکی کرد. اشکال پیچیده ممکن است ضخامت آّبکاری متفاوتی داشته باشند.

مواد آّبکاری متداول کروم، نیکل، کادمیوم، مس، روی و قلع است.

آّبکاری کروم اولین بار برای پوشش‌دهی مس، سپس نیکل انجام شد.

آّبکاری کروم سخت مستقیماً روی فلز پایه انجام می‌شود و سختی تا ۷۰ HRC افزایش می‌یابد.

نمونه کاربردهای آّبکاری الکتریکی، آّبکاری مس روی سیم آلومینیومی، آّبکاری کروم سخت‌افزار جنگی، آّبکاری قلع اتصالات الکتریکی مسی برای سهولت در لحیم‌کاری است.

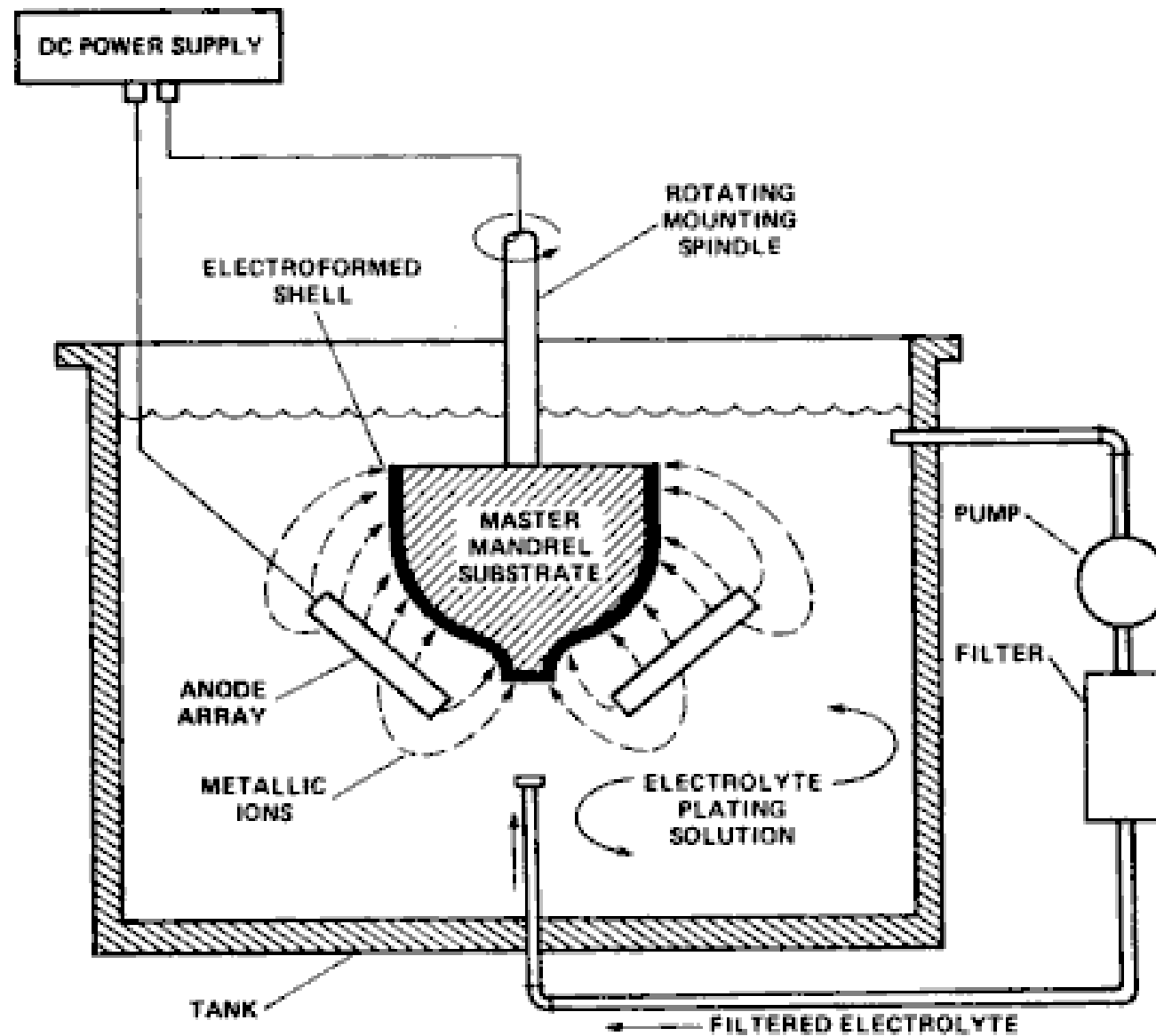
از آنجا که فلزات نجیب (نظیر طلا، نقره و پلاتین) فیلم‌های اکسیدی ایجاد نمی‌کنند، برای آّبکاری قطعات در صنایع الکترونیکی و جواهرسازی بسیار مهم هستند.

