



بسمه تعالی



**آشنایی با ابزار- وسایل- تجهیزات و مواد اولیه  
هنر و صنایع فلز**

منصور حسین پور میزاب

تابستان ۱۳۹۱



- ۷ ..... پیشگفتار
- ۸ ..... ویژگی ها و خصوصیات فلزات
- ۸ ..... مس (Cu)
- ۸ ..... منابع و سنگهای معدنی :
- ۸ ..... خصوصیات فیزیکی:
- ۹ ..... خصوصیات شیمیایی و کاربردها:
- ۱۰ ..... نقره (Ag)
- ۱۰ ..... منابع و سنگهای معدنی :
- ۱۱ ..... خصوصیات فیزیکی:
- ۱۱ ..... خصوصیات شیمیایی و کاربردها:
- ۱۲ ..... طلا (Au)
- ۱۲ ..... منابع و سنگهای معدنی :
- ۱۲ ..... خصوصیات فیزیکی :
- ۱۲ ..... خصوصیات شیمیایی و کاربردها:
- ۱۴ ..... خوردگی فلزات
- ۱۴ ..... افزودن عناصر آلیاژی به فلزات :
- ۱۴ ..... عملیات حرارتی خاص روی فلزات :
- ۱۴ ..... استفاده از طراحیهای مناسب :
- ۱۴ ..... حفاظت کاتدی :
- ۱۵ ..... استفاده از ممانعت کننده ها :
- ۱۵ ..... استفاده از انواع پوششهای سطحی :
- ۱۵ ..... ایجاد پوشش و پرداخت کاری
- ۱۷ ..... پوششهای مواد آلی
- ۱۹ ..... پوششهای صیقلی دهنده



- ۱۹..... لاک شیشه ای
- ۲۰..... لاک
- ۲۰..... روغنهای جلا
- ۲۱..... مومها
- ۲۱..... اپوکسی
- ۲۱..... پوششهای رنگ شده
- ۲۲..... پوششهای آغازی
- ۲۳..... پوششهای نهایی
- ۲۵..... پوششهای پودری
- ۲۵..... پوششهای متالیک
- ۲۶..... روکش گذاری فلزی
- ۲۶..... اندودکاری
- ۲۷..... آبکاری برقی
- ۲۹..... آبکاری بدون برق
- ۳۱..... فلزی کردن در خلاء
- ۳۱..... پوششهای تبدیلی
- ۳۲..... پوششهای فسفات
- ۳۲..... پوششهای کرومات
- ۳۳..... پرداختهای اکسید
- ۳۵..... پوششهای آنودی
- ۳۶..... رنگ زنی
- ۳۹..... رنگ زدن با اسپری (رنگ زدن پاشیدنی)
- ۴۱..... رنگ پاشی بدون هوا
- ۴۲..... آماده سازی سطح قطعه کار برای ایجاد پوشش و پرداخت
- ۴۶..... پرداخت با مواد سایا
- ۴۷..... سنگ سنباده های سایا و برنده
- ۵۰..... دستگاههای سنگ سنباده ثابت



- ۵۱..... دستگاههای سنگ سنباده قابل حمل
- ۵۲..... سنباده کاری یا سائیدن
- ۵۵..... تجهیزات سنباده کاری و سائیدن
- ۵۶..... دستگاه های سنباده ثابت
- ۵۸..... دستگاههای سنباده زنی قابل حمل
- ۶۰..... صیقل کاری و پرداخت با چرم
- ۶۲..... برس زنی
- ۶۳..... تیز کردن ابزارها
- ۶۷..... انواع جوش های رایج در هنرهای فلزی
- ۶۷..... ساخت فلزی
- ۶۹..... فلزات جوشکاری
- ۶۹..... فولاد
- ۷۰..... فولاد زنگ نزن
- ۷۰..... مس و آلیاژهای مس
- ۷۱..... آلومینیم
- ۷۲..... جوشکاری کاربیدی
- ۷۴..... جوشکاری ذوبی
- ۷۶..... جوشکاری زرد
- ۷۷..... لحیم کاری
- ۷۹..... جوشکاری برقی
- ۸۰..... قوس فلزی (الکتروود قابل مصرف)
- ۸۴..... جوشکاری تیک
- ۸۵..... جوشکاری میگ
- ۸۷..... برش فلز
- ۸۷..... برش شعله ای (کاربید)
- ۸۸..... برش - شعله پودری
- ۸۹..... برش قوسی



- ۹۰.....اره کاری
- ۹۱.....برش اره آهن بر
- ۹۲.....برش اره نواری
- ۹۴.....اره مویی یا اره منبت کاری
- ۹۵.....برش اره برقی
- ۹۶.....قیچی کردن
- ۹۷.....شکل دادن انفجاری
- ۹۸.....آهنگری
- ۱۰۰.....ابزارهای دستی
- ۱۰۳.....محکم کننده ها
- ۱۰۵.....پیچ های مخصوص نصب
- ۱۰۵.....ایجاد رزوه
- ۱۰۸.....احیاء فلزات
- ۱۰۸.....احیاء الکتروشیمیائی
- ۱۰۸.....مواد
- ۱۰۹.....طرز عمل
- ۱۱۱.....احیاء الکترولیتیکی
- ۱۱۱.....تجهیزات لازم
- ۱۱۲.....طرز عمل
- ۱۱۴.....روش شستشوی زیاد
- ۱۱۶.....خشک کردن فلزات
- ۱۱۶.....روش های مکانیکی
- ۱۱۷.....ساختن سوزن ها و اسکنه ها
- ۱۲۳.....مواد اولیه و ابزار مورد استفاده در قلمزنی
- ۱۲۳.....قلمزنی محصولات مس و برنج
- ۱۲۶.....ساخت و قلمزنی نقره
- ۱۲۶.....ساخت محصولات نقره بی



جزوه آشنایی با ابزار- وسایل- تجهیزات و مواد هنر و صنایع فلز

- ۱۲۷..... قلمزنی محصولات نقره
- ۱۲۷..... ساخت و قلمزنی ورشو
- ۱۲۸..... ابزار قلمزنی
- ۱۳۳..... مواد اولیه و مواد مصرفی در ملیله کاری
- ۱۳۳..... شناخت انواع نقره های مصرفی
- ۱۳۴..... ابزار کار و کاربرد آن ها



## پیشگفتار

جزوه آشنایی با ابزار- وسایل- تجهیزات و مواد هنر و صنایع فلزی با هدف آشنایی با موضوعاتی از قبیل ویژگی های فلزات مورد استفاده در هنر فلزکاری، خوردگی فلزات، پوشش های فلزی، برخی از انواع جوش ها در هنرهای فلزی و..... و نیز آشنایی مختصر با برخی ابزار مورد استفاده در فلزکاری ( قلمزنی و ملیله کاری ) تهیه شده است. ولی با توجه به اینکه مجموعه پیش رو در زمانی بسیار محدود تنظیم شده است و اینکه منابع مورد نظر بسیار پراکنده است؛ بطور حتم خالی از ایراد و اشکال نخواهد بود. از این رو از تمامی عزیزانی که این مطالب را مطالعه می کنند خواهشمند است انتقادات و پیشنهادات سازنده و گرانبهایشان را که بی تردید در راستای بهبود مطالب خواهد بود به آدرس اینترنتی [www.mansurmizarli@gmail.com](mailto:www.mansurmizarli@gmail.com) ارسال نمایند.

منصور حسین پور میزاب

شهریور ۱۳۹۱



## ویژگی ها و خصوصیات فلزات

در مورد هر فلز باید خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی را بررسی کنیم. منظور از خصوصیات فیزیکی، رنگ، چگالی، دمای ذوب و ... است. خصوصیات شیمیایی نظیر نوع ترکیبات، نحوه واکنشگری و ... و خصوصیات مکانیکی نظیر میزان سختی، چکش خواری و ... می باشد. فلزات اغلب بصورت آلیاژ بکار برده می شوند. آلیاژ ماده ای است که خصوصیات فلزی دارد و از دو یا چند عنصر تشکیل می شود که دست کم یکی از این عناصر، فلز است. فلزات اغلب در طبیعت بصورت ناخالص وجود دارند؛ در هنگام استخراج و تهیه فلزات ممکن است بعضی از عناصر به طور ناخواسته وارد فلز شوند که خارج کردن آنها کار بسیار پرهزینه یا حتی غیر ممکن است. به همین دلیل مثلاً در تولید تیر آهن بجای آنکه از آهن استفاده کنیم در عمل از آلیاژهای آهنی ( فولادها ) استفاده می کنیم. البته در بسیاری از موارد با ساختن آلیاژ به خواصی مطلوب دست می یابیم که در فلزات خالص وجود ندارند. مثلاً با افزودن بعضی عناصر به آهن می توان آلیاژی به دست آورد که سختی یا استحکام آنها چند برابر آهن خالص است.

## مس (CU)

### منابع و سنگهای معدنی :

بنابر شواهد تاریخی، مس نخستین فلزی است که بشر به آن دست یافت و در ساخت وسایل مختلف بویژه ابزارها بکار برد، زیرا در طبیعت مس بصورت خالص یافت می شود. علاوه بر آن بصورت سنگهای معدنی مانند کالکوپریت، کالکوسیت، کوپریت، و مالاشیت وجود دارد.

### خصوصیات فیزیکی:

فلزی است سرخرنگ، نرم و چکش خوار که قابلیت تورق زیادی دارد. دمای ذوب آن 1083C و چگالی آن  $8.9 \text{g/cm}^3$  است.





## خصوصیات شیمیایی و کاربردها:

طنین صدای ایجاد شده و انعکاس آن بوسیله مس بسیار خوب است و بهمین دلیل در ساخت ناقوسها بکار می رود. ضریب هدایت حرارتی و الکتریکی مس بسیار بالاست و به استثنای نقره از فلزات دیگر هادی تر است و با توجه به اینکه قیمت مس نسبت به نقره ارزانتر و استحکام آن بیشتر است. از آن در ساخت سیمها و کابلهای انتقال الکتریسته استفاده می شود. مس در هوا اکسید می شود و یک پوسته نازک اکسید مس سیاه رنگ روی آنرا می پوشاند. اکسید مس به کندی از هوا گاز کربنیک (CO<sub>2</sub>) می گیرد و به کربنات مس که سبز رنگ است و در آب حل نمی شود، تبدیل می گردد. از این رو از زنگ زدن لایه های زیرین مس جلوگیری می کند. مس در مقابل اسیدها آسیب پذیر است؛ بطوری که آب نمک خوراکی نیز در برابر هوا بر مس اثر کرده و نمک مس ایجاد می کند. بهمین دلیل در گذشته سطح ظروف مسی آشپزخانه را با قلع می پوشاندند، این عمل را سفید کاری می گویند. برنج آلیاژهای مس و روی هستند. مقدار روی در این دسته از آلیاژهای مس حداکثر به ۴۰ درصد می رسد. آلیاژهای برنج گاهی مقادیر کمی از دیگر عناصر نظیر سرب قلع یا آلومینیم دارند. افزایش روی باعث تغییراتی در استحکام، قابلیت شکل پذیری، مقاومت در برابر خوردگی و تغییر رنگ مس می شود.

آلیاژهای حاوی ۲۰-۳۶ درصد به برنجهای زرد معروفند. این دسته آلیاژها علاوه بر استحکام خوب، قابلیت شکل پذیری مناسبی دارند. آلیاژ ۷۰ درصد مس ۳۰ درصد روی در ساخت رادیاتورها، منبع مایعات، پرچها و اتصالات لوله ها و در اسلحه سازی برای ساخت پوسته های بمب کاربرد فراوانی دارد. وجود ۰/۵ تا ۳ درصد سرب قابلیت ماشینکاری این آلیاژ را بسیار بهبود می بخشد و از قابلیت جوشکاری آن می کاهد. چنانکه آلیاژ مس حاوی ۵ تا ۲۰ درصد روی باشد، آنرا برنج قرمز می نامند. این آلیاژ مقاومت زیادی نسبت به خوردگی دارد و بر حسب درصد روی، در ساخت پیچها، مبدلهای حرارتی و بعضی از وسایل موسیقی بکار می رود. یکی از انواع برنجهای که ۶۰ درصد مس، ۲۱ درصد روی و ۱۹ درصد نیکل دارد. به "ورشو" یا "نقره آلمانی" معروف است. در گذشته فقط به آلیاژهای مس و قلع "برنز" گفته می شد ولی امروزه، آلیاژهای مس که



حاوی عناصری نظیر قلع، منگنز، آلومینیم و نیکل هستند، "برنز" گفته می شود. برنز قلع یا "مفرغ" آلیاژی از مس و قلع است که خواص آن به مقدار قلع آلیاژ بستگی دارد. با افزایش درصد قلع، استحکام آلیاژ افزایش می یابد. از این آلیاژها در ساخت چرخ دنده ها، یاتاقانها، سکه سازی، زنگها و ناقوسها و پمپهای آب استفاده می شود. آلیاژی با ۸۸ درصد مس، ۱۰ درصد قلع و ۲ درصد روی برای ریختن قطعات مختلف لوله ها و چرخ دنده ها بکار می رود و بدلیل استفاده عمده در صنایع نظامی، آنرا "آلیاژ توپ" می نامند. برنزهای آلومینیوم، حداکثر ۱۴ درصد آلومینیوم دارند و قابلیت انجام کار مکانیکی و تولید به روش ریخته گری را دارا هستند. آلیاژها در حرارت بالا استحکام خود را حفظ می کنند و در مقابل اکسید شدن و خوردگی مقاومت خوبی از خود نشان می دهند. در ساخت شافت پمپها، سوپاپها، قالبهای ریخته گری و مفتول کشی و انواع اتصالات و چرخ دنده ها از این آلیاژها استفاده می شود. افزایش آهن به میزان ۲-۴ درصد به آلیاژ حاوی ۹ تا ۱۰ درصد آلومینیوم، سبب افزایش مقاومت آلیاژ در برابر حرارت و خوردگی میگردد و در ساختن پره های تحتانی کشتی ها از آنها استفاده می شود. افزودن نیکل یا کروم مقاومت آلیاژ را در برابر خوردگی افزایش می دهد و کاربرد آنرا در محیط های خورنده شیمیایی بیشتر می کند. همچنین افزودن منگنز و منیزیم باعث افزایش مقاومت نسبت به خوردگی شده و افزودن سرب به آلیاژ قابلیت تراشکاری آنرا بیشتر می کند. مس خالص در تهیه لوله ها، مانند لوله آب کولر، لوله نفت در بخاری استفاده می شود. البته امروزه بیشتر از مواد پلیمری و پلاستیکی یا لوله های آلومینیومی استفاده می شود

## نقره (Ag)

### منابع و سنگهای معدنی:

نقره در طبیعت به صورت آزاد وجود دارد. علاوه بر این بصورت آرژانیت همراه با سولفید مس و سرب نیز بصورت نقره شاخی (AgCl) یافت می شود.



## خصوصیات فیزیکی:

فلزی است سفید و براق، نرم و نسبتاً سنگین. ضریب هدایت الکتریکی و حرارتی نقره بسیار بالا است، بطوریکه قابلیت هدایت الکتریکی نقره از همه فلزات بیشتر است. دمای ذوب آن  $960^{\circ}\text{C}$  و چگالی آن  $10.5\text{g/cm}^3$  است.

## خصوصیات شیمیایی و کاربردها:

نقره خالص در دمای محیط از نظر خوردگی در برابر هوا مقاوم است. علت سیاه شدن اشیاء نقره ای در هوا، وجود مقدار اندکی گاز سولفید هیدروژن ( $\text{H}_2\text{S}$ ) در هواست، که با نقره ترکیب می شود. برای سفید کردن اشیاء نقره ای کافیست آنها را در ظرف آلومینیومی در محلول ۲۰ درصد کربنات سدیم بجوشانیم.

نقره به علت نرمی معمولاً بصورت آلیاژ بکار می رود. آلیاژ نقره با ۱۰ درصد مس جزء قدیمی ترین آلیاژهاست، که در ساخت سکه به کار می رفته است. آلیاژهایی از نقره، مس، روی، کادمیم و نیکل برای لحیم کاری و زر جوش قطعات حساس از جنس مس، نیکل، کبالت، فولاد های ابزار و فلزات گرانبها استفاده می شود. به عنوان مثال، این نوع آلیاژها برای اتصال نوک الماس های سخت به ابزار برش بکار می روند. آلیاژ های نقره با مقادیر کمی منیزیم و نیکل، درعین داشتن هدایت حرارتی و الکتریکی بالا، استحکام و سختی مناسبی نیز دارند، بنابراین در ساخت اتصالات الکتریکی از آنها استفاده می شود. آلیاژ «آمالگام» که در دندانپزشکی برای پر کردن دندانها بکار می رود،  $5/34$  درصد نقره،  $50$  درصد جیوه،  $13$  درصد قلع،  $2$  درصد مس  $5/$  درصد روی دارد.

نیترات نقره ( $\text{AgNO}_3$ ) که در پزشکی قدیم برای سوزاندن جوش صورت استفاده می شد، "سنگ جهنم" گفته می شود. در آینه سازی از اکسید نقره ( $\text{Ag}_2\text{O}$ ) استفاده می کنند. هالیدهای نقره مانند برمید نقره زرد رنگ



(AgBr) ترکیباتی هستند که در مقابل نور تجزیه می شوند، به همین دلیل در تهیه فیلمها و کاغذهای حساس عکاسی از آن استفاده می شود .

## طلا (Au)

### منابع و سنگهای معدنی :

طلا در طبیعت عمدتاً بصورت آزاد یافت می شود. اما بصورت سیلوانیت نیز وجود دارد.

### خصوصیات فیزیکی :

فلزی است زرد رنگ ، بسیار نرم ، سنگین و دیرگداز. قابلیت تورق و مفتول شدن طلا از فلزات دیگر بیشتر است. قابلیت هدایت الکتریکی طلا خوب است ولی از نقره کمتر است. دمای ذوب آن 1063 C و چگالی آن 19/32g/c3 است.

### خصوصیات شیمیایی و کاربردها :

فلزات گرانبها یا نجیب فلزاتی هستند که مقاومت خوبی نسبت به اکسید شدن و حل شدن بوسیله اسیدهای معدنی از خود نشان می دهند. طلا، نقره و شش فلز گروه پلاتین؛ پالادیوم، رودیوم، روتنیوم، ایریدیم و اوسمیم جزء این دسته هستند. از ویژگیهای این فلزات می توان از نرمی در حالت خالص، قابلیت کشش و چکش خواری زیاد، قابلیت هدایت الکتریکی خوب ، مقاومت گرمایی، قابلیت انعکاس زیاد و مقاومت عالی در برابر خوردگی را نام برد. طلا قابلیت جوشکاری زیادی دارد و انواع روشهای متداول جوشکاری می توان این فلز را جوش داد. از طلای خالص برای کارهای تزئینی، مصارف دندانپزشکی، طلاکاری ظروف چینی ، فیوزهای حساس کوره ها، برای فلز جوش به منظور ایجاد جوشهای دقیق و آبنندی محفظه های خلاء و در دستگاه تولید اشعه X استفاده می شود. قیمت بالای طلا سبب می شود، پوششهای سطحی آبکاری شده بینهایت نازک استفاده شوند. از پوشش طلا روی زمینه های فلزی، شیشه ای یا سرامیکی استفاده می شوند. آبکاری با طلا باعث مقاومت در برابر خوردگی و قابلیت انعکاس فلزات خالص می شود. طلا قابلیت شکل پذیری زیادی دارد و از



آن ورقه های بسیار نازک می توان ساخت که برای زرکوب کردن جلد یا ورقه های کتابها استفاده می شود.

مانند انواع زیر:

- طلای هشت در هشت: ابعاد آن ۸\*۸ سانتی متر است و بسیار نازک است.

- طلای پشت چسب: طلای خشک و کدوری است که زود خرد می شود.

- طلای بوبینی (رول یا طومار): این نوع طلا را بصورت لوله ای می پیچند و جنس آن از سایر انواع طلا نرم تر

است. رنگ آن نیز کاملاً هم رنگ طلا است و بهمین دلیل «طلای اشرفی» نیز گفته می شود. البته این نوع طلا

در رنگهای متنوع نیز تولید می شود.

- طلای شانزده در شانزده: از این نوع طلا برای چوب (قاب عکس) استفاده می کردند.

آلیاژهای طلا، نقره و مس انواع طلاهای زرد، قرمز، سبز و سبز متمایل به زرد را ایجاد می کنند. این آلیاژها

اکثراً در جواهر سازی بکار می روند. آلیاژهای طلای مورد مصرف در جواهر سازی را بر حسب عیار و رنگ

مشخص می کنند. مثلاً طلای ۲۴ عیار (یا ۲۴ قیراطی) ۱۰۰٪ طلای خالص است. طلای ۱۸ عیار، ۷۵ درصد طلا

دارد (۱۸/۲۲) و طلای ۱۴ عیار، ۵۸/۳۳ درصد طلا (۱۴/۲۴) دارد. آلیاژ ۱۸ عیار در مقابل اسید های نیتریک،

سولفوریک و هیدروکلریک مقاوم است ولی در مقابل مخلوط اسید نیتریک و اسید هیدروکلریک (تیز آب

سلطانی) مقاومت ندارند. آلیاژ ۱۰ تا ۱۲ عیار در برابر خوردگی بسیار ضعیف است.



## خوردگی فلزات

خوردگی فلزات در اثر واکنشهای شیمیایی و الکترو شیمیایی بین محیط و ماده حاصل می شود. خوردگی سالانه باعث ایجاد خسارت فراوان در صنایع می شود. به روشهای زیر می توان از خوردگی جلوگیری کرد:

### افزودن عناصر آلیاژی به فلزات :

بعنوان مثال افزودن منگنز و آلومینیوم به مس یا افزودن منیزیم به آلومینیوم یا افزودن مولیبدن ، تیتانیوم، کلومبیم یا کروم به فولادها آنها را در برابر خوردگی محافظت می کند .

### عملیات حرارتی خاص روی فلزات :

بعد از ریخته گری، فلزات را در دمای بالایی به مدت زیاد نگهداری می کنند تا فلز از نظر ترکیب شیمیایی کاملاً همگن شود. باین عمل مقاومت فلز در برابر خوردگی افزایش می یابد .

### استفاده از طراحیهای مناسب :

با طراحی مناسب قطعات صنعتی، می توان خوردگی را کاهش داد . در ساخت قطعات باید اتصالات به گونه ای صورت گیرد که امکان نفوذ سیالات خورنده به داخل قطعه کاهش یابد. همچنین فلزات که در مجاورت یکدیگر تشکیل پیل الکتروشیمیایی می دهند، باید از هم دور نگه داشته شوند.

### حفاظت کاتدی :

در این روش از فلزاتی که سریعتر از قطعه فلزی مورد نظر خورده می شوند، استفاده می شود . معمولاً برای حفاظت قطعات صنعتی، پل ها و لوله های انتقال گاز قطعاتی از جنس روی یا منیزیم را در نقاط مختلف قطعه قرار می دهند، تا بر اثر خوردگی این فلزات از بین بروند و به قطعات اصلی صدمه ای وارد نشود .



## استفاده از ممانعت کننده ها :

ممانعت کننده ها، موادشیمیایی هستند که وقتی به محلولهای خورنده اضافه می شوند، خاصیت خوردگی محلول را کاهش می دهند. مثلاً در ضد یخ اتومبیل نوعی ممانعت کننده بکار می رود تا علاوه بر ضد یخ بودن از خوردگی رادیاتور و قسمتهای داخلی موتور جلوگیری کند.

## استفاده از انواع پوششهای سطحی :

پوششهای سطحی ممکن است انواع رنگها، لایه های اکسیدی یا پوششهای فلزی باشند. گاهی اوقات بر اثر واکنش سطح فلز با محلول های خاصی لایه محافظ مناسبی در سطح فلز ایجاد می شود. مثلاً کرومات با قطعاتی از جنس منیزیم وارد واکنش می شوند و لایه ای از کرومات منیزیم در سطح قطعه ایجاد می شود، که از خوردگی فلز منیزیم جلوگیری می کند. همچنین بر روی فلزاتی نظیر آلومینیوم و منیزیم لایه ای بسیار نازک از اسید فلز ایجاد می شود که از آن محافظت می کند (عمل آند دایزینگ) گاهی اوقات سطح فلزات را با فلزاتی که سریعتر خورده می شوند، می پوشانند. مثلاً برای تولید آهن گالوانیزه سطح آنرا با روی می پوشانند. ولی اگر سطح آهن یا فولاد با فلز نیکل پوشش داده شود از آن محافظت نمی کند بلکه ابتدا آهن خورده می شود. گاهی اوقات برای پوشش فلزات از مواد روغنی و گریسها یا روکشهای پلاستیکی و قیر استفاده می شود. برای روکش کردن ظروف و وسایل خانه از لعاب دادن استفاده می کنند. لعاب از مواد شیشه ای (کوارتز، فلدسپات، خاک رس) و مواد رنگین تشکیل شده است.

## ایجاد پوشش و پرداخت کاری

درست در حینی که تجربیات مربوط به رنگها و مواد مخلوط برای مجسمه های فضای باز نیاز مجسمه ساز به مواد پوششی را افزایش داده است، صنعت هم انواع گسترده ای از مواد پوششی و تکنیک های قابل تطبیق با مجسمه سازی را ارائه کرده است. ماده پوششی می تواند بیشتر از یک وظیفه را ایفا نماید. هدف پوشش علاوه بر تمیز از کار در آوردن کار نهایی ممکن است تنها برای حفظ کار نهایی و سطح ظاهری قطعه کار باشد یا



اینکه ممکن است "پوشش" برای حفاظت رنگ یا برای تغییر دادن سطح قطعه از طریق بکار بردن لعابهای رنگی، لاکها و سطوح متالیک، بکار گرفته شود.

از نظر تاریخی، ایجاد پوشش حداقل به زمان مصر باستان برمی گردد، مصریها در تاریخ هزار سال قبل از میلاد نوعی روغن جلا در اختیار داشتند که احتمالاً از صمغی که از درخت سندروس بدست می آمد، ساخته می شد، از این هم قدیمتر رنگهایی است که در نقاشی های غارهای اولیه بکار رفته است، زیرا این رنگها هم نوعی پوشش می باشند. در یونان باستان و کرت از رنگها و چسبهایی همچون سریش، سفیده تخم مرغ و صمغهای طبیعی استفاده های وسیعی می شد. ترباتین ونیسی بعنوان یک رقیق کننده بکار می رفت. جنگجویان باستان از پوششهای حفاظتی مثل روغن زیتون، روغن بزرک یا دمه طبیعی روی سلاحها و تجهیزات خود استفاده می کردند. امروزه چهار نوع پوشش برای مجسمه ساز اهمیت اساسی دارد پوششهای مواد آلی و غیر آلی، پوششهای تبدیلی و پوششهای متالیک .

اگر چه تعدادی از این مواد در دسترس مجسمه ساز بوده و براحتی مورد استفاده او قرار می گیرند، تعدادی دیگر باید بطور تجاری بکار گرفته شوند. با مواد جدید و فرایندهایی که هر ساله توسعه بیشتری پیدا می کنند، صنعت ایجاد پوشش و پرداخت فلزی بسرعت گسترش می یابد.

از نظر مجسمه ساز استفاده از مواد پوششی به میزان ثبات دلخواه و همچنین سطح ظاهری قطعه کار بستگی دارد. برای کارهای فضای بسته، اکثر پوششها دارای دوام کافی می باشند و کمی دقت برای انتخاب آنها کافی است. برای کارهای فضای باز انتخاب نوع پوشش محدود تر و حساستر است و قدرت کاری پوشش باید مورد توجه قرار گیرد. حالت دیگر پذیرفتن این حقیقت است که اگر مواد پوششی براحتی قابل تعویض است و اگر دوام و عمر آن در حد معقولی می باشد، "پرداخت مجدد" عامل اصلی و پر اهمیت نیست. سطوحی که با مواد آلی رنگ خورده اند بطور قابل توجهی متفاوتند. عمر قابل انتظار ورقه های نازک رنگ روی چوب یا سنگ ممکن





است از ۵ تا ۲۵ سال باشد. پوششهای آلی از روی یا اکسید سرب قرمز روی آلومینیم یا فولاد، فوق العاده پر دوام است. پوششهای آلی "روی پودری" حداقل ۳۰ سال عمر می کند. پوششهای غیر آلی مثل لعاب چینی عمر و دوام نا مشخصی دارند.

### پوششهای مواد آلی

بدون شک این گروه از مواد پوششی برای ما از همه انواع دیگر آشنا تر هستند زیرا همه ما از ابتدای کودکی با نوعی از رنگها کار کرده ایم. پوششهای آلی شفاف یا رنگی می باشند، تفاوت اصلی روغن جلا و رنگ یا لعاب آنست که دومی دارای رنگ اضافی می باشد. یک پوشش مواد آلی بسادگی شامل یک چسب (یا قسمت مایع رنگ)، یک رقیق کننده و افزاینده های دیگر مثل رنگدانه برای رنگ، خشک کن ها یا کاتالیزورها جهت تسریع خشک شدن و پر کننده ها برای کلفت کردن می باشد. پوششهای مدرن دارای ترکیب پیچیده های از صمغها، حلالها و افزاینده ها که برای نتایج دلخواه و مشخصی ترکیب شده اند، می باشند. ترکیبها را می توان با توجه به انعطاف پذیری، ثبات، تغییر درجه حرارت، زمان خشک شدن، روشهای بکارگیری، شکل ظاهری، مقاومت در برابر زنگ زدگی، اسید رطوبت، نور خورشید، مواد ساینده و قابلیت تاثیرگذاری تنظیم کرد. پوششهای مواد آلی را نیز می توان بصورت ورقه های نازک کاغذی یا پلاستیکی که به سطوح چسبانده می شوند شکل داد. بعضی از تخته سه لاها را با این نوع پوشش کامل می کنند تا از دانه دانه شدن و شکاف برداشتن تخته در کارهای فضای باز جلوگیری شود. ورقه های نازک پلاستیکی که با فلز یا چوب متورق شده، نیز در دسترس می باشد.

چسبهای اولیه شامل مواد طبیعی همچون، سریش، سفیده تخم مرغ، و صمغهای گیاهان یا درختها بودند، بعد ها روغن درخت جلا و برک مورد استفاده قرار گرفت، از نظر قدمت، چسبهای مصنوعی جدیدترین انواع چسب می باشند. اکثر صمغها یا چسبهایی که امروزه بکار می روند از نوع مصنوعی هستند. به ثبت رسیدن



اختراع نیتروسولوز در سال ۱۸۶۹ و پیشرفت آن در صنعت لاک راه را برای رشته گسترده ای از صمغها مصنوعی باز کرد. بعضی از رنگها مدرن شامل مواد زیر می باشند: استات سلولز، اتیل سلول، اکریلیک، وینیل و الکید، صمغهای فنل، اپوکسی ها، استیرن، پلی سترها، اورتین ها و سیلی کونها. حلالهای اولیه شامل آب و تربانتین بودند. امروزه، اگرچه با توجه به فرمول چسب مورد استفاده از انواع حلالهای گوناگون استفاده می شود ولی هنوز هم آب، تربانتین، الکل، الکل معدنی، استن و رقیق کننده لاک عام ترین حلالها بشمار می روند. در سالهای اخیر، پوششهایی که در آنها آب بعنوان حلال بکار رفته بیشتر مورد توجه است زیرا آب مشکل استفاده از حلالهای قابل اشتعال که پیچیده و نا مطلوب می باشد را برطرف می کند.

فرایند "خشک کردن" در پوششهای مواد آلی اولیه مثل رنگهای روغنی و لاکها، نسبتاً ساده است بدین صورت که حلال تبخیر می شود و مواد چسب اکسید شده بصورت ورقه نازکی باقی می ماند. صمغهای مصنوعی جدید سیستمهای پیچیده تری از پلی مریزاسیون که حاصل تغییر یافتن از ورقه نازک مایع به جامد است، را در برمی گیرند. در طول پلی مریزاسیون، واکنشهای شیمیایی نه تنها در مواد پوششی بلکه در رابطه با سطحی که پوشش داده می شود نیز صورت می گیرد. در فرمول رنگها و پوششها مسائل بسیار حساس شامل موارد زیر است: روش بکارگیری، حلال یا رقیق کننده و مقداری که بکار می رود، مقدار کاتالیزور یا نسبت کل مخلوطی که بکار می رود، درجه حرارتی که پوششها در آن درجه بکار گرفته می شوند، درجه حرارت مواد پوششی و شرایط سطحی که پوشش روی آن کشیده می شود. بیاد داشته باشید که ورقه های نازک یا رسوبات مواد صیقلی یا پرداخت ممکن است با مواد پوششی هماهنگ نباشند.

سازندگان قابل اتکاء معمولاً ترکیبات خود را بر اساس نتایج آزمایشان گسترده تهیه می کنند. برای آماده کردن سطوح کار، بکار بردن مواد پوششی و بکار بردن مواد بصورتی که کارخانه سازنده توصیه نموده است، باید از راهنمائیهای خاصی دقیقاً و بطور جدی پیروی نمود. هنگام بکار بردن مواد پوششی عمده معتبر را انتخاب کنید



که رنگ خاصی را بعنوان محصول اصلی تولید می کند. اگر دوام پوشش مورد نظر است از بهترین موادی که عرضه شده است استفاده کنید، ارزان خریدن مواد پوششی فایده ای ندارد و با خریدن رنگهای ارزان نمی توان نتایج مطلوب را بدست آورد. معمولاً مقدار اجزاء مطلوب یک رنگ ارزان قیمت کمتر از لازم می باشد.

### پوششهای صیقلی دهنده

انواع متعددی از پوششهای صیقلی دهنده برای پرداخت یا آب بندی چوب، فلز، بتن و مواد دیگر جهت کارهایی فضای بسته و باز وجود دارد. هنگامی که قرار است مجسمه در فضای بسته باقی بماند پرداخت صیقلی مسئله ای ایجاد نمی کند. با وجود آنکه پیشرفتهای بزرگی در کارهای مخصوص فضای باز بدست آمده است ولی هنوز پوشش کاملاً با ثباتی برای این مجسمه ها وجود ندارد. پرداخت یا باسازی مجدد پوششها بصورت اجتناب ناپذیر باقیمانده است. تعدادی از مواد پرداخت صیقلی که براحتی در دسترس قرار می گیرند به قرار زیر می باشند:

### لاک شیشه ای

مواد صمغی تصفیه شده که دانه های لاک شیشه ای را تشکیل می دهند از لاک بدست می آیند. لاک ماده ای صمغی است که از آسیای جنوبی بدست می آید. این ماده روی شاخه های درختان بخصوصی بوسیله حشره لاک ته نشین می شود. دانه در الکل حل می شوند. درجه حل شدن معمولاً ۱/۳۶۰ یا ۱/۸۱۳ کیلو در هر گالن می باشد. (عموماً تحت عنوان درجه سه یا چهار پوندی (۴۵۳ گرم) خوانده می شود) این ماده در ساده ترین و ارزاترین حالت و با عنوان لاک شیشه ای پرتقالی شناخته شده است و هنگامی که سفید می شود لاک شیشه ای سفید خوانده می شود. لاک شیشه ای پرتقالی ماده آب بندی کننده ای است بسیار عالی و ارزان که برای قالبهای گچی، چوب، تخته های مدل سازی، چارچوبهای چوبی و در کارهایی که سطح ظاهری کار مورد نظر نیست، مناسب است. لاک شیشه ای سفید باید بعنوان ماده پرداخت بکار برده شود، این ماده برای آب بندی کردن چوب رنگ شده یا گچ بسیار مناسب است. از آنجائیکه این ماده مواد رنگی زیادی ندارند - مقاومتر در



برابر رطوبت زیاد نیست معمولاً بعنوان ماده آب بندی درجه متوسط بکار می رود و پرداخت نهایی با لاک<sup>۱</sup> روغن جلا یا موم را بعد از آن بکار می برند. هنگامی که قرار است سطح کار رنگ شود امروز لاک شیشه ای رنگ دار سفید بعنوان ماده آب بندی چوب و غیره بکار می رود.

## لاک

هنگامی که وسایل اسپری کردن (پاشیدن) در دسترس است، مواد آب بندی و پرداخت لاک یکی از بهترین روشهای پرداخت چوب و فلز برای کارهای فضای باز و بسته می باشند. لاک ورقه نازکی بوجود می آورد که بسیار مقاوم و مناسب است. در میان سیستمهای پوششی صیقلی لاک از همه کمتر رنگش مستعد زرد یا بیرنگ شدن می باشد و این ماده بعنوان ماده پرداخت جلا، نیمه جلا و ساده در دسترس می باشد. مقادیر جزئی از این ماده در قوطیهای اسپری فشرده، وجود دارد. صمغهای نیتروسولوز اساساً اولین صمغ مصنوعی بودند که در لاک بکار می رفتند. بهر حال امروز بیشتر لاکها مخلوطی از صمغها می باشند، بسیاری از این لاکها دارای آلکیدها، وینیل، اکریلیک یا مشتقات لاستیک هستند. مواد آب بندی لاک بیشتر متمایل به داشتن خصوصیات سنباده ای می باشند و غالباً نسبت به لاک شیشه ای مرجح هستند.

## روغنهای جلا

در آغاز برای تولید روغن های جلا، صمغهای طبیعی درختان را در ترابانتین یا حلالهای دیگر حل می کردند. بعدها، چسبها شامل روغن بزرگ، روغن درخت چینی و انواع دیگر گردید. امروزه، صمغهای مصنوعی که شروع کرده اند به مسلط شدن بر بازار، تا حدی پیشرفت نموده اند که بعضی از مشکلات روغنهای جلای اولیه را به حداقل می رسانند. دوام روغن جلای صمغ طبیعی بعنوان یک ماده فضای باز همیشه محدود بوده است، از بین رفتن رنگ ورقه نازک روغن جلا در طول زمان نا مطلوب است. امروزه روغن جلاهای مصنوعی با لاکها و ماد صمغ طبیعی برابری می کنند یا بر آنها تفوق دارند. اگر چه ثابت شده است که روغن جلا صمغ اورتین



قابل اتکاء ترین پوشش برای کارهای فضای باز و بسته می باشد و لی رنگ پدیدگی یا زرد شدن این ماده در نور خورشید هنوز مشکلی است که با آن توأم است.

### مومها

موم طبیعی همچون موم زنبور عسل و موم مصنوعی مثل پارافینی که با تربانتین یا الکل معدنی رقیق شده، را میتوان برای آب بندی کردن یا حفاظت سطوح بکار برد. محلولهای موم پاک کننده بدین صورت تهیه می شوند: موم را در یک دیگ بخار دویل ذوب می کنند و آنرا از اجاق خارج نموده حلال را به آن می افزایند، سپس دوباره دیگ را در اجاق قرار می دهند و آنرا گرم می کنند تا موم و حلال مخلوط شوند.

برای آب بندی کردن گچ، بتن یا مواد معدنی جاذب آب و مخلوطهای گچ یا سیمان نسبت یک قسمت موم به پنج تا هشت قسمت حلال را می توان بکار برد. هنگام گرم کردن موادی که اساس حلالی دارند باید دقت کرد: بهترین حالت آنست که محلولها را در دیگ بخار دویل و روی یک اجاق برقی که المان حرارتی اش آب بندی است حرارت بدهیم. برای حفاظت سطوحی که روغن جلا، لاک یا رنگ خورده اند می توان از مومهای سریشی تجاری و مایع هم استفاده کرد. موم را برای کدر کردن محللهای درخشانده سطوح هم می توان بکار برد. سطوح اکسید شده را می توان با موم سریشی حفاظت کرد.

### ایپوکسی

صمغهای ایپوکسی صیقلی برای پوشش مداوماً پیشرفت کرده اند. در بعضی موارد این مواد بعنوان یک پوشش فلزی از اورتین بهتر انگاشته می شوند. نقص اصلی این ماده تمایل آن به گچی شدن بعد از آنکه مدتی طولانی در معرض آفتاب و جو قرار گرفت، می باشد.

### پوششهای رنگ شده

پوششهای رنگ شده را می توان به دو دسته تقسیم کرد: پوششهای آغازی و پوششهای نهایی.



## پوششهای آغازی

این پوششها معمولاً برای آنکه بعنوان یک پوشش متوسط عمل کنند، طراحی می شوند. این مواد ممکن است بعنوان ماده آب بندی عمل کنند. یا اینکه برای افزودن یا ابقاء اتصال مکانیکی بکار روند و سطح را برای پرداخت و کار بندی نهایی مناسب سازند، در این مورد، ظاهر سطح از اهمیت کمی برخوردار است و رنگ با توجه به قابلیت های دیگر که دلخواه هستند انتخاب می شود. از آنجائیکه این پوشش تعیین کننده تأثیر پرداخت نهایی با پوشش رویی است، دارای اهمیت شایانی می باشد. اگر وظیفه اصلی پوشش آغازی آب بندی کردن سطح و کاستن خلل و فرجها می باشد، بیشتر از یک رنگ روغنی لاک شیشه ای، لاک، وینیل یا آلکید استفاده می شود. این مواد بر روی قطعات گچی، چوبی یا بتنی خوب عمل میکند. بعضی از پوشش های آغازی رنگی در خود پر کننده هم دارند تا به کمک پرکننده خلل و فرجهای قطعه پر شود. اگر قرار باشد که سطح سائیده شود، تسهیلات پیشرفت یک پرداخت ظریف با پوششهای آغازی که ماده اصلیشان لاک است غالباً بهترین ماده قابل سائیدن را بدست می دهد. مواد پوششی آغازی از جنس لاک که ماده اصلی اش اکریلیک است را باید بر روی سطوح پشم شیشه ای بکار برد. اگر بخواهند که سطح نهایی نمای شفاف داشته باشد، مجسمه ساز از مواد پوششی سفید استفاده می کند. اگر پوشش کدر مورد نظر باشد می توان مواد پوششی آغازی رنگی را مورد استفاده قرار داد، تا به پنهان کردن ذرات سطح یا نقیصه ها کمک کند. رنگی کردن مواد پوششی آغازی با یک عامل رنگی عادی کاری معمول می باشد. علاوه بر به انجام رساندن کارهایی که در سطور بالا ذکر شد، مواد پوششی آغازی هنگامی که روی یک فلز زده می شوند نقش دیگری نیز دارند و آن جلوگیری از زنگ زدن فلز می باشد. افزودن بعضی از رنگها به یک چسب مناسب مانع ایجاد واکنش الکترو شیمیایی یا پوسیدگی، روی سطح فلز می گردد. اگر انتظار داریم که پوشش به دوام معقول فلزات آهنی بیفزاید، این نوع مواد پوششی آغازی بسیار اساسی است.