در فرآیند آّبکاری الکتریکی، قطعات ساده و پیچیده را می‌توان پوشش داد و در اندازه قطعه محدودیت وجود ندارد.

همچنین، پلاستیک‌ها نیز از قبیل ABS، پلی پروپیلن، پلی سولفن، پلی کربنات، پلی استر و نایلون هم می‌توانند آبکاری الکتریکی شوند. چون این مواد نارسا هستند، پلاستیک باید توسط فرآیندهایی از قبیل **آبکاری الکترولس نیکل**، پیش پوشش‌دهی (Preplating) شود. به منظور تولید قطعات با اشکال هندسی پیچیده، پلاستیک از جمله مواد مناسب است. آزادی در طراحی قطعه، سهولت در تولید، وزن کمتر قطعه و همچنین قیمت اقتصادی از جمله عوامل تاثیرگذار در جایگزینی فلزات توسط پلاستیک است.



نوع دیگری از آبکاری الکتریکی، **شکل دهی الکتریکی (Electroforming)** است که یک فرآیند ساخت قطعه فلزی است. در این روش، فلز روی یک مندرل (mandrel) (همچنین قالب یا زمینه نامیده می شود) که بعداً حذف می شود، رسوب دهی الکتریکی می شود. با حذف مندرل، پوشش تبدیل به یک محصول و قطعه خواهد شد. قطعات با اشکال ساده و پیچیده، با اندازه ضخامت دیواره بسیار کم در حد 0.25 mm را می توان ساخت. وزن قطعات ممکن است از چند گرم تا مقادیر زیاد 270 kg باشد. فرآیند شکل دهی الکتریکی بخصوص برای تولید با تناژ کم یا قطعات پیچیده (مانند قالب ها، نازل ها، سیلندر ها و کانال های راهنمای امواج) که از مواد نیکل، مس، طلا و نقره ساخته می شوند، مناسب هستند. این فرآیند برای کاربردهای هوافضا، الکترونیک و الکترواپتیک مناسب هستند. همچنین با مندرل های چند گانه، می توان نرخ تولید را افزایش داد.