مواد پوششی قرمز سربی سالهاست که به عنوان یک ماده حفاظتی عالی برای روکش کردن فولاد شناخته شده است. پوشش آغازی از جنس کرومات روی که مانند ماده فوق برای روکش کردن فولاد مؤثر است، برای روکش کردن روی، منیزیم و آلومینیم هم بکار می رود. گرد متالیک روی در مایه های رنگی آلی و غیر آلی پوششهایی به وجود می آورد که در حفاظت از فولاد بی نهایت پر دوام است.

### پوششهای نهایی

در پوششهای نهایی، غالباً نما به اندازه عوامل مهم رنگها و چسبها اهمیت دارد. چسبها ورقیق کننده ها اساساً شبیه همان موادی هستند که در پرداخت صیقلی بکار می روند. بهر حال امروزه انواع وسیع تری از این مواد وجود دارد و با صمغهای مصنوعی که در پوششهای رنگی نقش اصلی را دارند، ترکیب مواد هم متفاوت است. تعدادی از ترکیبات عادی عبارتند از صمغ های الکید مستقیم و تغییر یافته که با قابلیت هایی که دارند از جمله زود خشک شدن و خوب نشستن روی قطعه کار، پرداخت هایی بیار عالی بوجود می آورند. این مواد و همچنین پوششهای وینیل و شیره لاستیک خام بطور وسیعی در خانه ها و پرداختهای صنعتی بکار می روند. صمغهای فنلی که بخوبی به فلز می چسبند از جمله پر دوام ترین پوششها برای کارهای مخصوص فضای باز می باشند. استر سلولز و اترها که در لاکهای تغییر یافته با صمغ استفاده می شوند بطور وسیعی برای پرداخت اتومبیل ها بکار می روند. پوششهای قوی که اساسشان بر پلی وینیل، اپوکسی، اورتین، پلی ستر، اپوکسی قیر معدنی، لاستیک کلرینه شده، اکریلیک والکید است برای دوام زیاد و کاربرد وسیع پیشرفت کرده اند. با وجود آنکه ملزومات پرداختهای فضای باز و فضای بسته شبیه هم است ولی واضح است که پوششهای فضای باز باید شرایط سخت تری را تحمل نمایند. یک پوشش باید خاصیت ارتجاعی داشته باشد زیرا باید با تغییرات درجه حرارت و انبساط حرارتی منتج از آن و انقباض مادهای که در آن بکار می رود، انطباق پیدا کند. این ماده باید در مقابل رطوبت جو، مواد شیمیایی و مواد ساینده مقاومت نماید. در بعضی موارد پوشش روی (نهایی) ممکن است متراکم بوده، مقاومت بالایی در برابر رطوبت داشته باشد، با این وجود ممکن است خاصیت مواد منفذ دار



را دارا باشد تا رطوبت بتواند خارج شود مانند ترکیباتی که برای سنگ و چوب می باشند. رنگهایی که در پوششها بکار می روند هم بصورت طبیعی هستند و هم ساخته شده . علاوه بر بخشیدن رنگ، رنگها در خارج کردن نور ماوراء بنفش و جلوگیری از خراب شدن چسبها کمک می کنند. قدرت پوشاندگی یک پوشش ممکن است در رابطه با رنگ، غلظت و اندازه ذره ای رنگ باشد. گاهی برای ضخامت بخشیدن به پوشش، رنگها یا پرکننده ها را نیز می افزایند. نسبت رنگ به مایع رنگ معمولاً حدود ۲۵ تا ۳۵ در صد حجمی می باشد. انواع گسترده ای از پوشش های رنگی که برای کارهای خانگی و مخصوصاً جهت استفاده صنعتی تولید شده اند باید برای مجسمه ساز مفید باشند. رنگهای فضای باز وینیل و لاستیک خام با حلالهای آبی که برای چوب و سنگ طراحی شده باید برای مجسمه چوبی یا بتنی مناسب باشد. پوششهای ایپوکسی، پلی اورتین، وینیل و صمغ های فنل که برای تنه کشتی ها، پلها و ساختهای فولادی هستند (جایی که محیط ساییده ای از آب و نمک و هوای نمکی وجود دارد) باید برای مجسمه های فلزی مفید باشند. این صمغ ها در رنگ های مخصوص فضای باز برای چوب و سنگ هم بکار می روند . بعضی از رنگهای ایپوکسی بر روی پشم شیشه بسیار عالی هستند . لاکهای اتومبیل، با بکارگیری نیتروسولولز ترکیب شده با الکید یا صمغهای ملامین و لاکهای اکریلیک برای پرداخت کردن فلز و پشم شیشه بسیار مناسب است. پوشش ژلاتینی رنگی صمغهای پلی ستر برای ساخت پشم شیشه ای ، همچنین رنگهایی که ماده اصلی اشان صمغ می باشد، برای چوب ، فلز و سنگ در دسترس می باشند . پوششهای پلی وینیل مثل موادی که برای خشک کردن تخته هایی کنار کشتی ها بکار می روند و غیره ، اگر یک منبع تجاری برای استعمال مواد در دسترس باشد، می توانند در مجسمه سازی کاربردی عالی داشته باشند . پوششهایی که با پودرروی پر شده حفاظ خوب و بادامی برای جلوگیری از زنگ زدگی، روی فولاد بوجود می آورد یا اینکه می توان آنها را بعنوان ماده پوششی آغازی بکار برد. مواد پوششی لاستیک ترکیب شده با کلر، که در رنگهای محدودی در دسترس می باشند برای مجسمه های چوبی یا فلزی فضای باز، می توانند مفید باشند.





## پوششهای پودری

پوششهای پودرهای نرم پلاستیک، متالیک و سفالین را می توان برای سطوح فلزی و غیره بکار برد. در این رویه، فلز یا ماده را تا درجه حرارت کمی بالاتر از نقطه ذوب پودر حرارت می دهند. پودر در حین استعمال به سطح می چسبد. حرارت دادن بعدی برای ذوب کردن ذرات و تبدیل آنها به پوششی که می توان آنرا تا ضخامت ۳۰ میلی متر رساند، مورد استفاده قرار می گیرد. چندین روش برای بکارگیری پودر وجود دارد. اشیاء در اندازه متوسط ممکن در بستر مواد جاری قرار داده شوند و این اساساً ظرفی است که در آن ذرات پودر بوسیله یک زیر سازی از هوا با فشار کم، بصورت معلق باقی می مانند. برای اسپری کردن پودر روی قطعه می توان از یک ذره پاش استفاده کرد، اسپری کردن پودری با جریان ساکن، ذرات پودر را دارای بار منفی می کند و ذرات توسط شیئی که اتصال زمین دارد بوسیله نیرویی که برق ساکن دارد جذب می شوند. در بعضی از کاربردها، هنگامی که اسپری کردن جریان ساکن مورد استفاده قرار می گیرد، لازم نیست که قطعه از پیش حرارت داده شود. فرآیند جریان برق ساکن در برخی از کاربردهایی که در آنها بستر جاری استفاده می شود نیز بکار می رود. (اسپری کردن) ذرات پودری فلزات و سفالها استفاده می شود.

مهیا کردن سطح قطعه برای آنکه با ذرات پودری روکش داده شود، شبیه سیستمهای دیگر ایجاد پوشش می باشد. در بعضی موارد، مثلاً در پاشیدن وینیل ها، یک تسریع کننده اتصال مورد نیاز است. از نظر مجسمه سازی پوششهای پودری می توانند روکشهای بسیار مقاومی روی قطعه کارهای متوسط ایجاد نمایند. از آنجائیکه تجهیزات گران است و در بکارگیری پوششها مقداری تجربه ضرورت دارد، بهرحال پیدا کردن یک شرکت تجارتي برای انجام دادن کار پوشش پودری مقرون به صلاح می باشد.

## پوششهای متالیک

قطعاتی که دارای پوششهای متالیک هستند را میتوان به دو طریق دسته بندی کرد: قطعاتی که قبل از ساخت دارای پوشش شده اند و قطعاتی که بعد از ساخت دارای پوشش گردیده اند. با وجود آنکه طریقه دوم برای



مجسمه ساز مفیدترین حالت می باشد ولی نباید نسبت به امکان ساختن مجسمه با قطعاتی که از پیش دارای پوشش شده، بی توجه بود. عام ترین فرآیندهای پوشش متالیک برای فلز عبارتند از روکش گذاری، آبکاری بدون برق، اندود کردن، اسپری کردن ذرات فلز و رسوب دادن بخار فلزات در فلزی کردن با خلاء.

## روکش گذاری فلزی

این فرایند شامل چسباندن دو لایه فلزی تحت حرارت و فشار بهم، یا ریختن مواد روکش در اطراف قطعه مغزی و متعاقباً نوردکاری قطعه برای بدست آوردن باریکه ها، ورق ها یا میل ها. اگرچه قطعات مغزی دیگر هم بکار می روند ولی عام ترین شکل روکش گذاری شامل یک لایه از فلز غیر آهنی می باشد که روی یکطرف یا دو طرف مغزی فولاد نرم قرار می گیرد. آلومینیم، مس، فولاد زنگ نزن، نیکل، سرب و آلیاژهای دیگر مورد استفاده قرار میگیرند. ورق روکش نهایی معمولاً بصورتی در نظر گرفته می شود که دارای کیفیت مقاوم در برابر زنگ زدگی باشد. از نظر مجسمه سازی، عملی ترین استفاده ورق های روکشی فولاد در ساخت فلزی، هنگامی است که تکنیک ساخت، پرچ کاری، استفاده از پیچ یا اتصال چسبی می باشد. جوشکاری فولاد روکشی امکان پذیر است، ولی یافتن پوششی که با سطح روکش در منطقه جوشکاری سازگار باشد دشوار است.

## اندود کاری

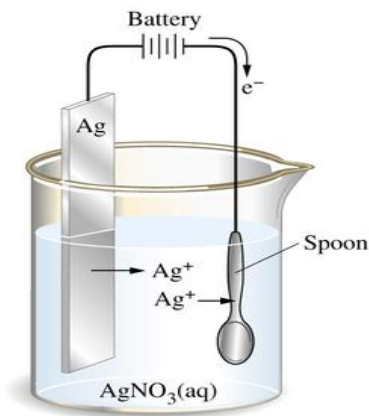
در این فرآیند، قطعه فلزی تمیز یا شیئی را در ظرفی از فلز مذاب، غوطه ور می نمایند، در نتیجه پوششی روی قطعه غوطه ور شده رسوب می کند. روشهای بکارگیری در کاربردهای صنعتی این پوششها روی مقادیر زیاد از ورق یا اشکال دیگر کاملاً پیچیده می شود. فلزات زودگداز همچون روی، سرب و آلومینیم روی فولاد بکار می روند. احتمالاً آشناترین نوع، عمل بسیار با سابقه گالوانیزه کردن یا کشیدن پوشش روی بر ورق یا اشیاء فولادی برای ضد زنگ نمودن آنها می باشد. در سالهای اخیر، صنعت فولاد رویه پیچیده ای برای غوطه ور سازی ورق فولادی در پوشش آلومینیمی بوجود آورده است پوشش آلومینیمی که شدیداً برای ساختمانهای فلز



و تعداد بی شماری از کاربردهای دیگر توصیه می شود، دارای حدود هشت درصد سیلی کون می باشد و گفته می شود که قابلیت ضد زنگ بودن آن چهار برابر روکشهای روی است. در مورد مجسمه های ساخته شده، برای بدست آوردن قابلیت بصری یا هنگامی که ضد زنگ بودن مجسمه ضرورت دارد می توان از روی، آلومینیم و مواد پوششی دیگر استفاده کرد. این مواد پوششی را میتوان بارنگ طبیعی خودشان که کمی با اکسید شدن ملایم شیمیایی تغییر می کند باقی گذاشت یا اینکه آنها را بعنوان پوشش آستر بکار برد و رویشان را رنگ زد. تکنیکهای ساخت شبیه تکنیکهایی است که برای مواد روکش گذاری پیشنهاد شد. در ساختهایی که در آنها جوشکاری بکار رفته برای پوشاندن نقاط جوشکاری قوطی اسپری یا قلم مو برای بکار زدن پوششهای آلی آلومینیم و روی در دسترس می باشد. برای مجسمه سازانی که یک قطعه کار فولادی با پرداخت غیر قابل فرسایش نقره ای را می پسندند، در اکثر شهرهای بزرگ اندود روی براحتی در دسترس می باشد و می تواند برای این مجسمه سازان بطور خاصی مفید واقع شود. در این مورد ابتدا قطعه را خوب شن شویی می کنند تا سطح آن تمیز شود و سپس آنرا در فلز مذاب غوطه ور می سازند پرداخت حاصل که از جنس روی است را می توان با یک پرداخت تمیز و رنگ خورده شیمیایی حفاظت نمود، یا اینکه رنگ طبیعی آنرا که بعد از قرار گرفتن در معرض جو خاکستری تیره است، مورد استفاده قرار داد.

## آبکاری برقی

آبکاری برقی پوششی فلزی را روی فلز یا مواد دیگر رسوب می دهد. شیئی که باید پوشش داده شود را در محلولی که در ارتباط با فرایند ایجاد پوشش دلخواه می باشد، بصورت معلق نگه می دارند. یک آند از فلز آبکاری را به سمت مثبت جریان متصل می کنند و قطعه کار را به سمت منفی متصل می نمایند. در حالیکه جریان جریان الکتریسته از محلول عبور می نماید، فلز روی قطعه کار رسوب می کند.



تصویر ۱- آّبکاری برقی

نوع محلول، درجه جریان الکتریسیته، مدت غوطه دادن، موقعیت آند درجه حرارت و شکل شیء، همه غلظت، ضخامت و یکپارچگی پوشش را تعیین میکنند. کادمیوم، روی، نقره، طلا، قلع، مس، نیکل، کرومیوم و آلیاژهای آنها بعنوان مواد آّبکاری مورد استفاده قرار می گیرند. سطح قطعات غیر فلزی قبل از آّبکاری به تمهیدات خاصی نیاز دارند. پلاستیک های قابل آّبکاری هم در دسترس می باشند. گچ یا قطعات غیر فلزی دیگر را می توان با رنگ هادی دارای پوشش نمود. قطعات متخلخل را باید کاملاً آب بندی کرد. رنگ هادی شامل یک لاک یا روغن جلا که شدیداً با یک گرافیک، مس یا نقره رنگی شده است، در مرحلا بعد می توان قطعه را در محلولهای آّبکاری مرسوم، آّبکاری نمود. غالباً آّبکاری روی فلز چندین پوشش غیر مشابه که برای حصول نتایج دلخواه استعمال شده، را بکار می گیرد. برای مثال پوششهای کروم معمولاً دارای آسترهایی از مس، نیکل یا کادمیوم می باشند. آّبکاری های کادمیوم کادمیوم و روی ضد زنگ ترین پوششها را تشکیل می دهند ولی بخوبی بعضی از اندودهای روی و پوششها آلومینیم کار نمی کنند. معمولاً پوششها مس یا آلیاژ مس روی فولاد از نظر ضد زنگ بودن رضایت بخش نیستند و این بخاطر واکنش های الکتریکی - شیمیایی بخصوص آنها در مقابل فولاد است.



فرآیند های آبکاری را می توان با قیمتی نسبتاً معقول مناسب برای مجسمه ساز انجام داد. کارخانه های مدرن آبکاری برقی هم دارای تسهیلات تمیز کردن قطعه هستند و هم آبکاری قطعه و می توانند برای دلخواه ترین و ضروری ترین ضخامت پوشش راهنمایی لازم را ارائه دهند. معمولاً مقرون به صلاح آن است که اندازه تانکر تسهیلات آبکاری را در منطقه خودتان تعیین نمائید. اگر لازم شد، می توان قطعه کار را در چند قسمت طراحی نمود تا در تانکر آبکاری جا بگیرد و بعد از آبکاری می توان دوباره قسمت‌ها را سرهم کرد.

یکی از فرآیندهای آبکاری برقی که توسط برخی از مجسمه سازان بکار رفته، آبکاری فتیله ای است. در این فرآیند یک سیستم هادی از یکسو کننده آبکاری یا منبع قدرت به قطعه فلزی متصل می گردد، سیم هادی دیگر به یک عقربه آند که در کهنه کتابی پیچیده شده وصل می شود، کهنه را در محلول آبکاری غوطه ور می سازند و آنرا روی قطعه فلزی می مالند. آبکاری فتیله ای رسوبات متراکمی بوجود می آورد که با محلولهای آبکاری خزینه ای برابر است یا آنها تفوق دارد. امتیاز مشخص این سیستم آنست که در این روش آبکاری اتفاقی بدون نگه داری تانکرهای بزرگ محلول های آبکاری، امکان پذیر است، مجسمه های که تا حدی بزرگند و نمی توان آنها را در تانکر آبکاری قرار داد را می توان آبکاری نمود و می توان روی شکل‌های نامنظم که با آبکاری مرسوم خزینه ای رسوب یکنواخت رویشان را نمی گیرد، آبکاری کرد. سطوح غیر فلزی را می توان ابتدا دارای پوشش هادی نمود و سپس رویش آبکاری فتیله ای به کاربرد. کادمیوم، روی، مس، نیکل، طلا، نقره و فلزات دیگر را می توان با این فرایند رسوب داد.

### آبکاری بدون برق

با غوطه ور ساختن آلومینیم، روی، آلیاژهای مس، آهن و فولاد در محلولهای شیمیایی می توان روی آنها رسوباتی از کادمیوم، برنج، مس، طلا، سرب، نیکل، پالادیوم، پلاتین، رودیوم، نقره، قلع به وجود آورد. این محلول ها شامل سولفاتهای فلزی، کلرید ها، اکسید ها و نیتراهای در ترکیب با مواد شیمیایی دیگر می باشند.



درجه حرارت محلول گوناگون است از درجه حرارت اتاق گرفته تا ۱۲۴ درجه سانتی گراد. محلول های که به طور تجاری تهیه شده اند نیز در دسترس می باشند. فلزی کردن (پاشیدن شعله ای). فلزی کردن با یک اسپری شعله ای، فرایندی است که در آن فلز مذاب روی سطح ماده دیگر پاشیده می شود.

فلزاتی که پاشیده می شوند می توانند آلومینیم، برنز، برنج، مس، سرب، فولاد زنگ نزن، فولاد، روی کادمیوم و نیکل باشد. این فرآیند پیستوله ای را بکار می گیرد که به یک سیم تغذیه، هوا و اکسید استیلن متصل است. در حینی که سیم از طریق پیستوله تغذیه می شود، شعله اکسی استیلن (شعله کاربیدی) سیم را ذوب می کند. فورانی از هوا فلز مذاب را از پیستوله خارج می نماید و آنرا روی قطعه کار می پاشد. این پیستوله و کمپرسور هوای مناسب آن خیلی گرانقیمت هستند و معمولاً مجسمه ساز نمی تواند آنها را خریداری نماید مگر آنکه بخواهد با این فرآیند تجارت گسترده ای را به مرحله اجرا درآورد. برای پوششهای اتفاقی، کارگاههای مخصوص فلزی کردن وجود دارد که کارهای فردی را انجام می دهند و اکثر شهرهای اصلی می توان این کارگاهها را یافت.

برای کارهای فولادی مخصوص فضای باز تنها پوششهای عملی عبارتند از: روی، کادمیوم و آلومینیم، پوششهای همچون مس، برنج، نیکل و نقره بر روی قطعه کار فولادی بخاطر عمل گالوانیکی بین فلزات، به سرعت خراب می شوند. پوششهای روی یا آلومینیم هنگامی روی فولاد قرار می گیرند سطحی بوجود می آورند که قابلیت ضد زنگ بودنش فوق العاده بادوام است. آماده کردن سطح برای فلزی کردن سطوح فلزی شامل شن شویی قبل از بکار زدن پوشش می باشد. بسیاری از پوششهایی که برای فولاد مناسب نیستند، بطور بالقوه بر روی چوب، پلاستیک، سفال، گچ و پارچه، مفید می باشند. آلیاژهای زودگداز مانند آلومینیم و روی، عملی ترین مواد برای پارچه می باشند. برای آلیاژهای که نقطه ذوب بالاتری دارند مثل مس یا برنز، اشکال چوبی و پلاستیکی را ابتدا با یک آلیاژ زودگداز تر همچون قلع، روی، سرب یا آلومینیم می پوشانند. سطوح پلاستیکی یا چوبی باید



کاملاً تمیز و خشک باشند. چوبهای صمغی مثل کاج یا سرو را نباید مورد استفاده قرار داد. گچها سخت همچون هیدرستون یا هیدروکال را باید با ماسه نرم شن شویی کرد. پوششهای فلزی روی سفالها را موقعی بکار می گیرند که سطح قطعه داغ باشد یا اینکه سطح را می توان شن شویی کرد تا قابلیت چسبناکی پیدا کند. ایجاد پوششهای فلزی بر روی پلاستیکها همچون پلاستیک مستحکم شده با پشم شیشه، امکان پذیر است، بهر حال قبل از بکار زدن پوشش باید سطح قطعه کار را شن شویی کرد. سطوح پشم شیشه ای باید متراکم و کاملاً بی حباب باشند در غیر اینصورت در نتیجه شن شویی حفره هایی روی سطح بوجود می آید. با وجود آنکه سطوح اسپری شده شعله ای دارای نمای حصیری و شن شویی شده می باشند ولی می توان آنها را با چرم پرداخت کرد یا صیقل داد و به سطحی براق تبدیل نمود.

### فلزی کردن در خلاء

این فرایند مخصوصاً روی قطعات کوچک پلاستیکی که از قبل آستری رویشان کشیده شده و در محفظه خلاء قرار داده شده اند صورت می گیرد. در خلاء تبخیر نمودن فلز از یک المان حرارتی الکتریکی از جنس تنگستن بدون اکسید شدن فلز، امکان پذیر است. فلز از روی مار پیچ ها تبخیر می شود و روی قطعه پلاستیکی قرار می گیرد. پرداخت حاصل معمولاً یک سطح روش از آلومینیم می باشد که نسبتاً شکننده است و می توان آنرا با پوشش رویی حفاظت کرد.

### پوششهای تبدیلی

این پوششها با تغییر یافتن شیمیایی سطح قطعه بوجود می آیند. این روکش تبدیلی ممکن است منتج به تشکیل ورقه های نازک و غیر آلی گردد که بطور مناسبی خودش در برابر زنگ زدگی مقاوم است یا اینکه این ورقه ممکن است بعنوان پوشش آستر برای بکارگیری پوششهای بعدی عمل کند. فرایندهای تبدیلی شامل پوششهای فسفات، کرومات، آندیک و پوششهای اکسیدی می باشند.



## پوششهای فسفات

پوششهای فسفات شامل ترکیبات آهن، روی و منگنز می باشند که ورقه ضد زنگ نازکی را روی فولاد بوجود می آورند و رنگ خوبی روی این پوششها می نشیند. این پوششها را می توان برای وجود آوردن سطوحی که قابلیت رنگ خوریشان بیشتر است، بر روی آلومینیم و روی، هم بکار برد. این محلول در صنعت به طور وسیعی در کارهای اسپری و اندود کردن بکار می روند. محلولهای فسفات در بازار به راحتی در دسترس قرار می گیرند و مجسمه سازان می تواند آنها را براحتی با یک قلم موی دستی یا اسپری بکار برد. با وجود آنکه نباید روی قطعه کار روغن یا گریس باشد، بعضی محلولها را می توان روی سطوحی که زنگ زدگی دارند، بکار زد این محلولها را طوری تهیه نموده اند که عوامل تولید زنگ را خنثی و نابود می سازد و ورقه ضد زنگ نازکی باقی می گذارد که خود برای چسبیدن پوششهای بعدی مناسبتر است. برای حصول بهترین نتیجه در پوشش فولاد باید برای فرایند فسفات از قبل یک پوشش آستر بوجود آورد. اگر متوقع خوب چسبیدن پوشش روی سطوح روی و آلومینیم هستیم باید این سطوح را بوسیله فسفات یا فرایندهای دیگر مستعد نمائیم. پوشش فسفات علاوه بر استفاده که در آماده سازی سطح برای رنگ زدن روی آهن، فولاد و فولاد با پوشش روی دارد، رنگ نقره‌های آن یعنی خاکستری مایل به سیاه از نظر زیبایی شناسی نسبتاً مطبوع است و ارزش آنرا دارد که بعنوان رنگ نهایی در نظر گرفته شود. اگر فسفات بعنوان پرداخت نهایی بکار می رود، باید آنرا با کیفیتی عالی و با سطح نهایی تمیز، آب بندی کرد.

## پوششهای کرومات

پوششهای کرومات برای مقاومت در برابر زنگ یا برای بدست دادن سطوحی که قابلیت رنگ خوریشان بیشتر است، بکار می روند. در این فرایند، محلولهای کرومیوم بر روی سطوح کادمیوم، روی، آلومینیم، مس، نقره یا منیزیم استفاده می شود. برای بدست آوردن سطوح رنگی بعد از بکار زدن کرومات روی سطح می توان قطعه را در محلولهای رنگ غوطه ور ساخت.





## پرداختهای اکسید

سالهاست که پرداختهای اکسیدی بوسیله مجسمه سازان و در صنعت بکار می رود. با وجود آنکه استفاده از انواع بی شماری از رنگها امکان پذیر است در بسیاری از فرایندها لازم است که قطعه کار در محلولهایی که حرارتشان بالاتر از درجه حرارت اطاق است غوطه ور گردند. این کار عملی نیست، مگر در مورد قطعات کوچک، در نتیجه مجسمه ساز مجبور می شود که محلولهای مورد استفاده خود را به محلولهایی محدود سازد که می توان آنها را با قلم مو، کهنه یا اسپری روی سطح قطعه بکار زد.

پرداخت اکسیدی نتیجه اکسیدها یا نمکهای تشکیل شده روی سطح فلز بخاطر واکنش در برابر محلول شیمیایی می باشد. محلولهایی که خیلی غلیظ هستند ممکن است ورقه های شکننده ای بوجود آورند که فاقد قابلیت چسبندگی به سطح می باشند. سطوح اکسیدی بطور طبیعی پایدار نیستند مگر آنکه با پوششی از موم، روغن یا لاک حفاظت شوند. موهای سریشی تجاری یا لاکهای صیقلی را می توان بکار برد. با مالیدن روغن بزرک یا لیمو روی سطح کار می توان ورقه نازکی از روغن حفاظتی رسوب داد. گاهی سطح مجسمه مخصوص فضای باز را پوشش نمی دهند. مخصوصاً مجسمه های فواره ها را که در آنها آب سریعاً نوع پوشش حفاظتی را از بین می برد. پرداخت اکسید شیمیایی بسادگی برای برای آغاز زنگاری شدن مورد استفاده قرار می گیرد، به مواد شیمیایی طبیعی در هوا اجازه داده می شود تا فرایند را ادامه دهند. برای بدست آوردن نتیجه دلخواه در اکثر موارد، سطح قطعه باید تمیز باشد. برای تمیز کردن می توان از حلال ویژه یا فرایندهای تمیزکاری استفاده نمود. برای بعضی از پرداختها بعد از تمیز کاری قطعه را شن شویی می کنند یا با مواد یا با پرداخت می نمایند یا روی قطعه برس سیمی می کشند و غیره. برای پرداخت بعضی از سطوح برای پرداخت بعضی از سطوح، بعد از بکارگیری سطح اکسیدی، قطعه را با چرم پرداخت می کنند، روی آن برس سیمی می کشند، با یک سریش سنگ خارا که بیشتر موادش آب است سطح قطعه را مالش می دهند یا اینکه با یک ترکیب بدون روغن قطعه را صیقل می دهند. این کار اکسیدهای سطح را کنار می زند و سطحی با کیفیت شفاف و براق در پوشش سطح



بوجود می آورد و به جلای فلز امکان می دهد تا از درون ورقه نازک اکسید خود را بروز دهد. اکثر کاربردی های کهنه، اسپری یا قلم مو باعث بوجود آمدن سطوح سیاه، سبز، قهوه ای یا خاکستری می شود. با وجود آنکه در گذشته، مجسمه سازان محلولهای اکسیدی خود را ترکیب می کردند، هنگامی که ترکیبات تجاری دردسترس باشد، اینها ارجحیت دارند. برای بدست آوردن رنگ سیاه روی فولاد، آلومینیم، روی، مس، آلیاژهای مس، چوب درخت غان (Birch wood Casey) محلولهای بسیار خوبی دارد.

برای بدست آوردن رنگهای سیاه و قهوه ای روی مس و آلیاژهای مس می توان ۱۲۴ تا ۲۴۸ گرم سولفید آمونیم یا سولفید پتاسیم را به یک گالن آب افزود. این ماده را می توان در درجه حرارت اطاق بکار برد و ممکن است پیش از یک بکاربندی را در برگیرد. با روشهای ساده و متعددی می توان بر روی برنز و آلیاژهای مس به رنگ سبز دست یافت. رنگ زدن منقوط یا اسپری کردن فلز با محلولی از ۶۲ تا ۱۲۴ گرم کلرید آمونیم در هر ۱/۴ گالن آب پرداختی کم رنگ از آبی متمایل به سبز بدست می دهد. قبل از بکار زدن هر لایه اجازه بدهید که لایه قبلی خشک شود. برای بدست آوردن نتیجه دلخواه ممکن است بکار زدن چهار لایه یا بیشتر لازم شود. رنگ زدن منقوط یا اسپری کردن فلز با پوششهای مکرر از ۱۵۵ یا ۱۸۶ گرم نیترات مس در هر ۱/۴ گالن آب، ته رنگ متمایل به قهوه ای که ته رنگ سبز - آبی بخود می گیرد را بوجود خواهد آورد. بکار بردن پوشش نهایی محلول کلرید آمونیم رنگ فلز را سبزتر می کند. بکار بردن پوششی نهایی از محلول نیترات مس بر روی آبی کم رنگ که حاصل محلول کلرید آمونیوم است رنگ آبی کم رنگ را تغییر داده به ته رنگ سبزتری تبدیل می کند. همچنین می توان ابتدا رنگ فلز را با محلول امونیم یا پتاسیم تیره کرد تا قبل از بکارگیری رنگ سبز به فلز ته رنگ تیره ای ببخشد. با حرارت دادن جزئی فلز بوسیله مشعل کاربیدی در حینی که محلول بکار برده می شود، می توان با محلول نیترات مس بطور سریع به رنگ سبز روشن دست یافت. در حالیکه زنگاری کردن پیشرفت می کند، می توان بطور اتفاقی محلول سولفید آمونیم را روی سطح پاشید، این کار را در صورتی انجام می دهیم که نقاط تیره بیشتری مورد نظر باشد. برای آشنا شدن با رنگهایی که بوجود می آید، خوب است



که روی باریکه های فلزی نمونه با انواع این محلول ها، آزمایشهایی انجام دهیم. فلز باید تمیز باشد، با این وجود با بکار بردن محلولها بر روی جوش مس، برنج، برنز ریختگی بدون زدودن اکسیدها می توان به نتایج جالبی دست یافت. می توان فلز را شن شویی کرد یا با کشیدن کهنه ای که به محلولی که به محلولی از یک قسمت اسید نیتریک و هشت قسمت آب آغشته است فلز را تمیز نمود و سپس آنرا آب کشید. قبل از بکار بردن محلول اسید باید روغنهای روی فلز را بایک پاک کننده میز نمود. سطوحی که شن شویی شده اند در برابر محلولهای شیمیایی سریعتر از سطوحی که با وسایل دیگری تمیز شده اند، واکنش نشان می دهند. هنگام بکار بردن محلولها، ممکن است واکنشها و نتایج متفاوتی ایجاد شود. برای مثال آلیاژ مس اگر دارای درصد زیادی روی باشد در مقابل یک فرمول مفروض واکنش متفاوتی نسبت به موقعی که میزان روی آلیاژ کم است، نشان می دهد. علاوه بر رنگهای سبز، سیاه و قهوه ای، رنگهای دیگری را هم می توان با محلولهای اکسیدی روی سطوح بوجود آورد. در کتابهای مربوط به مجسمه سازی یا پرداخت فلز و رنگ آمیزی فلز، می توان به ترکیبات متنوع و متعددی برای این محلول دست یافت.

### پوششهای آنودی

آنودی کردن آلومینیم و منیزیم که براحتی در شرکتهای آبکاری در دسترس قرار می گیرند هم فرایندهای الکتریکی را در بر می گیرند و هم فرایندهای شیمیایی را. قطعه کار بعنوان آند خواهد بود و آنرا در محلول در آب و اسید سولفوریک یا اسید کرومیک غوطه ور می سازند. در حینی که جریان برقرار می شود اکسید نسبتاً نرمی تشکیل می شود. این ورقه نازک سخت می گردد و با غوطه ورسازی مجدد آن در آب جوشان یا با قرار دادن آن در معرض بخار، آب بندی می شود. قبل از انجام این عمل نهایی ورقه نرم قابلیت جذب بیشتری دارد و براحتی با عوامل رنگی، رنگ می پذیرد. سطح آب بندی نهایی سخت و بسیار با دوام و رنگ نزن می باشد و شبیه سطح اکسیدی حفاظتی طبیعی است.



آندی کردن مجسمه نسبتاً عملی است؛ تانکرهای بزرگ آندی کردن که برای قطعات معماری بکار می رود، براحتی در دسترس قرار می گیرد و بسادگی می توان آنها را با نیازهای مجسمه سازی تطبیق داد. اگر قرار است یک مجسمه آلومینیمی آندی شود، باید در مورد آلیاژی که بکار می رود دقت زیادی مبذول کرد، زیرا بعضی از آلیاژها راحت تر سطح آندی و رنگ را بخود می گیرند. آلیاژهای شماره ۵۰۰۵ و ۵۰۵۰ و ۶۰۶۳ برای این فرایند بسیار مناسبند. آلیاژ ۶۰۶۳ در اغلب موارد برای قطعات معماری که قرار است آندی شوند بکار می رود.

در مورد مجسمه آلومینیم جوشکاری شده باید دقت نمود که آلیاژ جوش و آلیاژ قطعه هماهنگ باشند. از آنجا ئیکه ترکیب منطقه جوشکاری متمایل به متفاوت بودن با آلیاژ اصلی قطعه می باشد برای بدست آوردن رنگ و بافت یکنواخت با دشواری روبرو خواهیم شد.

## رنگ زنی

گاهی ممکن است تغییر دادن رنگ قطعه بطور جزئی یا بطور قابل توجه مورد نظر و دلخواه باشد و این در حالی است که می خواهیم مقداری از رنگ و خصوصیات قطعه اصلی را حفظ کنیم. رنگ زدن با مواد شفاف که در خود دانه های رنگی یا رنگینه هایی دارند رویه عامی است برای حصول این نتایج روی بسیاری از مواد. معمولاً یک رنگ شامل سه جزء اصلی می باشد: دانه های رنگی برای رنگی کردن، قسمت مایع رنگ که بعنوان چسب عمل می کند و ذرات رنگی یا دانه های رنگی را متصل بهم یا بحالت معلق در مایع نگه می دارد و یک رقیق کننده برای چسب روغن بزرگ می باشد اما هر ماده صمغی می تواند این نقش را ایفا کند مثل آنکه لاک شیشه ای، روغن جلا، صمغ عربی، اکریلیک یا مواد مصنوعی دیگر که رقیق کننده هایی مناسب مثل الکل، تریانتین، الکل های معدنی، رقیق کننده لاک، استن، متانل یا تولوئن دارند. گاهی خشک کننده ژاپنی یا عوامل خشک کننده دیگر را می افزایند تا عمل خشک شدن تسریع گردد. چوب، فلز، پارچه، پلاستیک، بتن، سنگ، گچ و کاغذ همه موادی هستند تا تکنیکهای رنگ زنی رویشان بکار گرفته شود. معمولاً رنگ متمایل به بی دوام بودن



است مگر آنکه به ماده آب بندی شفاف پوشش نهایی مجهز شود. دوام رنگ به درجه نفوذ آن در قطعه و به مقدار و نوع چسبی که در رنگ موجود است، هم بستگی دارد.

سه تکنیک اساسی برای رنگ زنی مجسمه وجود دارد.

یک: رنگ را بکار می زنند و میگذارند نفوذ کرده خشک شود یا اینکه اگر روی ماده غیر جاذبی بکار رفته می گذارند روی سطح خشک شود. دوم: رنگ را بکار زده و می گذارند تا قسمتی از رنگ نفوذ کرده خشک شود و بقیه مواد اضافی را پاک می کنند. سوم: ماده رنگی یا دانه های رنگی را به یک ماده آب بندی کننده یا ماده پرداخت صیقلی می افزایند و بعنوان پوشش نهایی بکار می برند. برای چوبها، رنگهایی که بصورت تجاری تهیه شده در دسترس می باشد و هر سازمان تهیه کننده رنگ می تواند انواع متعددی از رنگها را که معمولاً رنگ روغنی و رنگهای نافذ هستند فراهم کند، رنگ روغنی، رنگهای مالشی و رنگهای روغن جلا برای پرداخت های یک پوششی. همچنین رنگهای مصنوعی زیادی وجود دارند که از رنگینه های مصنوعی آیلین، صمغها و رقیق کننده ها تشکیل می شوند. با وجود آنکه رنگینه های آیلین دوام اکثر رنگها را ندارند ولی دارای درخشندگی و کیفیت های رنگی خاصی می باشند که غالباً بررنگهای دیگر تفوق دارد. رنگهای آب نیز در دسترس هستند ولی دررنگ رنی چوب مستعد بیرون دادن ذرات رنگ می باشند. رنگهای خاصی از این نوع ساخته شده است که ذرات را بیرون نمی دهد و برای پرداخت چوب در دسترس می باشد. یک راه ساده برای آزمایش کردن درجه شفاف بودن رنگ آنست که با مداد خطی روی قطعه باریک بکشیم و با قلم مو مقدار کمی رنگ را روی خط بمالیم. میزان دیده شدن خط مدادی از درون رنگ، برغلظت رنگ دلالت دارد. همچنین کنترل کردن رنگ روی یک قطعه باریک برای داوری در مورد نمای رنگ، مقرون به صلاح است. تجربه با قطعات باریک و یادداشت برداشتن نتایج مختلف با استفاده از سه روش کاربردی که در فوق ذکر شد، امکان پذیر است. بسیاری از رنگهای جالب بوسیله استفاده از دو یا تعدادی بیشتری رنگ که به منظور یافتن



نماهای عتیقه ای و رنگارنگ به کار می برند، بدست می آورند .

روشهای عام کاربری رنگها عبارتند از رنگ زدن منقوط، پاک کردن، پخش کردن، بکار بردن قلم مو بصورت خشک، بکار بردن رنگ مرطوب در مرطوب (مالیدن رنگ با قلم مو روی سطحی مرطوب که قبلاً رنگ خورده) و استفاده از اسفنج. رنگهای تیره و شفاف را می توان بعنوان آستر بکار برد. رنگهای روشنتر و خصوصیات کدر را می توان روی آستر تیره با قلم مو، اسفنج یا کاغذ مجاله شده پخش کرد یا با رنگ منقوط نمود این عمل عمر رنگ زدن را بوجود می آورد و تکنیک معمول برای یکسان کردن رنگ برنزی، سبز عتیقه ای و قهوه ای روی گچ یا مواد می باشد . با رنگی کردن آب بوسیله رنگهای لعابی، رنگهای آنیلی قابل حل در آب، اکریلیک یا هر رنگ تجاری دیگری که ماده اصلیش آب می باشد می توان روی چوب، کاغذ، پارچه گچ و بتن بکار برد .

ماده رنگی عادی، رنگهای روغنی تجاری، لاک های که با رقیق کننده مناسب رقیق شده اند یا رنگهای روغنی لوله ای رقیق شده با روغن بزرک و تربانتین را می توان روی چوب، پارچه کاغذ، گچ و بتن بکار برد. در بسیاری از این رنگها چسب کافی وجود دارد بطوریکه برای استفاده فضای بسته ، احتیاجی به ماده آب بندی نیست . اگر رنگ طوری است که با مالش پاک می شود، می توان آن را با کمی موم سریشی موم دار کرد. رنگهای را که کاملاً سائیده شده و به روغن بزرک ، لاک شیشه ای یا لاک رقیق شده با رقیق کننده مناسب، اضافه گشته را می توان مانند کار بارنگهای روغنی استفاده کرد. قبل از افزودن ماده رنگی به لاک شیشه ای رقیق شده، روغن جلایا لاک باید آنرا به مقدار کمی مایع رنگ مخلوط کرد تا حالت یک سریش رقیق را بیابد. رنگی کردن سریش موم روشی عالی برای ته رنگ زدن به سطحی که پرداخت تیره دارد می باشد مایع یا سریش پولیش کفش را هم می توان برای پرداخت و ته رنگ زدن و چوب، گچ، بتن و پشم شیشه مورد استفاده قرار داد. بهر حال گاهی یک پوشش نهایی از موم صیقلی برای جلوگیری از مالش پاک شدن، ضرورت پیدا می کند. رنگهای تولیدی و تجاری پارچه را می توان بعنوان رنگهای آب بکار برد، اگرچه این رنگها نسبتاً



هنگام قرار گرفتن در نور خورشید زودتر رنگ می بازند. پلاستیک، اکریلیک، را می توان با غوطه ور ساختن در یک محلول جوشان آب و رنگ پارچه، ته رنگ زد بوسیله آبی که با گل رسهای رنگی طبیعی ته رنگ گرفته، رنگهای رقیقی روی ریختگی های گچ و بتن ایجاد شده است.