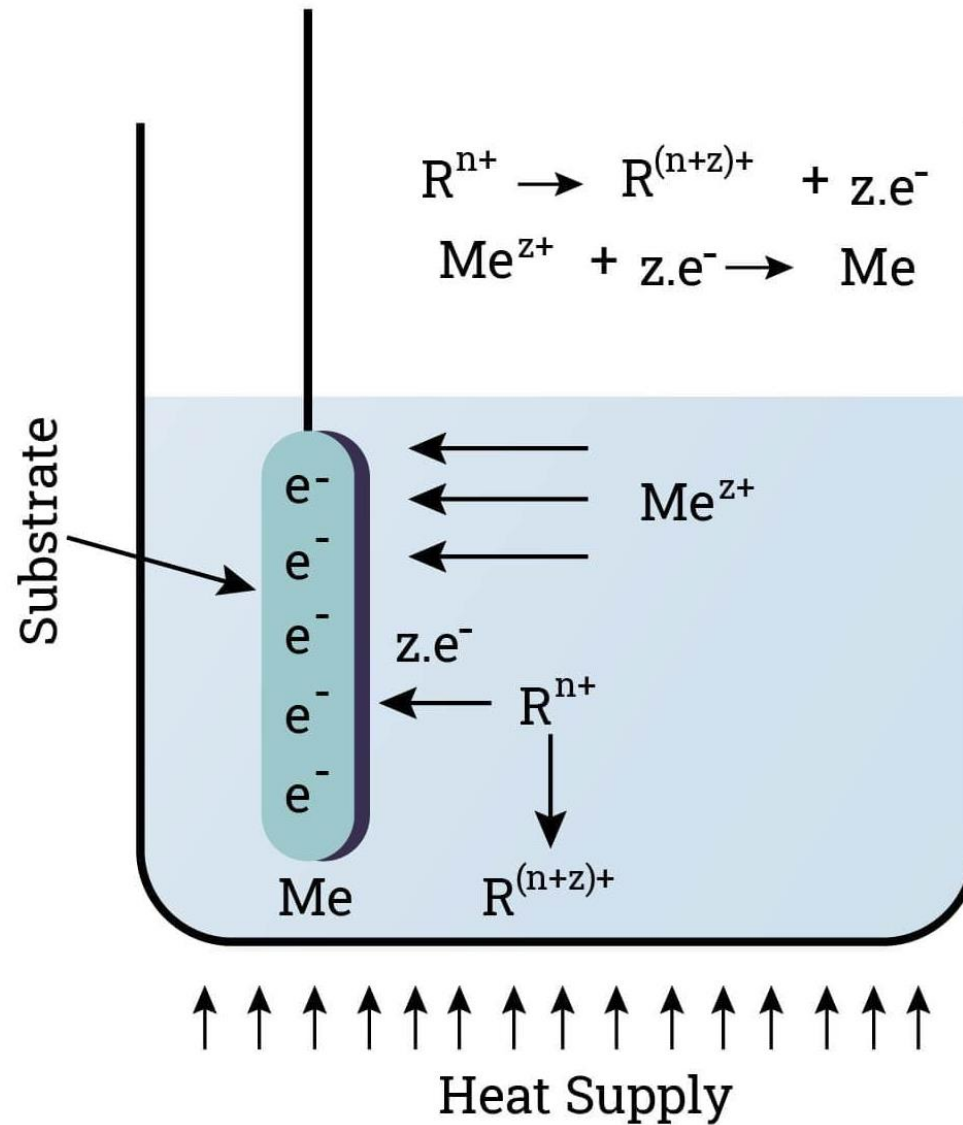


Herbert W. Yankee, MANUFACTURING PROCESSES, ©1979, pp. 349, 528, 533. Reprinted by permission of Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.

آبکاری الکترولس (Electroless plating). این فرآیند به وسیله واکنش‌های شیمیایی **بدون استفاده از منبع خارجی الکتریسته** انجام می‌شود. الکترون مورد نیاز توسط واکنش‌های شیمیایی درون حمام تولید می‌شوند. اگرچه برای آبکاری الکترولس در اغلب کاربردها از نیکل استفاده می‌شود، اما گاهی مس نیز بکار گرفته می‌شود.

در آبکاری الکترولس نیکل، کلرید نیکل (یک نمک فلزی) توسط سدیم هایپوفسفیت (به عنوان یک عامل احیاگر)، به فلز نیکل احیا می‌شود و سپس روی قطعه کار رسوب می‌یابد. محدوده‌ی سختی آبکاری نیکل بین $575\text{HV} - 425\text{HV}$ است که می‌توان با عملیات حرارتی به سختی 1000HV رسید. این پوشش مقاومت به خوردگی و اکسیداسیون بسیار خوبی نیز دارد.

Electroless Plating



پوشش دهی تبدیلی (Conversion Coatings). در این فرآیند پوششی روی سطح فلز تشکیل می شود که

نتیجه ی یک واکنش شیمیایی یا الکتروشیمیایی است. یعنی یک واکنش خوردگی کنترل شده است. مواد

متفاوتی مخصوصاً فولاد، آلومینیم و روی می توانند پوشش تبدیلی داده شوند. اکسیدها که به صورت طبیعی

روی سطوح تشکیل می شوند یک نوع پوشش تبدیلی به حساب می آیند. فسفات ها، کرومات ها و اگزالات ها

($C_2O_4^{2-}$) برای تولید پوشش های تبدیلی استفاده می شوند. این پوشش ها برای اهدافی از قبیل محافظت در

برابر خوردگی، عملیات پیش رنگ آمیزی و تمام کاری تزئینی استفاده می شوند. یکی از مهمترین کاربردهای

پوشش تبدیلی یک قطعه کار، **حمل کردن روانکار در عملیات شکل دهی سرد** است. دو تکنیک متداول

پوشش دهی در این خصوص، **روش های غوطه وری و پاشش** است. آندایزینگ یک نوع پوشش تبدیلی است.