### رنگ زدن با اسپری (رنگ زدن پاشیدنی)

اگر سطوح قطعات کار کاملاً آماده باشند بدست آوردن نتایج خوب در رنگ زدن با اسپری بوسیله لعاب ها لاک ها و پلاستیک ها دشوار نیست برای کارهای کوچک و ملموس، قوطی های رنگ فواره ای بوسیله فشار هوا مورد علاقه همه می باشد و اگر توصیه های کارخانه سازنده آن رعایت شود، نتایج مطلوبی بدست می دهد. استعمال الگوی اسپری شبیه کار با پیستوله است. فاصله مناسب از سطح قطعه کار و سرعت پاشیدن (یا سرعت حرکت دادن بر روی قطعه کار) نیاز به کنترل دارد تا از بوجود آمدن خمیدگی، ترشح و جا انداختن یک منطقه جلوگیری شود. برای پاشیدن رنگ روی تعداد زیادی قطعه، یک پیستوله، اطاقک پاشیدن رنگ و ذخیره هوا اساسی است. انتخاب یک سری لوازم از بین انواع گستردهای از لوازم که در بازار موجود است به نیازهای شخصی بستگی دارد. اگر قطعه های کار خیلی بزرگند و مکرراً به پاشیدن رنگ نیاز است توصیه می شود که تجهیزات پاشیدن رنگ گنجایش زیادی داشته باشد.



تصویر ۲- کمپرسور هوا: برای پاشیدن رنگ، شن شویی و تجهیزات

برای رنگ کردن اتفاقی قطعات بزرگ بجای سرمایه گذاری برای خریدن وسایل لازم می توان این کار را به کارگاههای حرفه ای واگذار کرد. کار یک پیستوله به طرح آن و گنجایش ذخیره هوا بستگی دارد. مقدار مخلوط رنگ با غلظت مناسب که پیستوله می تواند پاشد با فوت مکعب (۳۰ سانتی متر مکعب) در دقیقه



(C.F.M) و فشار با مقیاس ۴۵۳ گرم بر هر اینچ (P.S.I). تعیین می شود. برای مثال یک سری تجهیزات اسپری کوچک و ارزان ممکن است به ۱/۲ فوت مکعب در دقیقه و فشار هوا ۹۰۳ گرم بر هر اینچ مربع برای الگوی اسپری با حوزه پاشیدن پنج اینچ لازم باشد. لوازم متوسط به قدرت پاشیدن ۳/۲ فوت مکعب در دقیقه و فشار هوای ۱۵/۸۵۵ تا ۲۲/۶۵ کیلو بر هر اینچ مربع با الگوی اسپری که حوزه پاشیدنش ۷ اینچ است، احتیاج دارد. لوازم اسپری بزرگتر به پمپ هوای گران قیمت نیاز دارد پمپی با قدرت پاشیدن ۵ تا ۱۰ فوت مکعب در دقیقه و فشار هوای ۱۸/۱۲ تا ۳۸/۵۰۵ کیلو بر هر اینچ یا بیشتر با حوزه پاشیدن ۱۰ تا ۱۵ اینچ. اگر پمپ هوای بزرگ در دسترس نباشد، پیستوله متوسط کفایت می کند، این پیستوله قیمت معقولی دارد و پمپ هوایش طوری طراحی شده که حجم و قابل حمل است. برای حصول بهترین نتایج ممکن، پمپ هوا باید به رگلاتور مناسب فشار هوا و یک فیلتر برای زدودن گرد و غبار و رطوبت هوا، مجهز باشد. در کاربردی سیستم پاشیدن، پیستوله را در فاصله شش تا ده اینچی سطح قطعه کار نگه می دارند و بطور افقی حرکت می دهند، حرکت پیستوله طوری است که با سطح قطعه زاویه قائمه تشکیل می دهد. گرفتن نوک اسپری بطرف بالا یا پایین نتایج نامطلوبی بوجود می آورد. در مورد مجسمه هایی که اشکال نامنظم دارند، نگه داشتن پیستوله در حالت ایده ال امکان پذیر نیست. عملی ترین راه حل این مشکل آنست که بجای بکار بردن "لعب کند خشک شو" سطح را با لایه نازکی از لاک زود خشک شو "پوشانیم.

تنظیم نوک پیستوله از نظر تبدیل کردن به ذرات ریز یا میزان کردن نسبت هوا به رنگ بوسیله پیچ های تنظیم صورت می گیرد. هوای بیش از حد، باعث بوجود آمدن ذرات ریز و نامعلوم می گردد باید توصیه های سازنده ها را در رابطه با غلظت مخلوط رنگ و رقیق کننده مناسب، رعایت نمود. باید رنگ را با پارچه توری یا صافی های مناسب دیگر صاف نمود تا هیچ گون مواد خارجی در رنگ باقی نماند.





ترشح رنگ، خمیدگی و ناهموار در آمدن کار همه در نتیجه سرعت حرکت پیستوله، فاصله پیستوله از سطح قطعه کار، چسبناکی رنگ، روی هم پاشیدن اضافی رنگ، موقعیت پیستوله یا نواقص مکانیکی تجهیزات می باشند. بعد از هر بار استفاده از تجهیزات باید آنها را کاملاً تمیز کرد، ناقص تمیز کردن تجهیزات ممکن است باعث ایجاد ترشح و ناهموار پخش شدن رنگ گردد یا اینکه باعث نشت هوا در رابطه با خوب قرار نگرفتن شیرها یا نامناسب بودن آب بندی تانک شوند. برای همه عملیات اسپری کردن رنگ، که باید در منطقه خاصی محدود شوند نوعی انتقال هوا ضرورت دارد، برای رنگ کردن قطعه کارهایی که کوچک یا متوسط هستند می توان در گوشه ای از محل کار اتاقکی درست کرد که مجهز به هوا کش (فن) ضد پخش شدن ذرات باشد. اگر پاشیدن رنگ بر اساس منظمی صورت می گیرد، باید از روش بهتری برای جذب ذرات اضافی رنگ استفاده نمود. ایده ال آنست که از یک اتاقک تجاری مخصوص اسپری استفاده شود. بطور اساسی سه نوع اتاقک اسپری وجود دارد. دفع ذرات خشک، جاذب رنگ و شستشوی با آب. اتاقک دفع ذرات خشک در زدودن ذرات رنگ از هوای مصرف شده کفایت نمی کند. اتاقک جاذب رنگ با استفاده از یک فیلتر تله ای تعدادی از ذرات را جذب می کند. گذشتن هوای مصرف شده از میان یک پرده آب، بهترین روش برای تصفیه هوای مصرف شده می باشد. محل قرار گرفتن و نوع اتاقک اسپری که مورد استفاده قرار می گیرد به مقدار آلودگی هوایی که می توان به صحن کارگاه فرستاد بستگی دارد.

### رنگ پاشی بدون هوا

پیشرفت جدیدتر در پاشیدن رنگ، تجهیزات رنگ پاشی بدون هوا را در بر می گیرد. در تجهیزات مرسوم رنگ پاشی بدون فشار هوا در نوک پیستوله رنگ را به ذرات ریز تبدیل می نماید و آنها را به خارج از پیستوله می راند. در سیستم رنگ پاشی بدون هوا، فشار هوا فقط به اندازه ای نیرو وارد می کند که رنگ به ذرات ریز تبدیل شوند. هوا با تبدیل به ذرات کردن رنگ و راندن آن از نوک پیستوله، پراکنده و نابود می شود. در این



سیستم ذرات رنگ با عمل نیروی جاذبه روی قطعه می نشینند و در نتیجه میزان روی هم قرار گرفتن ذرات رنگ نسبت به اندازه آن در "رنگ پاشی به تکنیک مرسوم" کمتر می شود.

### آماده سازی سطح قطعه کار برای ایجاد پوشش و پرداخت

مقدم بر ایجاد پوشش، دو شرط اساسی وجود دارد: سطح قطعه کار باید تمیز بوده و خصوصیات ضروری در رابطه با قابلیت چسبیدن پوشش و پرداخت را دارا باشد. کار تمیز کردن معمولاً بوسیله صابون ها، حلالها، پاک کننده ها، مواد شیمیایی یا مواد ساینده بصورت مکانیکی یا شیمیایی صورت می گیرد و کثیفیهای نامطبوع، روغن، زنگ و غبار بر طرف می گردند. برای تمیز کردن می توان از اقداماتی که با دست صورت می گیرد یا از فرایندهای مکانیکی همچون تمیز کردن با بخار، شن شویی، غوطه ور ساختن در محلولهای شیمیایی و سائیدن برقی، پرداخت با چرم و سمباده کشیدن، استفاده نمود. شن شویی، سمباده زنی یا سائیدن با مواد سایا هنگامی مورد استفاده قرار می گیرد که لازم است سطح کار جهت خوب گرفتن پوشش، زمخت باشد. هنگامی که سطح به پرداخت نرمی احتیاج دارد، سائیدن آنرا با مواد سایای نرم، مواد صیقل دهنده و چرم جلا دهنده، انجام می دهند. انواع گستردهای از ترکیبات تجاری تمیز کننده در دسترس می باشند که بطور مشخص برای تمیز کردن فلز یا مواد دیگر طراحی شده اند. تمیز کننده ها ترکیبی از مواد می باشند که برای ایجاد نتایج تمیز کننده مشخصی ترکیب شده اند.

تمیز کننده ها مواد روغنی فلزات در اغلب موارد شامل چندین ترکیب قلیایی می باشند مثل هیدروکسید های سدیم، سیلیکات ها و کربنات ها همراه با عوامل ترکننده و پخش کننده. ترکیبات تمیز کننده خوب باید بتوانند روغن، گریس، کثافت و دوده را حل کرده و نابود سازند، این مواد باید طوری باشند که بعد از آب کشیدن، ورقه نازک یا ته مانده ای باقی نگذارند. برای مجسمه سازان، ترکیبات تمیز کننده سریشی که تحت عنوان تمیز کننده های غیر اسیدی در دسترس می باشند بطور خاصی مفید هستند، بسیاری از این مواد بی ضرند و با سهولت



بکار می روند. آنها را می توان با قلم مو یا پارچه روی سطح فلز کشید. بعد از زمان لازم برای عمل کردن مواد، می توان آنها را با آب شست و سطح تمیزی بدست آورد. برای تمیز کردن رسوبات زیاد از کثافت و مواد آلوده ممکن است لازم شود که عمل فوق را دوبار انجام دهیم. یک آزمایش خوب برای تشخیص تمیز بودن سطح کار است که قطعه را با زاویه مستقیم نگه داریم و مقداری آب تمیز روی آن بریزیم: اگر آب براحتی سطحی وسیعی را فرا گرفت قطعه تمیز است در صورتیکه آب دانه دانه و مجزا شد، هنوز روی سطح قطعه روغن باقیمانده است. بسیاری از صابونهای پیه یا صابونهای معمولی برای تمیز کردن سطح قطعه کار مناسب نیستند زیرا مستعد باقی گذاشتن ته مانده های روغنی یا چربی می باشند. باید منبع محلی مناسبی برای تهیه ترکیبات تمیز کننده مناسب پیدا کرد. نقاط کثیف قطعاتی که آلودگیشان در حد معتدل است را می توان با مالیدن تمیز کننده محلول در آب با دست پاک کرد. تمیز کننده های سایا مثل باب - او ( BAB-O ) یا آجکس ( Ajax ) بطور معمولی رضایتبخش هستند. معمولاً برای پاک کردن لایه های کلفت روغنی، گریسی یا غبار آلود لازم است که از حلال ها یا مواد سایای قویتر استفاده نمود. از نظر صنعتی انجام این کار، بسادگی با فرو کردن قطعات در حلالها یا محلول های مناسب امکان پذیر است. وسایل دیگر ممکن است پاشیدن، روغن زدایی یا بخار یا تمیز کاری الکترولیتی یا الکتروسونیک باشد. از آنجائیکه معمولاً این فرایندها برای مجسمه ساز عملی یا شدنی نیست در اغلب موارد او مجبور می شود که از روشهای دستی استفاده کند. معمولاً مقدار زیاد روغن، گریس و غیره را می توان به سرعت با حلالهایی همچون الکل معدنی، نفت سفید، استن، الکل متیل یا یک حلال غیر فرار (مثل تری کلرو اتیلن) که برای هدف تمیز کردن ساخته شده، رطرف کرد. معمولاً حلال را روی کهنه می ریزند و آن را روی سطح قطعه کار می مالند، هنگامی که کهنه با گریس و روغن اشباع شد باید بطور مکرر آن را تعویض کرد. تمیز کردن با حلال باید با تمیز کردن مجدد بوسیله تمیز کننده های قلیایی تجارتي یا پاک کننده ها و آب کشیدن قطعه، دنبال شود. کارخانه های تهیه خودرو منبع خوبی برای تهیه مقادیر جزئی از تمیز کننده های گریس و روغن می باشند. حلالها به شکل ذرات معلق در مایع بیشتر به صورت قوطی های فشرده در



دسترس می باشند و می توان به آسانی آنها روی سطح قطعه کار پاشید و بعد از آنکه روغن و گریس حل شد قطعه را آب کشید. پاک کردن با حلال برای تمیز کردن قسمت‌های کوچک، قطعات مختص ساخت، قسمت‌های کوچکی که جهت اتصال می باشند یا برای تمیز کردن مجسمه هایی که سطح ساده و صاف دارند نسبتاً عملی است پاک کردن سطوح پیچیده و منسوج با فرایند تمیز کاری با غوطه دادن قطعه در حلال، با استفاده از بخار امکان پذیر است. برای تمیز کردن و جلا دادن پلاستیکها، حلالهای بخصوصی در دسترس هستند و بسیاری از آنها مواد ضد استاتیک ساز را دربر دارند، این تمیز کننده ها ورقه ضد استاتیک نازکی از موم روی سطح باقی می گذارند که غبار و ضایعات پنبه مخصوص پاک کردن را، از بین می برد. هنگامی که پلاستیکها را تمیز می کنند یا برای سطوح پوشش ایجاد می نمایند باید دقت کرد که حلال قطعه را در خود حل نکند.

رنگهای قدیمی و پوششهای مواد آلی را می توان با رتگ زدای غیر قابل اشتعال که با قلم مو روی سطح قلعه کشیده شده و تا حل کردن پوششها باقی گذاشته میشود. از بین برد و با یک کاردک تراشید. تمیز کردن با بخار یکی از بهترین روشهای تمیز کردن تعداد زیادی از قطعات می باشد. در واقع اگر تمیز کردن مقدار زیادی از قطعه ضروری باشد و تمیز کننده بخار در اختیار نباشد، واگذار کردن قطعه به کسی که لوازم قابل حمل را دارد یا سپردن قطعه به مراکز خدماتی شستشو با بخار، مقرون به صلاح است. محلولهای تمیز کننده با بخار، طوری ترکیب شده اند که تقریباً هر نوع ورقه روغنی یا گریسی را حل می کنند. تمیز کردن با بخار هم عملی است و تنها روش رضایت بخش در زدودن گدازه هایی در نتیجه جوشکاری زرد و جوشکاری برنز روی فلز باقی می ماند و ساده ترین و صرفه جویانه ترین روش تمیز کردن قطعات پیچیده در هر اندازه ای می باشد. اگر رسوبات سطح، مواد جامد غیر محلول (برای مثال، پوسته و زنگ شدید) باشند، برای زدودنشان به روشهای موثرتری، همچون استفاده از مواد شیمیایی و یا مواد سایای قوی تراحتیاج است. شرکتهای آبکاری و پرداخت کاری برای زدودن رسوبات جامد و غیر قابل حل مواد شیمیایی خاصی تهیه می کنند که استفاده از آنها در سالن کار و کلاس عملی نیست. مواد اکسید شده، زنگ و پوسته های دندانان ای را با روش شیمیایی می زدایند یعنی با خواباندن



قطعه در محلولهای سولفوریک یا هیدروکلریک که میزان اسید محلول در آب آنها ده تا دوازده درصد می باشد. در اغلب موارد به محلول حرارت می دهند تا عمل پاک کردن تسریع شود. مایه های اسیدی سبک تر را هم برای درخشان کردن و بی اکسید نمودن قطعاتی همچون مس، روی و آلومینیم بکار می برند. بکار بردن محلولهای اسیدی ملایم (یک قسمت اسید به ۱۰ تا ۱۵ قسمت آب) با دست و بوسیله کهنه یا " برس موی زبر " عملی می باشد قطعات کوچک را می توان در محلول فرو کرد، در مورد قطعات بزرگ لازم است آنها را روی یک سطح زهکشی یا در فضای آزاد آماده کنیم. می توان قطعه کار را با شیلنگ آبیاری آب کشید و سپس با یک محلول قلیایی خنثی کننده و ملایم (مثلاً محلولی از ۳۱ گرم هیدرو اکسید سدیم با یک گالن آب) با کهنه آغشته ساخت و سپس دوباره قطعه را آب کشید. پوشیدن لباس کهنه و دست کردن دستکش لاستیکی و به چشم زدن عینک ایمنی بسیار مفید است. بکار بردن دستی محلولها برای روی مجسمه های نامنظم به طور اجتناب ناپذیر ترشحاتی بوجود می آورد که می توانند به چشمها، پوست و لباس صدمه برسانند. اگر تمیز کننده های شیمیایی در دسترس نباشند یا بکار بردنشان غیر عملی باشند، تمیز کردن با مواد سایا ممکن است بهترین راه زدودن پوسته دندانهای یا اکسید ها باشد. شن شویی یکی از عملی ترین روشهای است که زنگ ها یا غبارهای سنگین، رنگهای قدیمی و کثافات را با سرعت از بین می برد و سطح را برای رنگ زدن کاملاً مناسب می کند. سمباده زدن دستی یا سائیدن با براده فولاد عملی است ولی خسته کننده. سنگهای سنباده، دیسکهای سایشی، چرخهای سیم فولادی مناسب سوار شدن روی دریل الکتریکی، محورهای انعطاف پذیر و ساینده های قابل حمل عموماً مورد استفاده قرار می گیرند، همچنین سمباده های تسمه ای و دیسکی هم بکار می روند. تمیز کاری با مواد سایا باید با تمیز کاری بعدی برای زدودن غبار و آلودگی های دیگر دنبال شود غبار سطحی را می توان با هوا فشره تمیز کرد، اگرچه ممکن است شستن قطعه با یک پاک کننده ملایم، دلخواه باشد. انتخاب روش درست تمیز کردن نهایتاً به مواد زیر بستگی دارد:



در دسترس بودن مواد تمیز کننده و امکانات آن، قطعه ای که تمیز می شود، نوع آلودگی، همچنین پوششهای نهایی، پرداخت یا اتصالی که قطعه می پذیرد، ظرفیت کار قطعه در حد دلخواه، ترجیح شخصی و توصیه های کارخانه سازنده. دانشجو یا مجسمه ساز معمولاً به عملیات تمیز کاری دستی، محدود است و از پاک کننده هایی که ماده اصلی شان آب است، حلالها، سمباده ها یا محلولهای شیمیایی ملایم استفاده می کند. به یک معنی هر روشی نقاط ضعف و نقاط قوت مخصوص به خود را دارد. با وجود آنکه استفاده دستی محلولهای پاک کننده که ماده اصلی شان آب می باشد ارزان است و استعمالشان راحت، ولی معمولاً محدود به مواد غیر متخلخل و قطعاتی که آلودگیشان زیاد نیست می باشد، زمان خشک کردن طولانی تر است و سطوح متالیک مستعد تحلیل رفتن می باشند مگر آنکه بتوان آنها با هوای فشرده خشک کرد. تمیز کاری دستی با حلالها می تواند رسوبهای بیشتری از روغن و گریس را برطرف سازد، تبخیر سریع و خشک شدن یک نقطه قوت است با این وجود سمی بودن و خاصیت فراری بخار اکثر حلالها نوعی تهویه را ضروری می سازد.

در پاک کردن با حلال، مشکلی هم وجود دارد و آن اینکه آیا رسوبات روغنی کمی هنوز باقی است یا نه. تمیز کاری با مواد سایا این نقطه قوت را دارد که سطح اتصال بهتری بر جای می گذارد. در مورد قطعات نرم همیشه این امکان وجود دارد که آلودگی ها در سطح کار فرو بروند (مخصوصاً با شن شویی) و در مورد سطح زمخت تمیز کاری بعدی دشوار تر است. بهر حال سائیدن برای اکثر پوششهای کدر مرجح است و معمولاً رویه قابل قبولی برای اتصالات چسبی می باشد.

## پرداخت با مواد سایا

موادی که به عنوان عوامل سایا، برای سنباده زدن، سائیدن و بریدن بکار می روند بترتیب از نظر سختی عبارتند از: الماس ها، کاربید سیلی کون، اکسید آلومینیم، سنگ سنباده، نارسنگ و سنگ چخماق. برای صیقل دادن از



تریپولی، سنگ خارا، سنگ سیقل و گرد زنگ آهن استفاده می کنند. الماسهای صنعتی یا طبیعی هستند یا مصنوعی، کاربرد سیلی کون و اکسید آلومینیم را بطور مصنوعی تولید می کنند، مواد سایای دیگر، مواد طبیعی می باشند. عوامل سایا با ذرات یا دانه هایی در اندازه های متنوع بکار می روند و نوع آنها با تعداد ذراتی که در هر اینچ خطی دارند مشخص می شود، ذرات با الکت کردن یا روشهای دیگر تفکیک می گردند. به سخن دیگر، "۱۶دانه" به این معنی است که اندازه ذرات تقریباً  $1/16$  اینچ در طول و پهنا می باشد. اندازه های دانه از شماره ۴ تا ۸۰۰ متغیر است. قدرت برندگی دانه های سایا با مشکل ذرات، موقعیت ذرات در روی سنگ سمباده یا سطح، چقرمگی، سختی و اصطکاک بر طبق اینکه دانه ها با چه سرعتی از بین می روند، به هم مرتبط هستند، چقرمگی به اینکه دانه ها چگونه در برابر شکسته شدن مقاومت می کنند، مربوط می شود. اشکال ذرات به صورت مستطیل یا چند وجهی است. ابزارهای پرداخت با مواد سایا یا به شکل سنگهای سمباده و سنگهای برش هستند و یا به صورت ورقه ها، تسمه ها، دیسکها و سنگهای صیقل دهنده و ترکیباتی که در سنگها، چرم های پرداخت یا لایه ها بکار می روند، می باشند.

### سنگ سمباده های سایا و برنده

سنگ سباده ها بیشتر برای سایشهای زمخت و پرداخت فلز، زدودن زنگار فلزات، سائیدن نقطه جوشها، سائیدن نقاط زمخت قطعات ریختگی و تیز کردن ابزارها بکار می روند.



تصویر ۳- نمونه های سنگ سمباده



سنگهای سنباده را با بهم چسباندن ذرات ساینده در چرخهایی که از نظر سختی و تراکم ذرات متنوع هستند می سازند. خصوصیات سنگ سنباده ها با نوع مواد سایا، اندازه دانه ها، ترکیب دانه ها، درجه، استحکام و چسب تعیین می شود. اکسید آلومینیوم و کاربید سیلی کون تنها مواد سایایی هستند که چقرمگی کافی برای سائیدن مواد سخت را دارا می باشند. اندازه های دانه از ۱۲ تا ۶۰۰ متغیر است. درجه، به سختی سنگ سنباده دلالت می کند و به چسب آن مربوط است. چسبها عبارتند از: چسبهای شیشه ای که شامل سفالهای گوناگونی می باشند، چسبهای صمغی که صمغهای فنل فرمالدئید را بکار می گیرند و چسبهای لاستیکی. نوع ساختمان سنگ سنباده مربوط به تراکم دانه ها و یا فضای بین ذرات دانه ها (ذرات سنگ) می باشد. شماره یک متراکم ترین و شماره ۱۲ بازترین ساختمان ذرات را نشان می دهد. انتخاب سنگ سنباده به موادی که با آن پرداخت می شوند و به بعضی از تجربه های شخصی بستگی دارد. چسبهای شیشه ای معمولاً برای ساینده ها بکار می روند در حالیکه چسبهای صمغی برای سنگهای برش و ساینده هائی که با سر عتھای زیاد می چرخند، مورد استفاده قرار می گیرند چسبهای لاستیکی در اغلب موارد برای پرداخت نرم اشکال، غلتک ها و چرخها بکار می روند. اکسید آلومینیم برای سائیدن موادی که دارای مقاومت کششی بالایی هستند استفاده می شود در حالیکه کاربید سیلی کون جهت موادی که مقاومت کششی پائینی دارند، مورد استفاده قرار می گیرد. فولاد و مواد سخت بوسیله سنگ سنباده های دانه نرم با یک ماده چسبی که خرد می شود و پائین می ریزد، سائیده می شوند زیرا دانه ها بسرعت کند می شوند. مواد نرم همچون آلومینیم، مس و بسیاری از آلیاژهای مس توسط یک سنگ سنباده زمخت با مواد چسبی سخت سائیده می شوند زیرا دانه های سایا با سرعت کند نمی شوند. برای جلوگیری از شیشه ای شدن سطح مواد سایا، فضای بین دانه ها اهمیت اساسی دارد. بنابراین سائیدن مواد نرم به فضای بیشتری بین دانه ها نیاز دارد تا مواد سخت. دانه های درشت با فضای بین دانه ای وسیع پرداخت های زمختی ایجاد می کنند دانه های کوچک با فضای بین دانه های کم پرداخت های نرمی ایجاد می نمایند. برای کارهای مختلف عمومی یک سنگ سنباده که دارای ۶۰ دانه در هر چهار تا هفت اینچ می باشد نسبتاً رضایت بخش است. برای





سایشهای زمخت و زدودن سریع زنگار، ممکن است از دانه هایی با زمختی ۱۶ استفاده شود. باید سرعت سنگ سنباده را هم در نظر گرفت. سنگ سنباده های چسب شیشه ای می توانند با سرعتی معادل ۶۵۰۰ فوت سطحی در دقیقه بچرخند. سنگ سنباده هایی که با چسب صمغی متصل شده اند باید برای سرعتهای بالاتری مورد استفاده قرار بگیرند. یک سنگ سنباده هفت اینچی که روی یک میز مخصوص سائیدن سوار شده است و با سرعت ۳۴۵۰ دور در دقیقه می چرخد تقریباً سرعت سطحی معادل سنگ سنباده ای که سرعت سطحش ۶۵۰۰ فوت در دقیقه است، می باشد و برای اکثر کارهای سایشی و تیز کردن کافی است. همیشه برای نگه داشتن سنگ سنباده روی شاه میله یا محور باید از لبه چرخ استفاده نمود. دیسکی از کاغذ جوهر خشک کن تمیز که معمولاً همراه سنگ سنباده تهیه می شود باید بین لبه چرخ و سنگ سنباده وجود داشته باشد. مهره را باید به اندازه کافی محکم نمود تا سنگ سنباده را نگه دارد، اگر مهره بیش از حد سفت کنیم ممکن است سنگ سنباده را ترک دار کند. برای سایشهای با سرعت بالا یا جهت ایجاد برش با سنگ سنباده قابل حمل باید از سنگ سنباده هایی که دارای توبی لاستیک برجسته یا شبیه صمغ هستند استفاده نمود. این سنگ سنباده ها با الیاف مستحکم شده اند تا در برابر سرعتهای بالا مقاومت کنند. اینها می توانند سخت یا نیمه انعطاف پذیر باشند یک نمونه سنگ سنباده هفت اینچی دارای ضخامت ۱/۸، ۳/۱۶، ۱/۴ یا ۳/۸ اینچ است و اندازه دانه هایش از ۱۶ تا ۱۲۰ می باشد. چرخهای سنباده به یک پایه عقب رفته یا یک افزار سوار کردن مجهزند و از اینه برای سوار کردن سنگ سنباده روی محور رزوه دار دستگاه سنگ استفاده می شود. ۵/۸ اینچ یک نمونه از اندازه های محور می باشد سنگ سنباده شبیه صمغی در مجسمه سازی برای بریدن و سائیدن راهگاه ها در قطعه ریختگی، سائیدن سطح قطعات ریختگی یا سائیدن خال جوش ها و سطوح در مجسمه ای که جوشکاری شده، بکار می رود. برای تجهیزات برشی ثابت سنگ سنباده هایی با قطر تا ۱۶ اینچ در دسترس است. سنگ سنباده های تخت را می توان روی میز یا اره های باز و شعاعی بکار برد.



هنگامی که سنگ سنباده ها فرسوده می شوند برای تجدید شکل اولیه به آهارزنی احتیاج دارند. برای دستگاههای سنگ سنباده میزی یا پایه ای یک بست دستی روی ابزار باقی می ماند و در جهت خلاف سنگ سنباده فشار داده می شود. برای سنگ سنباده ها یا ابزارهای قابل حمل، سنگ سنباده را روبروی بستی که روی میز سوار شده نگه می دارند. دستگاههای سنگ سنباده یا ثابت هستند و یا قابل حمل. با وجود آنکه دستگاههای سنگ سنباده ثابت بیشتر در صنعت بکار می روند ولی مجسمه ساز می تواند از یک دستگاههای سنگ سنباده خوب برای تیز کردن ابزارها و سائیدن قطعات استفاده کند. تجهیزات قابل حمل از جمله یک دریل معمولی که سنگ سنباده رویش سوار شده، دستگاههای سنگ سنباده برقی یا بادی و دستگاههایی که محور متحرک دارند، دارای استفاده های بیشتری هستند .

### دستگاههای سنگ سنباده ثابت

دستگاههای سنگ سنباده ثابت شامل یک منبع قدرت و یک سنگ سنباده که روی محوری سوار شده، می باشد. همچنین صفحه حفاظتی مناسب، حفاظ چشم ها و راهنمایی که قطعه رویش قرار بگیرد، ضروری است . اگرچه انواع مختلفی از دستگاههای سنگ سنباده برای کارهای صنعتی طراحی شده است ولی مدل پایه ای یا میزی اکثر نیازهای مجسمه ساز را برآورد می کند.



تصویر ۴- دستگاه سنباده رومیزی

یک نمونه دستگاههای سنگ سنباده پایه ای یا میزی ، سنگ سنباده شش- هفت یا ده اینچی را در خود جای می دهد و یا موتور برقی به قدرت ۱/۳ تا یک اسب بخار کار می کند . این دستگاه جمع جور است و در هر دو طرف موتور آن سنگ سنباده سوار می شود. سرعت موتور معمولاً ۱۷۲۵ یا ۳۴۵۰ دور در دقیقه می باشد. اگر نیازهای مجسمه ساز بیشتر تیز کردن ابزارها و سایشهای سبک اتفاقی است، مدل کوچکتر احتمالاً کفایت می



کند. بهرحال اگر برای سایشهای سنگین پیش بینی می شود باید از مدل بزرگتر استفاده گردد. دستگاههای سنگ سنباده مجهز به یک سنگ سنباده زمخت (۳۶ دانه) است که برای سایشهای زمخت بکار می رود و روی یک محور قرار دارد و یک سنگ سنباده متوسط (۶۰ دانه) که برای تیز کردن و سایشهای ظریف، که روی محور دیگر نصب می شود.

### دستگاههای سنگ سنباده قابل حمل

ابزارهای قابل حمل شامل وسایل زیر می باشند: دستگاههای سنگ سنباده برقی، دستگاههای سنگ سنباده هوا و دستگاههای سنگ سنباده برقی با محور قابل تغییر که همه با شاه میله هایی که یا افقی هستند و یا با دستگاه زاویه ۹۰ درجه تشکیل می دهند، در دسترس می باشند. برای دستگاههای سنگ سنباده افقی از سنگ سنباده های تخت یا تجهیزات استوانه ای استفاده می شود در حالیکه دستگاههای سنگ سنباده زاویه ای معمولاً مجهز به سنگ سنباده های فنجانی می باشن. سنگ سنباده هایی که روی دستگاههای سنگ سنباده قابل حمل سوار می شوند همیشه باید با صفحه های حفاظتی کافی پوشانده شوند تا ایمنی شخصی که دستگاه را بکار می برد، تأمین گردد. دستگاههای سنگ سنباده برقی با سرعت از چهار هزار تا پنج هزار دور در دقیقه با حدود ۱/۲ تا یک اسب بخار قدرت، کار می کنند. این دستگاهها از سنگ سنباده های شیشه ای یا شیشه صمغی از چهار تا هفت اینچی استفاده می کنند. هنگامی که منبع هوای کافی در دسترس باشد، غالباً دستگاه های سنگ سنباده بادی را ترجیح می دهند. این دستگاه ها می توانند با ایمنی بیشتری کار کنند مخصوصاً برای سایش های مرطوب در مناطقی که کفشان مرطوب است یا در مواقعی که قطعه مرطوب می باشد. آنها همچنین جمع و جورترند و از دستگاه های سنگ سنباده برقی سبک تر می باشند برای جا دادن سنگ سنباده های کوچک دستگاه های بادی کوچکی وجود دارند این دستگاه ها ممکن است با سرعتی معادل ۲۵ هزار دور در دقیقه، عمل کنند. دستگاه های بزرگ، سنگ سنباده های چهار، پنج، شش یا هشت اینچی بکار می گیرند و با سرعتی از سه هزار تا



شش هزار دور در دقیقه کار می کنند. غالباً دستگاه های سنگ بادی مجهز بوسیله کنترل سرعت می باشند تا از زیاد شدن سرعت آنها از حد مجاز جلوگیری شود.



تصویر ۵- دستگاه سمباده بادی

دستگاه با محور انعطاف پذیر که می تواند دارای سرعت متغیر و ثابت باشد شامل یک موتور که روی پایه سوار شده و یک محور انعطاف پذیر می باشد. یک نمونه دستگاه با سرعت متغیر دارای سرعت های ۲۲۷۵، ۳۰۰۰، ۴۰۰۰، ۵۳۲۵ دور در دقیقه و قدرت ۱/۳ تا ۳/۴ اسب بخار می باشد. سرعت متغیر امکان استفاده انواع بیشتری سنگ سمباده را فراهم می کند. محور انعطاف پذیر دارای انتهای رزوه دار می باشد. سنگ سمباده ها یا سه نظامهای مخصوص ضمامم کوچک را روی یک شاه میله که به رزوه های انتهای محور می خورد، محکم می کنند. همچنین می توان یک سر زاویه ای را برای سنگ سمباده های فنجانکی و دیسکی روی محور بست. محور انعطاف پذیر بطور فوق العاده ای برای سائیدن مناطقی که خارج از دسترس دستگاه های سنگ سمباده برزگتر چه بادی و چه برقی می باشد، مفید است.

### سمباده کاری یا سائیدن

سمباده کاری یا سائیدن استفاده از مواد سایایی که به ورقه های کاغذی یا پارچه ای، تسمه ها، دیسک ها غلتک ها و اشکال بخصوص چسبانده شده اند را در بر می گیرد. در صنعت عوامل مذکور را " مواد سایای پوشش دار " می خوانند. مواد سایا ممکن است مواد زیر باشند: سنگ چخماق، سنگ سمباده، نا سنگ، اکسید آلومینیم و کاربید سیلی کون. بخاطر قابلیت های بسیار قوی ضد فرسایشی اکسید آلومینیم و کاربید سیلی کون، معمولاً از این مواد برای عملیات پرداخت استفاده می کنند. پشت بند مواد سایا یا کاغذ، پارچه، لیاف است و با ترکیبی از



کاغذ و پارچه یا الیاف و پارچه . پشت بند های کاغذی تحت عنوان کاغذ A،-C،-D و E وزن متوسط هستند و E یک کاغذ پشت بند سنگین است . پارچه با علامت L برای سبک وزن و X برای پشت بند سنگین و مقاوم مشخص گردیده است. الیاف شامل تعداد زیادی لایه های پارچه ای می باشد و برای ایجاد پشت بند نسبتاً سخت و محکم برای دیسکها و غلتک ها بکار می رود. چسبی که برای متصل کردن دانه های سایا به کاغذ مورد استفاده قرار می گیرد شامل یک چسب پوششی که روی پشت بند استعمال می شود و یک پوشش اندازه ای که بعد از چسباندن دانه ها به پوشش اول، استفاده می شود، می باشد . چسبها بصورت زیر دسته بندی می شوند: سریش، سریش و پر کننده، صمغ بر روی سریش، صمغ روی صمغ و ضد آب. پوششهای صمغی محکم ترین و مقاوم ترین انواع در برابر حرارت می باشند. کاغذهایی که چسب ضد آب دارند برای سنباده کاریهایی که بصورت مرطوب انجام می شود، بکار می روند .

دانه های سایا که در اندازه های از ۱۲ تا ۶۰۰ در دسترس می باشند بوسیله فرآیند جاذبه یا پوشش الکترونی روی پشت بند قرار داده می شوند. در فرایند جاذبه ای دانه ها روی پشت بند قرار داده می شوند. در فرایند جاذبه ای دانه ها را روی پشت بند چسب خورده می ریزند یا پخش می کنند. در این انواع از دانه هایی که شکل چند وجهی دارند استفاده می شود. در فرایند پوشش الکترونی، پشت بند و دانه ها را از حوزه برق ساکن عبور می دهند. در اینجا از دانه های مستطیلی استفاده می کنند. در حینی که دانه ها جذب پشت بند می شوند، آنها بطریقی می چسبند که حداکثر مقدار سطح برش پر می شود. این روش، مواد سایای پوشش داری بدست می دهد که سطح برشش بر سطوحی که با جاذبه پر می شوند تفوق دارد. امروزه اکثر مواد سایا با روش الکترو استاتیکی (برق ساکن) پوشش داده می شوند. دونه پوشش متمایز از هم وجود دارد: "پوشش متراکم" و "پوشش باز". این نام ها تراکم دانه ها را نشان می دهد: در نوع پوشش متراکم، دانه ها تا حد ممکن بهم نزدیکند، در حالیکه در پوشش باز، بین دانه ها فضای خالی وجود دارد. در نوع پوشش باز، سطح پوشش ممکن است ۵۰ تا ۷۰ درصد پشت بند را در بر بگیرد. در



پشت مواد سایای پوشش دار نوع آن از نظر وزن کاغذ و پارچه، نوع چسب و اندازه دانه مشخص شده است. نارسنگ، اکسید آلومینیم و کاربید سیلی کون بطور شماره ای از نظر اندازه دانه که از ۱۶ تا ۶۰۰ می باشد، مشخص می شوند. سنگ چخماق و سنگ سنباده، بسادگی با کلمات بسیار زمخت، زمخت، متوسط، نرم و یا بسیار نرم علامت گذاری می شوند.

مقداری تجربه برای تشخیص فردی روشهای پرداخت ارجح، اساسی است. رویه های پرداخت مواد مختلف بطور بنیادی شبیه هم هستند: آغاز کار با دانه های زمخت می باشد و با ادامه کار بتدریج اندازه دانه های سنباده کاهش می یابد تا سطح دلخواه بدست آید. اندازه دانه های سنباده آغاز کار به شرایط قطعه کار بستگی دارد. اکسید آلومینیم را می توان برای اکثر مواد بکار برد، کاربید سیلی کون بر روی سطوح بسیار سخت مثل شیشه، سفال و سنگ در سنباده کاری نهایی و بر روی سطوح لاک خورده و مینا کاری شده بکار می رود. گاهی برای سلیدن پلاستیک ها و فلزات غیر آهنی ترجیح داده می شود. بعضی از نجارها هنوز هم ترجیح می دهند که برای پرداخت چوب بجای اکسید آلومینیم از نارسنگ استفاده کنند. در واقع اگر "برش بصورت آهسته" دلخواه باشد در مراحل پرداخت نرم یا بسیار نرم نهایی ممکن است از نار سنگ استفاده شود. گاهی برای مراحل نهایی پرداخت و صیقل دادن فلزات، سنگ سنبده (اکسید آلومینیم ناخالص طبیعی) مورد استفاده قرار می گیرد. "مواد سایای پوشش دار باز" باید برای پرداخت مواد نرم همچون چوب، پلاستیک یا فلزات نرم مورد استفاده قرار گیرد، "مواد سایای پوشش دار متراکم" باید روی مواد سخت، همچون فولاد، سفال و غیره استفاده شود. نوع متراکم ممکن است برای مراحل نهایی پرداخت بعضی از مواد نرم بکار رود. برای موادی همچون سنگ، شیشه و سفال، سائیدن نرم و بسیار نرم باید با فرآیند سنباده کاری مرطوب و بوسیله مواد سایای کاربید سیلی کون انجام شود. دانه های بسیار زمخت و دانههایی زمخت که در هنگام لزوم زدودن مقادیر قابل توجهی از قطعه بکار می رود، برای انجام موارد زیر مناسب است: زدودن پرداختهای قدیمی، زنگ و زنگار روی فلزات، از بین بردن آثار باقیمانده از قلم و شکل دادن نهایی چوب و کنده کاری سنگ نرم، شکل دادن



نهایی قطعات ریختگی و اشکالی که بطور مستقیم در گچ یا مواد مصنوعی مدل سازی می شوند، از بین بردن آثار آره از روی چوب، پلاستیک زدودن خال جوشها و از بین بردن نقاط زمخت روی پرداختهای قبلی و آماده کردن سطح برای پرداخت نهایی یا بکارگیری لاک ها، رنگها و روغنهای جلا مورد استفاده قرار می گیرد. برای پرداخت نهایی نرم پوششها، مواد متخلخل آب بندی می شوند، فلزات و مواد غیر متخلخل آستر دار می گردند. در نمونه پرداخت، سطح خشکی که آب بندی شده یا رویش استر زده شده است بصورت خشک با دانه های حدود ۸۰ تا ۱۲۰ سنباده کاری می شود. هنگام استعمال روغن جلا، مینا ها و لاکها، چه پوشش دوم مرطوب باشد و چه خشک، سطح با دانه های ۱۲۰ تا ۱۵۰ سنباده کاری می شود تا جلای قبلی زدوده شود و سطح نرمی بدست آید. اگر پوششهای اضافی متوسط بکار گرفته می شود، آنها را بصورت مرطوب و با سنباده ۱۵۰ تا ۳۰۰ دانه سنباده می زنند. برای سطوح جلا کاری یا لاک می نرم سطح نهایی را بصورت مرطوب با سنباده ۴۰۰ دانه سنباده می زنند و سپس با یک ترکیب با دست یا چرم مالش می دهند تا درخشندگی آن ابقاء شود. پوششهای مینا کاری نهایی را سنباده نمی زنند. قبل از سنباده زدن هر لایه از پوشش باید گذاشت که آن لایه کاملاً خشک شود. برای خشک شدن آسترها و پوششهای وسط معمولاً ۲۴ ساعت کفایت می کند. برای پوشش نهایی باید ۴۸ ساعت وقت گذاشت. برای پوششهای نرم حداقل چهار یا پنج پوشش لازم است. سنباده کاری روی سطوح چوبی در مسیر رگه ها انجام می شود.