آندایزینگ (Anodizing). یک فرآیند اکسیداسیون (اکسیداسیون آندی) است که سطح قطعه را به یک لایه‌ی اکسیدی متخلخل و سخت تبدیل می‌کند و یک سطح مقاوم به خوردگی و مطلوب از نظر ظاهری ایجاد می‌شود. قطعه‌کار در سل الکترولیت یک آند است که در حمام اسیدی غوطه‌ور شده است. در نتیجه، جذب شیمیایی اکسیژن از حمام اتفاق می‌افتد. از رنگ‌های آلی متنوع (معمولاً سیاه، قرمز، برنزی، طلایی و خاکستری) برای تولید فیلم‌های سطحی با دوام و پایدار می‌توان استفاده کرد. از جمله کاربردهای متداول روش آندایزینگ در مبلمان و ظروف آلومینیمی، اشکال معماری، تزئین بخش‌هایی از اتومبیل، قاب عکس‌ها، کلیدها و وسایل ورزشی است. روش سطحی آندایزینگ، روشی خوب برای رنگ‌آمیزی مخصوصاً برای آلومینیوم است چراکه خارج از این روش، رنگ‌آمیزی آلومینیوم با مشکل همراه است.



غوطه‌وری داغ (Hot dipping). در این فرآیند قطعه کار معمولاً از جنس فولاد در یک حمام فلز مذاب از قبیل روی (برای گالوانیزه کردن ورقه‌های فولادی و لوله‌کشی‌ها) و قلع (برای صفحات قلع و قوطی‌های قلعی برای ظروف غذا) فرو برده می‌شود. پوشش‌هایی از این نوع روی قطعات مجزا یا ورقه‌های فلزی برای محافظت طولانی مدت در برابر خوردگی در لوله‌ها، مخازن و بسیاری از قطعات و لوازم تولیدی اعمال می‌شوند. ضخامت پوشش معمولاً بر اساس واحد وزن پوشش بر واحد محدوده‌ی سطح ورق به عنوان نمونه $900-1500 \text{ g/m}^2$ بیان می‌شود. مدت سرویس‌دهی این پوشش به ضخامت (تا حدود ۱۰۰ میکرومتر) و محیطی است که در معرض آن قرار گرفته‌است، بستگی دارد.



لعاب سرامیکی (Porcelain Enameling). فلزات ممکن است با پوشش‌های سرامیکی متنوعی که مقاوم به الکتریسیته و خوردگی هستند و در دمای بالا کار می‌کنند، پوشش داده شوند. این پوشش‌ها معمولاً به عنوان لعاب‌های سرامیکی دسته‌بندی می‌شوند. لعاب سرامیکی یک پوشش **غیرآلی** است که شامل انواع اکسیدهای فلزی است. برای لعاب دادن ابتدا ماده پایه (فلز) را حرارت می‌دهند و آن را در پوشش پودر شده می‌غلطانند. مواد پوشش روی پوسته فلزی داغ، ذوب شده و به سطح فلز می‌چسبند.



بسته به ترکیباتشان، لعاب‌ها مقاومت متفاوتی نسبت به بازها، اسیدها، موادشوینده، تمیزکننده-ها و آب داشته و رنگ‌های متفاوتی دارند. نمونه کاربردهای استفاده از لعاب دادن سرامیکی در لوازم خانگی، فیکسچرهای لوله‌کشی، تجهیزات فراوری مواد شیمیایی، علائم و نشانه‌ها، لوازم آشپزی و جواهرات دیده می‌شود.

همچنین از روش لعاب دادن سرامیکی برای ایجاد پوشش حفاظتی روی تجهیزات موتور جت استفاده می‌شود (TBC). این پوشش ممکن است به صورت فرو بردن، پاشش یا رسوب‌دهی الکتریکی اعمال می‌شود و ضخامتش معمولاً $0.6 - 0.5 \text{ mm}$ است و موادی به این روش پوشش داده می‌شوند، معمولاً فولاد، چدن و آلومینیوم است.

پوشش‌های آلی: سطوح فلزی ممکن است توسط پوشش‌های آلی برای بهبود ظاهر و مقاومت به خوردگی پوشش‌دهی شوند. ضخامت این پوشش‌ها عموماً در محدوده‌ی بین $0.25 - 0.002$ mm است. این پوشش‌ها دارای محدوده‌ی گسترده خصوصیتی از قبیل انعطاف‌پذیری، دوام، سختی، مقاومت به سایش و خوردگی، رنگ، بافت و براقیت هستند. ورقه‌های فلزی پوشش داده شده متعاقباً به انواع محصولاتی از قبیل جعبه‌ی تلویزیون، لوازم خانگی، پانل قفسه‌ها، کناره‌ی ساختمان‌های مسکونی و مبلمان فلزی شکل داده می‌شوند.

بیشتر کاربردهای مهم و حیاتی، به عنوان مثال هواپیماها، ناوهای دریایی که تحت رطوبت شدید، باران، آب دریا، آلاینده‌ها (مانند آلاینده‌های خروجی از کشتی‌ها)، سوخت‌های هوایی، سیالات ضد یخ، اسید باتری و مواردی که به وسیله ذراتی مانند گرد و غبار، شن، سنگ و نمک‌های ضد یخ دچار ضربه می‌شوند را شامل می‌شود. برای سازه‌های آلومینیمی، پوشش‌های آلی به طور معمول متشکل از یک پوشش اپوکسی به عنوان پوشش اولیه (primer) و سپس اعمال پوشش پلی‌یورتان روی آن (topcoat)، با عمر ۴ تا ۶ سال هستند.



تمیزکاری سطوح

سطح آلوده باعث کاهش تمایل به چسبندگی بین قطعات در تماس می‌شود و تمیز بودن به طور کلی برای کاربرد موثرتر سیالات مربوط به فرآیندهای ساخت و تولید (رواناسازها)، پوشش‌دهی و رنگ‌آمیزی، اتصال چسبان، جوشکاری، لحیم‌کاری سخت و نرم، اطمینان کارکرد مناسب ماشین‌آلات و عملیات مونتاژ ضروری است. آلاینده‌ها ممکن است شامل زنگ زدگی، پوسته، تراشه‌ها و سایر خرده‌های فلزی و غیر فلزی، روانسازهای مایع و جامد، رنگدانه‌ها (pigments)، ترکیبات مربوط به پرداخت و صیقل‌دهی و عناصر محیطی عمومی باشند.

تمیز کردن شامل حذف مواد جامد، نیمه جامد یا مایع از یک سطح است. نوع فرایند تمیز کردن بستگی به نوع آلاینده‌هایی دارد که باید برداشته شوند.

روش‌های تمیزکردن مکانیکی (Mechanical cleaning) عبارت است از حذف فیزیکی

آلودگی‌ها که شامل استفاده از برس‌زنی سیمی یا فیبری، پاشش ذرات ساینده خشک یا مرطوب، غلتک کردن، جت بخار و تمیز کردن التراسونیک است.

در تمیزکردن الکترولیتی (Electrolytic cleaning)، بار الکتریکی به قطعه‌ای که قرار است در

یک محلول آبی تمیز شود، اعمال می‌شود که باعث تشکیل حباب‌های هیدروژن یا اکسیژن می‌شود. این حباب‌ها ساینده هستند و بنابراین در حذف آلاینده‌ها از سطح کمک می‌کنند.

روش‌های تمیز کردن شیمیایی (Chemical cleaning) در حذف روغن، گریس، و روانسازها از سطوح موثر هستند. آنها شامل یک یا چند عملیات زیر می شوند:

(۱) محلول: آلودگی‌ها در محلول تمیزکننده حل می‌شوند.

(۲) صابونسازی: یک واکنش شیمیایی است که روغن‌های گیاهی یا حیوانی را به کمک پتاس به یک صابون تبدیل می‌کند که در آب حل می‌شود.

(۳) امولسیون: محلول تمیزکننده با یک مایع (مانند روغن) واکنش می‌دهد و یک امولسیون را تشکیل می‌دهد، به طوری که روغن در محلول به شکل قطرات کوچک به حالت معلق درآید.

(۴) پراکنده‌سازی: غلظت آلاینده‌های جامد روی سطح توسط مواد فعال سطحی در محلول تمیزکننده کاهش می‌یابد؛ این آلاینده‌های جامد به صورت ذرات جامد در محلول تمیزکننده معلق خواهند شد.

(۵) انباشت: روانسازها از طریق عوامل شوینده در مایع تمیزکننده از سطح خارج می‌شوند و به شکل ذرات بزرگ آلودگی جمع می‌شوند.