### تجهیزات سنباده کاری و سائیدن

درست مثل کارهای سایشی با دستگاه سنگ، تجهیزات سنباده کاری و سائیدن هم بصورت ثابت و قابل حمل می باشند. اساساً این تجهیزات بیشتر برای پرداخت چوب و مواد نرم بکار می رفت. با وجود این با پیشرفت مواد سایای مصنوعی و چسباندن آنها روی پشت بند، پرداخت فلزات و مواد سخت هم با آنها امکان پذیر گردید. تجهیزات سنباده کاری و سائیدن عبارتند از: تسمه، غلتک، دیسک یا سنگ سنباده نجاری، در حقیقت استفاده از دستگاه های قابل حمل جای همه روشهای خسته کننده سنباده کاری و پرداخت دستی را گرفته است.



## دستگاه های سنباده ثابت

دستگاه های سنباده چه آنهایی که روی میز سوار می شوند و چه آنهایی که روی زمین نصب می گردند به سه دسته اصلی تقسیم می شوند و این دسته بندی به اینکه آیا دستگاه ها دیسکهای تخت یا مداری، تسمه های مداوم یا مداری، تسمه های مداوم یا لوله های استوانه ای که روی غلتک ها سوار می شوند را روی خود جای می دهند بستگی دارد. یکی از دلخواه ترین دستگاه ها برای کارگاه دارای ترکیب دیسک ۱۲ اینچی و تسمه ای افقی به پهنی چهار تا شش اینچ، می باشد.



تسمه ای



دیسکی

تصویر ۶- دستگاه سنباده زنی دیسکی و تسمه ای

اندازه موتور این دستگاه باید  $\frac{3}{4}$  تا یک اسب بخار باشد. دستگاه های سنباده زنی دیسکی در اندازه های ۸ تا ۱۸ اینچی می باشند. چنانکه ذکر شد اندازه ۱۲ اینچی در اکثر موارد در کارگاه های چوب یافت می شود. دیسک سنباده کاری تا سطح فلزی دستگاه سیمان کاری میشود. با حرکت دادن به جلو و عقب یک قطعه سیمانی در عرض دیسک فلزی در حالیکه دستگاه در حال کار است، لایه ای از سیمان روی دیسک عقب دستگاه بکار زده می شود. سیمان اضافی قبل از آنکه روی دیسک پستی استعمال شود به پشت دیسک سنباده کاغذی مالیده می شود. در سالهای اخیر دیسکهایی که پشتشان چسبی می باشد در دسترس قرار گرفته است. این دیسکها کمی گرانتروند ولی کاملاً ارزش قیمت اضافی را دارند، اینها خیلی رضایت بخش تر به دیسک پستی می چسبند و کاربریشان بسیار راحت تر است.





دستگاه سنباده کاری دیسکی بیشتر برای سنباده زدن لبه ها و قوسها بکار می رود. یک میز نوسان دار با سر شکاف دار امکان می دهد که از یک راهنمای فارسی بری برای صاف سنباده زدن لبه ها استفاده شود. با میز نوسان دار، سنباده زنی دقیق زاویه ها امکان پذیر است. دستگاه سنباده زنی تسمه ای افقی بیشتر برای سنباده زدن سطوح تخت بکار می رود. یک پشت بند قطعات کوچک را روی دستگاه نگاه می دارد، هنگام سنباده زدن قطعه بلند، پشت بند کنار زده می شود. با کنار زدن محافظ انتهایی، انحناهای داخلی را می توان روی غلتک آزاد سنباده زد. دستگاههای سنباده زنی تسمه ای عمودی را می توان با میزهای نوسان دار برای سنباده کاری انحنا و لبه با همان روشی که در موقع سنباده زنی دیسکی استفاده می شود، بکار برد. با کار کردن دستگاه سنباده زنی تسمه ای، گاه گاهی ممکن است لازم باشد تسمه را تنظیم کنیم تا با غلتک ها و سطح میز تراز یا سطح کار هم تراز باشد. معمولاً این کار با چرخاندن تکه های تنظیمی بیرونی روی چرخ آزاد انجام می گیرد. هر دوی تکه های تنظیم را به منظور تنظیم کردن کشش تسمه می چرخانیم. حفظ مسیر تسمه دارای اهمیت است. اگر تسمه دستگاه به محافظ تسمه یا قسمتهایی از بدنه دستگاه کشیده شود، دستگاه سریعاً صدمه می بیند. دستگاه های سنباده زنی تسمه ای به موتورهای ۳/۴ یا یک اسب بخار مجهزند. دستگاه های سنباده زنی با تسمه باریک عمودی برای سنباده کاری مناطق دشوار داخلی در دسترس می باشند. تسمه بعضی از ماشینها قابل انعطاف است و انحناهای قوسی را دنبال می کند. دستگاه سنباده زنی غلتکی برای سنباده کاری داخلی دایره ها یا انحناهای محدب بکار می رود. غلتک ها در اندازه های مختلف می باشند و قطرشان تا سه اینچ و طولشان تا ۶ اینچ می رسد. اقطار و طولهای بزرگتر بطور صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند. نمونه دستگاه سنباده باغلتک کوچک با غلتکی که بطور عمودی روی یک محور سوار شده است، شبیه صفحه تراش می باشد. برای غلتک از لاستیک استفاده می شود و پوسته ای از مواد سایا روی غلتک می لغزد. برای بیشتر کارهای کارگاهی که در آنها سنباده زنی با غلتک فقط بطور اتفاقی ضرورت می یابد، کارهای سنباده زنی غلتکی را می توان با سوار کردن ضمامن سنباده زنی روی دریل، صفحه تراش، دستگاه تراش یا اره بازو شعاعی، انجام داد.



## دستگاههای سنباده زنی قابل حمل

دستگاه های سنباده زنی قابل حمل شامل دستگاه های سنباده نجاری، تسمه ای، دیسکی و غلتکی می باشند. دستگاه های بادی همچنین ابزارهای عام تر برقی در دسترس هستند. دستگاه های سنباده زنی برقی با درجه بندی آمپر قدرتشان مشخص می شود با درجه هایی همچون ۲/۵ آمپر، ۱۱۵ ولت برای دستگاه های سنباده نجاری، تا ۸ آمپر برای دستگاه های تسمه ای و تا ۱۲ آمپر برای دستگاه های سنباده زنی دیسکی سنگین. دستگاه های سنباده نجاری بیشتر برای پرداخت کاری استفاده می شود. سطح سائیده دستگاه با سرعت بالا در شکل دایره ای می چرخد. سطح دیسک ساینده معمولی طوری طراحی شده است که ۱/۳ یا ۱/۲ یک سنباده استاندارد (ورقه ۹×۱۱) را بکار می گیرد. دستگاه های سنباده نجاری با آهستگی در عرض سطح تخته به عقب و جلو حرکت می کند. فشار باید ملایم و رو به سبکی باشد، فشار زائد ممکن است بیشتر از حد به دستگاه بار وارد کند و باعث شود که سنباده بیشتر از حد لازم در چوب فرو رود. دستگاه های سنباده زنی تسمه ای یا برای کارهای زمخت بکار می رود و یا برای کار ملایم و نیمه پرداختی. تسمه در یک جهت بطور مداوم کار می کند اندازه های استاندارد تسمه تقریباً ۳×۲۱، ۳×۲۴، ۴×۲۴ می باشند و به کارخانه سازنده بستگی دارند. برای استفاده از دستگاه سنباده زنی تسمه ای، کنترل تسمه به منظور کسب اطمینان از نظر درست کشیده شدن آن، دارای اهمیت است. اگر بگذارند که تسمه در جهت خلاف محفظه دستگاه کشیده شود، ممکن است به فلز خورده و دستگاه را خراب کند. برای تنظیم کردن تسمه پیچ تنظیمی که در پهلوئی دستگاه قرار دارد را کمی می چرخانیم. برای تعویض یا تنظیم تسمه، توصیه های کارخانه سازنده را رعایت کنید. شبیه دستگاه های سنباده نجاری، در اینجا هم فشار اضافی ضرورتی ندارد. برای کار کردن در جاهای باریک، دستگاه های سنباده زنی تسمه ای بخصوصی وجود دارد.

دستگاه های سنباده زنی دیسکی بیشتر برای سنباده کارهای زمخت یا برای سنباده زدن داخل انحنایها و جاهای خارج از حوزه عمل دستگاه های سنباده نجاری یا تسمه ای بکار می روند. دستگاه های سنباده زنی دیسکی



بادی و با زاویه راست با کمی برجستگی بطور خاصی مفید و استعمالش آسان است. دیسکهای استاندارد در اندازه ای شش، هفت، و نه اینچ می باشند. دستگاه های سنباده زنی دیسکی را باید بدقت بکار برد در غیر این صورت دیسک می برد و در قطعه کار فرو می رود. قدرت و عملکرد دستگاه های سنباده زنی برقی هم با آمپر یا اسب بخار درجه بندی می شود. برای انجام کارهای سبک آمپرهای ۲/۵ تا ۵ برای کارهای معمولی سالن کار ۵ تا ۸ و برای کارهای سنگین و مداوم ۸ تا ۱۲ رضایت بخش است.

دیسکهای سنباده زنی ممکن است سخت و یا انعطاف پذیر باشند، معمولاً از دیسک قابل انعطاف استفاده می شود. سنباده دیسک بوسیله یک پیچ مخروطی فاقی محور دستگاه روی دیسک لاستیکی انعطاف پذیر نگه داشته می شود. در مورد دیسکهای سخت معمولاً سنباده را با سیمان یا چسب، محکم می کنند.

دیسکهای پاره شده یا آسیب دیده را باید فوراً تعویض نمود. دستگاه های سنباده زنی غلتکی که با موتورهای دریل برقی یا هوا یا موتوری که روی محور انعطاف پذیر سوار شده، کار می کنند، شامل تسمه یا نوارهای سنباده زنی که روی یک غلتک شوار شده اند می باشند. اندازه های اقطار از ۱/۴ تا ۳ اینچ و اندازه پهنا از ۱/۲ تا سه اینچ هستند. اشکال مخروطی و اشکال مخصوص دیگر هم در دسترس می باشند. غلتکهای سنباده زنی با قطر کوچک را می توان بوسیله چسباندن سنباده نرم روی تویی چوبی ساخت. برای پرداخت مجسمه، وسایل سنباده زنی با اشکال خاص که روی تجهیزات قابل حمل سوار شده اند بسیار مفیدند. باریکه های سنباده که روی غلتک هایی بنام، چرخ لرزشیدیسکهای شکاف دار، گونیاها و دسته های صلیبی سوار می شوند برای سنباده زنی انحناها بکار می روند. چرخ سنباده اوفلکس (Sand-o-Flex) (ساخت شرکت فرآورده های مواد سایای مریت) هم برای این منظور بسیار عالی است، این سنباده ها ارزان است و رول هایی با اندازه دانه متنوع را که غیر قابل تعویض است در خود جای می دهد، سنباده های رولی مخروطی و کوچک و دیسکها یا چرخ لاستیکی سایا برای حفره ها و جاهای دور از دسترس بکار می روند.



تصویر ۷- چرخ سمباده سند اوفلکس

### صیقل کاری و پرداخت با چرم

غالباً برای پرداخت یک قطعه (مخصوصاً سطوح انحنا و نامنظم) مواد سایاییکه روی پشت بند نرم متصل شده اند بر پوششهای سایندهای که روی پشت بند محکم یا نیمه محکم قرار دارند و روی دستگاه های ساینده سوار می شوند، ترجیح دارند. در این مورد از وسایل صیقل کاری یا پرداخت چرمی که دارای پوشش ساینده مناسبی هستند استفاده می شود. نمای سطح نهایی به نوع مواد ساینده انتخابی، اندازه دانه، نوع چسب (روغنی یا بدون روغن) و به نوع چرم بکار رفته بستگی دارد. با وجود آنکه تصور می شود "صیقل کاری" و "پرداخت با چرم" قابل تعویض است ولی در اینجا "صیقل کاری" به معنی زدودن خطوط یا خراشیهایی که روی سطح قطعه وجود دارد، می باشد. "پرداخت با چرم" به معنی زدودن نهایی خراشیهای مرئی روی سطح کار و ایجاد یک پرداخت جلا دار و آینه مانند است. از نظر صنعتی اینکار را تحت عنوان "رنگی کردن" یا "ایجاد رنگ با چرم" می شناسند. سطوح صیقل خورده مستعد یافتن جلا، رنگ مات شیشه ای یا بدست آوردن زرق و برق می باشند و این به قطعه و مواد ساینده ای که بکار رفته بستگی دارد. غالباً خطوط خراش سطحی در سطح کارهای فلزی معماری، ظروف فلزی و اثاثیه فلزی با آنکه پرداخت شده اند دیده می شود. پرداختهای صیقلی بوسیله دانه های سایای در اندازه ۸۰ تا ۲۲۰ انجام می شود. سطوح پرداخت شده با چرم به مواد ساینده ۲۲۰ تا ۶۰۰ و پودرهای مخصوصی برای آینه مانند کردن پرداخت، نیاز دارند. مواد سایندهای که برای پرداخت بکار می روند عبارتند از اکسید آلومینیم، کاربید سیلی کون، سنگ سنباده (اکسید آلومینیم ناخالص طبیعی) و پودرهای نرمی



از سیلیکای سفید، اکسید آلومینیم خالص، اکسید کرومیوم و تریپولی. این مواد سایا بصورت قالب یا پودر در دسترس می باشند. قالبها را با افزودن یک چسب روغنی از چربی، موم یا "مواد معلق بدون روغن محلول در آب" می سازند. امروزه قالب های بدون روغن غالباً در رویه های ساخت ترجیح داده می شوند. بهتر است برای صیقل کاری از یک چرم نمدی یا دوخته شده استفاده شود، برای پرداخت با چرم، یک چرم شل یا باد دار را بکار برده شود. مواد سخت همچون فولاد تحمل سرعتهای بالای چرم را دارند. مواد نرم مثل پلاستیک به سرعتهای پائین نیاز دارند. چرمها را بصورت نمد، الیاف، پوستین یا بصورت انواع مختلفی از پارچه ها مثل کتان، کتان زبر راه راه، فلافل و پشم تولید می کنند. سطح، تراکم و سختس قطعه چرمی تا حد زیادی به روش دوخت چرم بستگی دارد:

دوخت ریز چرم سخت تری بدست می دهد، دوخت شعاعی یا مربعی فرو رفتگی های بیشتری در چرم برای نگه داشتن ترکیب بوجود می آورد. چرم سخت برای صیقل دادن مواد سخت تر بکار می رود چرمهایی که دوخت درشت تری دارند و کم وزن ترند برای فلزات نرم تر و پلاستیک مورد استفاده قرار می گیرند. چرم شل با دوختهایی در اطراف سوراخ محور فقط برای ایجاد رنگ یا برای بوجود آوردن پرداخت آینه مانند نهایی بکار می روند. غالباً چرمهای الیافی را می توان بدون ترکیب ها برای صیقل کاری ترکیبی و کارهای پرداخت با چرم بکار برد. چرمهای باددار یا چرمهایی که با هوا خنک می شوند هم برای پرداخت نهایی بسیار عالی هستند. جدیدترین نوع چرمها در بازار چرمهای مصنوعی فیبری - نایلونی می باشند که در خود اکسید آلومینیوم، کاربید سیلی کون یا سنگ چخماق دارند که بصورت ماده تارمانندی یکپارچه شده اند. این چرمها را برابر پرداخت های جلا دهنده نرم با زمخت بکار می برند. چرخهای چرمی، تسمه ها ولایه را می توان روی اکثر تجهیزات سنباد زنی و سنگ زنی، دستگاههای تراش و دریل ها سوار کرد، چرخهای پرداخت کوچک را می توان با دریل های برقی بکار برد.



## برس زنی

علاوه بر صیقل کاری و پرداخت با چرم روش دیگری هم وجود دارد بنام برس زنی. برسها که می توان از آنها برای زدودن دندانه ها، تمیز کاری، پرداخت سطح و زمخت کردن، استفاده کرد بصورت چرخ ها، فنجان ها و اشکال ویژه ای برای دسترسی به مناطق مانع دار، در دسترس می باشند. برسها شامل مواد زیرند: فولاد، فولاد زنگ نزن، برنج، برنز، مس بریلوم، نیکل، نقره، سیم آلومینیوم، تامپیکو یا فیبر مصنوعی. برس هایی با سیم های به قطر ۰/۰۰۸ تا ۰/۰۳۵ برای زدودن دندانه ها، زنگ، پوسته و ترشحات روی فلز بکار می روند. برسهایی که قطر سیمهایشان ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۱۴ است را بروی آلومینیم، برنج، برنز و مس بکار می برند. شکل سیم ها یا پیچ دار (موجی) است یا راست. راست هنگامی بکار می رود که عمل سخت تری مورد لزوم باشد. برای پرداخت نرم و پرداخت با چرم، برسهای تامپیکو یا فیبر مصنوعی همراه سنباده های مناسب یا ترکیبات چرمی، استفاده می شود این روش، معبرخوبی برای پرداخت چرمی یک سطح منسوج که سنباده های دیگر نمی توانند به سطوح شکافها و درزهای آن برسند، می باشد. سرعت پرداخت کاری با چرم نسبتاً پائین است و متوسط آن حدود ۱۷۰۰ تا ۳۶۰۰ فوت سطح در هر دقیقه می باشد. پرداختهای برس سیمی روی فلزات شبیه پرداختهای خطوط خراش دار دیگری است که با روشهای سنباده زنی دیگر بدست می آید. برای پرداخت نهایی فلزات غیر آهنی با برس سیمی، باید از برسهای فولاد زنگ نزن یا برسهای فلزات غیر آهنی استفاده کرد تا پس از پرداخت زنگ زدگی ایجاد نشود. سرعتهای برس ها برای پرداخت بطور قابل توجهی متنوع است.

سرعت صیقل کاری سطح حدود ۷۲۰۰ فوت سطح در هر دقیقه می باشد. سرعتهای دیگر عبارتند از: پرداخت باچرم ۷۲۰۰، تمیز کاری خشک ۳۶۰۰ تا ۵۴۰۰، تمیز کاری مرطوب ۳۶۰۰، زدودن زنگ، پوسته، دندانه ها، غبار ۵۴۰۰ تا ۷۲۰۰، بعضی از این سرعتهای تقریبی را می توان با استفاده از برسهایی در اندازه های مختلف با سرعت سطح آهسته تر یا تندتر در دقیقه بدست آورد و یا باید از تجهیزاتی که سرعت متغیر دارند استفاده کرد. یک موتور مجهز به محور قابل انعطاف بسیاری از نیازهای پرداختی را برطرف می کند. برسها را می توان روی



اکثر تجهیزات سنباده زنی و پرداخت سوار کرد. سرعت برسها باید نزدیک به حداکثر سرعت توصیه شده باشد. فشار برس روی قطعه کار باید نسبتاً کم باشد. فشار اضافی باعث کاهش عملکرد سایشی برس می شود. چرخش تناوبی برس سر سیمهای آنرا بطور مجدد تیز کرده و قابلیت کاری آنرا حفظ می کند.

علاوه بر برس های سیمی، برس براده فولاد در اغلب موارد برای پرداخت دستی بکار می رود. این برسها از نظر دانه رشته ای را تشکیل می دهند که عبارتست از " ۳ و ۲ و ۱ و ۰ و ۰۰ و ۰۰۰ و ۰۰۰۰"، دانه شماره ۳ زمخت است و برای زدودن زنگ، رنگ قدیمی و پوسته استفاده می شود. دانه های نرم را می توان برای پرداخت خطی فلز بکار برد، ۰۰۰۰ روی سطوح لاکه، پرداختی جلا دار بوجود می آورد.



تصویر ۸- برس های سیمی

### تیز کردن ابزارها

برای حفظ قابلیت لبه های ابزارهای برشی لازم است که از مواد سایا، سنگهای سنباده و سنگهای ابزار تیزکنی استفاده کنیم. اگر یک قلم، تیغه رنده یا چاقو دنداندار و خراب شود و یا اگر زاویه مناسب خود را از دست بدهد، برای آنکه ابزار دوباره لبه صاف خود را باز یابد، باید آنرا سائید. برای تیز کردن ابزارها می توان از یک سنگ سمباده سخت از جنس اکسید آلومینیوم، ۶۰ دانه روی یک نیمکت یا پایه دستگاه سنگ سمباده، استفاده نمود. سطح سنگ سمباده باید صاف باشد. ابزار طوری تنظیم می شود که روی وضعیت افقی قرار گیرد، قلم



تخت مستقیم در جهت مقابل سنگ سنباده فشار داده می شود و به عقب و جلو حرکت داده می شود تا فلز قلم تراشیده شده و در نتیجه دوباره لبه قلم صاف شود. سپس ابزار را با زاویه ۳۰ درجه قرار می دهیم و قلم را بطرف سنگ سنباده جلو می بریم بصورتی که تیغه تخت در مقابل جهت گردش قرار گیرد. قلم ها و تیغه رنده ها بطور عادی با زاویه ۳۰ درجه پخ می شوند. در حینی که عمل سنگ زنی پیش می رود می توان بطور متناوب قلم را در آب فرو کرد تا فلز سرد شده و سختی خود را از دست ندهد. اگر لبه ابزار شروع کرد به آبی یا سیاه شدن، فلز سختی خود را از دست می دهد و باید آنرا بیشتر سرد کرد. معمولاً قلم ها و تیغه های رنده ها دارای سطح مقعر هستند. به سخن دیگر سطح پخ، بخاطر سنگ خوردن روی لبه منحنی سنگ سنباده کمی مقعر است. ابزارهای خراطی، اکثر ابزارهای کنده کاری چوب، قلم های سنگ تراشی، تبرها، تیشه ها و قلم های گچ مقعر نیستند. زاویه پخ هم بسته به ابزار بخصوص ممکن است تفاوت کند. ساده ترین کار حفظ زاویه موجود پخ می باشد. قلم های تختی که مقعر نیستند را با پهلوی سنگ سنباده، سنگ می زنند. مغارها راروی سطح رویی سنگ سنباده، سنگ می زنند. و این کار را بدین طریق انجام میدهند: مغار را با زاویه ای نسبت به سنگ سنباده نگه می دارند که روی جای نشستن ابزار قرار بگیرد. زاویه پخ در مقابل سنگ سنباده در حال دوران به عقب و جلو غلتانده می شوند. اگر روی لبه برنده مغار یا ابزارهای دیگر دندان بوجود آید، ابتدا با سنگ زنی مانند آنچه در مورد قلم و تیغه رنده اعمال می شود، لبه ابزار را صاف می کنند. غیر از چند مغار که دارای لبه دوتایی هستند، همه قلم ها فقط از یک طرف پخ خورده اند طرف دیگر را کاملاً تخت نگه می داند. سنگ زنی پخ ادامه می یابد تا اینکه دندان ایروی لبه قلم تشکیل می گردد. در این موقع قلم آماده آنست که با سنگ چاقو

تیزکنی کاملاً تیز شود.



تصویر ۹- سنگ ابزار تیزکنی





شبهه وسایل سائیده دیگر، سنگهای ساینده شامل مواد طبیعی یا مصنوعی همچون اکسید آلومینیوم یا کاربید سیلیکون می باشد. سنگهای مصنوعی برای برش سریع است و برای ایجاد لبه اولیه بکار می رود. سنگهای چاقوی تیز کنی مرکب که یک طرفشان زمخت و طرف دیگر نرم است همراه با بکار گیری روغن رقیق، کفایت می کنند. در طول تیز کردن، سنگها را بطور متناوب روغن کاری می کنند. این کار قابلیت برندگی سنگ را افزایش می دهد و از کند شدن سنگ در اثر تماس با ذرات فلزی جلوگیری بعمل می آورد. برای تیز کردن قلمهایی که رویشان دندانه مهمی وجود ندارد، کار سنگ زنی ضروری نیست. در تیز کردن یک نمونه مغار تخت، قلم را بصورت عمودی روی بخش زمخت سنگ سنگ تیز کنی نگه می دارند، برای از بین بردن دندانه های کوچک آنرا چند بار جلو و عقب می کنند. اگر پهلوی بدون پخ تیغه، دندانه ها یل شکافهایی دارد تیغه را بصورت تخت روی سنگ نگاه می دارند و بصورت دایره ای حرکت می دهند تا موارد فوق برطرف شوند. سپس پهلوی پخ دار قلم با زاویه ای روی سنگ قرار داده می شود که فقط پهلوی پشتی سنگ را تمیز کند. در حالیکه با یک دست قلم را محکم می گیرند، انگشتان دست دیگر را روی قلم قرار می دهند تا فشار لازم وارد شود. در حالیکه مچ دست محکم است قلم بصورت شکل ۸ یا الگوی تخم مرغی حرکت داده می شود. کار تیز کردن ادامه می یابد تا لبه سیمی ظریفی بدست آید. لبه سیمی ظریف را می توان با چند بار عقب و جلو کشیدن قلم روی یک بلوک چوبی محکم، جدا نمود. اگر قلمی با دستگاه تا این مرحله سنگ خورده است، لبه سیمی را باید به همین طریق جدا کرد. همچنین قبل از پرداخت نهایی قلم با سنگ چاقو تیز کنی می توان قلم را به آهستگی روی سمت زمخت سنگ چاقو تیز کنی کشید. برای پرداخت نهایی با سنگ چاقو تیز کنی، از سمت نرم سنگ و فشار نسبتاً ملایم استفاده کنید. در حالی لبه پخ قلم روی سنگ قرار دارد به همان صورتی که قبلاً تشریح شد، قلم را به شکل ۸ یا الگوی تخم مرغی حرکت دهید. بعد از آنکه قلم را کمی روی سنگ چاقو تیز کنی سائیدید. آن را برگردانید و سمت بدون پخ قلم را روی سنگ چاقو تیز کنی قرار داده کمی سایش



بدهید. این دو فرآیند را ادامه بدهید تا لبه قلم بصورت دلخواه در آید. آزمایش استاندارد برای تیزی قلم آنست که سمت بدون پخ قلم را با کمی زاویه در مقابل ناخن انگشت شست قرار دهید و قلم را بطرف بالا برانید، اگر قلم براحتی بطرف بالای ناخن بلغزد، لبه آن کاملاً تیز نشده است، زیرا لبه قلم باید کمی در ناخن فرو برود. اکثر قلم های تخت دیگر را هم به همین طریق تیز می کنند. مغارها را با روش متفاوتی روی سنگ چاقو تیز کنی سایش می دهند: یک سنگ لغزشی مخروطی که از یک مقعر است و از طرف دیگر گرد می باشد را بکار می برند، لبه پخ را روی سمت مقعر به عقب و جلو حرکت می دهند، دندان ریز را قرار دادن تخت لبه گرد انتهای باریک سنگ روی سطح داخلی فلز و عقب و جلو کردن آن، برطرف می کنند. برای تیز کردن تبرها، تبرهای سنگ تراشی و تیشه ها سنگ چاقو تیز کنی را در دست گرفته و روی لبه ابزار می مالند. انواع متعددی از سنگهای لغزشی مخروطی و اشکال ویژه برای تیز کردن مته های حلزونی، خزینه ها، چاقو ها، تبرها، قیچی ها، مته های دریل و ابزارهای دیگر وجود دارد. سنگ سمباده ها و اجزاء سنگ زنی بخصوصی هست که برای تیز کردن مته های دریل مفید می باشد. با وجود آنکه می توان اره ها و تیغه ها را با دست تیز کرد یا سو هان زد ولی بهتر است که این کار به کارگاه اره تیزکنی سپرده شود.



## انواع جوش های رایج در هنرهای فلزی

### ساخت فلزی

تکنیکهای ساختن وسایل فلزی همچون پرچ کاری، جوش آهنگری و روشهای ساده مکانیکی دیگر بسیار کهن هستند. قدمت مجسمه مصری که از ورقه های مسی پرچ شده تشکیل یافته به سال ۲۳۰۰ قبل از میلاد می رسد. صنعتگران سومری که در حدود ۲۵۰۰ سال قبل از میلاد به کارهای صنعتی می پرداختند، بطور خاصی در بسیاری از کارهای فلزی مهارت داشتند. بیشتر محکم کننده ها یا وسایل ساخت فلزی که امروزه بکار می روند محصول کار یکصد سال گذشته می باشند. جوشکاری (که در حدود سال ۱۹۰۰ آغاز شد) و اتصال بوسیله چسب، هر دو در طول جنگ دوم جهانی و بلافاصله بعد از جنگ پیشرفتهای قابل توجهی کردند، نیازهای عملی بسیار مهم در طرح موشک و سفر فضایی باعث بروز «تکنیکهای ساخت» جدید و پیچیده تری گشت. پیشرفت این فرآیندها بطور قابل توجهی در مواد و تکنیکهای مجسمه سازی و طراحی های سه بعدی شرکت نمود. در میان تکنیکهای صنعتی قرن بیستم بدون شک جوشکاری با مشعل بزرگترین قابلیت و جذابیت را نشان داد. همانطوریکه کاربرد خود انگیز و مستقیم رنگ، موافق طبع نقاشان انتزاعی اکسپرسیونیست بود بکارگیری دستی مستقیم و خود انگیز فلز هم با طبع مجسمه سازان سازگار از آب در آمد. تصور متناسب در مورد کاربرد مواد تکنیکهای صنعتی می تواند تأثیرات بصری تکان دهنده ای ایجاد کند. با جوشکاری زرد و جوشکاری برنز می توان به سطوحی با کیفیتهای بسیار عالی دست یافت. ابزارهای اتصال می توانند بوجود آوردن یک اثر نمایشی و بی غل و غش را تعهد کنند. جوش تسبیحی می تواند یک عامل مستحکم بصری سطح باشد. مجسمه ساز بندرت به فرآیندهای ساخت بسیار دقیق و با قدرت عملی بالا که مثلاً در صنایع فضایی بکار می رود، نیاز پیدا می کند. روشهای اساسی ساخت را می توان به سه دسته تقسیم کرد:

ساخت با عوامل مستحکم کننده، چسبها و جوشکاری انتخاب تکنیک ساخت مناسب به طبیعت شکل و تجهیزات در دسترس بستگی دارد. با وجود اینکه، ایده آل آنست که همیشه انتخاب بهترین فرآیندها بطور



دلخواه صورت بگیرد ولی این کار همیشه برای مجسمه ساز شدنی نیست او مشکلات خود را با توجه به ابزارها و تجهیزات در دسترس برطرف می کند. برای مثال در ساختن مجسمه های فلزی حجیم با ورقه های ضخیم یا بزرگ، فرآیند جوش کاری برقی از نظر زمان و هزینه لازم و کیفیت جوشکاری دلخواه ترین نوع می باشد. اگر تجهیزات جوشکاری برقی در دسترس نباشد، کار را می توان با جوشکاری کاربریدی انجام داد اما این فرآیند دشوارتر، وقت گیرتر و پرهزینه تر می باشد. مثال دیگر در مورد استفاده از چسبهاست که در آن تکنیکهایی وجود دارد فشار و حرارت عمل آوردن را بکار می گیرد و استحکام جوش را بیشتر می کند. این رویه ها بخاطر لزوم بکارگیری اجاقهای بخصوص و کنترلهای دقیق حرارت در آنها، معمولاً خارج از امکان مجسمه ساز می باشد. در نتیجه، احتمالاً مجسمه ساز از یک چسب که کاربردش، خشک کردن با هوا یا عمل آورنده ای شیمیایی در درجه حرارت اطاق را در بر می گیرد، استفاده می کند.

اگرچه جوشکاری بیشترین امکانات و قابلیتها را برای ساخت فلزی در اختیار می گذارد ولی غالباً بخاطر سهولت مشکل گشایی آن، بیش از حد مورد استفاده قرار می گیرد. چه از نظر تکنیکی و چه از نظر زیبایی شناسی، موارد بسیاری هست که در آنها یک چسب یا عامل محکم کننده نیازهای خاصی را بصورتی رضایتبخش تر برطرف می سازد. جوشکاری ضعفهایی را نیز در بر دارد: همیشه مشکل انبساط حرارتی و امکان ایجاد انحراف و کجی، بخاطر حرارت بکار رفته در نقطه جوش وجود دارد، ممکن است فشارهای نامطلوبی به فلز وارد شود، همچنین امکان دارد که تغییر رنگ و ظاهر فلز مقبول نباشد. بطور معمول در مورد فولاد یا آلومینیم پیش ساخته ای که دارای پوشش متالیک یا پلاستیک هستند، لازم است تکنیکهای ساخت دیگری بکار گرفته شود زیرا در صورت استفاده از این تکنیکها پوشش اطراف منطقه جوش خراب می شود.

معمولاً برای جوشکاری فولاد سبک و جوشکاری زرد فلزات غیر آهنی به یکدیگر یا به فولاد، از جوشکاری کاربریدی استفاده می شود. روشهای دیگر جوشکاری برای جوش دادن قطعات ضخیم فولاد یا آلیاژهای متناسب



فلزات غیر آهنی، مناسبتر هستند. حرارت مصرفی بالاتر که توسط قوس الکتریکی ایجاد می شود بطور اخص برای قطعات حجیم فلزی یا برای فلزاتی همچون مس یا آلیاژهای مس که قابلیت هدایت حرارتی بالاتری دارند مناسب تر است. فلزات غیر آهنی به ساده ترین وجه با روش قوس الکتریکی جوش می خورند زیرا هنگامی که فلزات ذوب شده بهم پیوند می خورند، پوششی از گاز خنثی منطقه جوش را از اکسید شدن حفظ می کند.

## فلزات جوشکاری

### فولاد

فولادها را می توان به دو دسته فولاد نورد کاری گرم و فولاد نوردکاری سرد دسته بندی کرد. فولاد نورد کاری گرم بخاطر پوسته اکسید شده نازکی که بر سطح خود دارد براحتی شناخته می شود. در مورد فولاد نورد کاری سرد، پوسته اکسید شده قبل از آخرین مرحله نورد کاری زدوده می گردد. فولاد نورد کاری شده با ضخامت تا ۱/۸ اینچ تحت عنوان « ورق » شناخته می شود. فولادهای نورد شده ای که بیش از ۱/۸ اینچ ضخامت دارند « صفحه » خوانده می شوند. دسته بندی بعدی بر اساس عناصر آلیاژ می باشد. فولادهای کربن غیر آلیاژی از نظر محتوی کربن بعنوان « کم » « متوسط » و « زیاد » شناخته می شوند. فولاد کم کربن معمولاً در حدود ۰.۱۵٪ درصد کربن دارد و براحتی با کاربید یا جوش قوسی جوش می خورد.

عام ترین انواع ورق و اشکال فولاد از نوعی که مقدار کربنشان پائین است می باشند. هر قدر کربن افزوده شود به همان نسبت قابلیت جوشکاری فولاد کم می گردد. دیگر عناصر آلیاژی برای افزودن سختی و استحکام فولاد بکار می روند. نیکل و منگنز سختی یا چقرمگی را افزایش می دهند. تنگستن و کاربید کرومیوم مقاومت سایشی را زیاد می کنند. کرومیوم مقاومت در برابر پوسیدگی، مولیبدنوم سختی و مس مقاومت در برابر جو را بوجود می آورند. فولادهای کم آلیاژ با آلیاژ کروم-مولیبدنوم، نیکل-کروم-مولیبدنوم و کروم-نیکل-منگنز را می



توان با کاربرد یا قوس الکتریکی جوش داد. فولادهای ابزاری با آلیاژهای همچون تنگستن، مولیبدنوم یا کبالت به تکنیکهای جوشکاری خاصی نیاز دارند.

فولادهای ریختگی همچون چدن را می توان با تکنیکهای جوشکاری کاربردی یا قوسی، جوش داد. فولاد های کم کربن و چدن موادی هستند که در اغلب موارد مورد استفاده مجسمه سازان قرار می گیرند. فولاد آلیاژی مس دار که روی قسمتهای نمایشی اجراء معماری و مجسمه بکار می رود، در طول چندین سال به یک حفاظ قهوه ای سیر برای زنگار نیاز دارد .

### فولاد زنگ نزن

برای جوشکاری فولاد زنگ نزن جوشکاری قوس الکتریکی ترجیح داده می شود ، با وجود این برای جوشکاری آن از الکتروود های پوشش دار هم استفاده می کنند . از میان فولاد هایی که آلیاژ زیادی دارند، فولاد زنگ نزن بخاطر مقاومت زیادش در برابر پوسیدگی، احتمالاً برای مجسمه ساز بهترین نوع می باشد. فولاد های زنگ نزن سنگین تر از فولادهای کربن می باشد و تعدادی از این فولاد ها دارای درجه انبساطی هستند که ۳۰ درصد بیشتر از انواع دیگر است. قابلیت هدایت حرارتی اینها پائین تر است . فولاد زنگ نزن کرومیوم-نیکل کم کربن بیشترین مقاومت ضد پوسیدگی را داراست و با وجود اینکه جوشکاریش دشوارتر است باید برای کارهای فضای باز انتخاب شود . فولادهای کربن - کرومیوم را می توان با شماره های A.I.S.I. (سازمان آمریکایی آهن و فولاد) در ۴۰۰ سری شناسایی کرد ، فولاد های کرومیوم- نیکل با شماره های سری ۲۰۰ یا ۳۰۰ شناخته می شوند.

### مس و آلیاژهای مس

این مواد را براحتی می توان با استفاده از یک میله برنز و مشعل کاربرد جوشکاری زرد کرد. جوشکاری ذوبی با قوس الکتریکی به بهترین صورت انجام می گیرد اگر چه چند نوع از آلیاژها براحتی با کاربرد یا قوس کربن هم



جوش ذوبی می شوند. معمولاً بجای مس از آلیاژهای مس استفاده می کنند، آلیاژها راحتتر جوش می خورند و قابلیت هدایت حرارتی اشان خیلی کمتر است معمولاً برنجهایی که حاوی روی نسبتاً زیادی هستند، برنجهایی که با روی و قلع، فسف، آلومینیم، سیلی کون یا نیکل تشکیل آلیاژ می دهند را مورد استفاده قرار می دهند. فلزاتی که دارای روی زیادی می باشند، جوشکاری زرد براحتی رویشان انجام می گیرد یا اینکه می توان آنها را با مشعل کاربید جوش ذوبی داد جوشکاری این فلزات با قوس الکتریکی دشوار است زیرا حرارت شدید قوس و نقطه ذوب بسیار پائین روی باعث می شوند که روی تجزیه شود و تولید دود اضافی نماید. توجه به این موضوع که فرد با نام برنز گمراه نشود از اهمیت شایانی برخوردار است زیرا گاهی یک برنج که حاوی روی زیادی است ممکن است برنز خوانده شود. برنج هایی که «برنز تجارتي» خوانده می شوند، حاوی مقدار کمی روی هستند در حالیکه برنجهایی که «برنز معماری»، «برنز توبین» یا «برنز منگنز» خوانده می شوند حاوی مقدار زیادی روی می باشند. برنز سیلی کون، مخصوصاً قابل جوشکاری است و عمدتاً شامل مس و یک تا سه درصد سیلی کون می باشد. این فلز دارای قابلیت هدایت حرارتی پائینی است و از بسیاری آلیاژهای دیگر یا مس خالص، به حرارت کمتری نیاز دارد. این فلز براحتی به مشعل کاربیدی یا قوس کربنی با استفاده از جریان مستقیم، جوش می خورد. برای ماده پرکننده نقطه جوش می توان از یک میله جوشکاری سیلی کون - برنز استفاده کرد. مس با آلیاژ نیکل را می توان براحتی با مشعل کاربیدی، جوشکاری ذوبی نمود. برنزه های فسفر و آلومینیم با شیوه قوس الکتریکی به بهترین صورت جوشکاری می شوند.

## آلومینیم

اکسید شدن سریع، قابلیت هدایت حرارتی بالا و ثابت ماندن رنگ در موقع حرارت دادن، جوشکاری آلومینیم را با قوس مشعلی مرسوم کاربیدی دشوار کرده است. با این وجود، با استفاده از فرایند قوس الکتریکی این شرایط براحتی تحت کنترل درمی آید. اگر امکانات جوشکاری قوسی در دسترس نباشد، آلومینیم را می توان را می توان بوسیله کاربید با استفاده از یک روان ساز مناسب همراه با میل آلومینیم جوشکاری کرد، از آنجائیکه



مصرف حرارت آهسته تر است، حرارت در منطقه وسیع تری پخش می گردد و تمایل بیشتری در جهت انحراف و خمیده شدن فلز وجود دارد. یک صفحه پشت بند را باید در پشت نقطه اتصال استفاده کرد تا از خم شدن فلز جلوگیری کند و باعث استحکام فلز نرم اطراف منطقه جوشکاری شود. الکترودهایی که دارای پوشش روان ساز می باشند برای استفاده با جوش مرسوم قوسی، دردسترس هستند. بعضی از آلومینیم ها را می توان با لحیم های مخصوص آلومینیم، لحیم کاری کرد.

آلومینیم شامل گروه کاملی از آلیاژهای آلومینیم می باشد، که تعدادی از آنها بیشتر از انواع دیگر قابل جوشکاری هستند. آلیاژهای ۱۱۰۰، ۳۰۰۳، ۵۰۵۰، ۶۰۵۳، ۶۰۶۱، ۶۰۶۲، ۶۰۶۳ را میتوان با همه روشهای جوشکاری جوش داد و همچنین لحیم کاری کرد. لحیم کاری آلیاژهای ۵۰۵۰، ۶۰۶۲، ۶۰۶۳ دشوارتر است. آلیاژهای ۲۰۱۱، ۲۰۱۴، ۲۰۱۷، ۲۰۲۴، ۷۰۷۵ برای جوشکاری قابلیت کمتری دارند. تعدادی از آلیاژهای ریختگی که براحتین صورت جوشکاری می شوند عبارتند از آلیاژهای ۴۳، ۳۵۵، ۳۵۵A، ۳۵۶.

### جوشکاری کاربردی

این فرایند بر اساس این اصل است که شعله استیلن در ترکیب با اکسیژن با حرارتی می سوزد که کاملاً برای ذوب کردن هر فلزی کافی است. درجه حرارت شعله به مخلوط اکسیژن و استیلن بستگی دارد. یک شعله بیش از معمول استیلن درجه حرارت حداکثری از ۳۰۶۴/۵ تا ۳۱۵۰ درجه سانتی گراد دارد. یک شعله خنثی ۳۲۳۱ و شعله اکسید کننده ۳۳۱۵/۵ تا ۳۴۲۵/۵ درجه سانتی گراد حرارت دارند. اساساً فرایند استفاده از کاربردی را بعنوان یک عامل حرارتی و همچنین برای خم کاری، آهن گری، شکل دادن، از بین بردن غبار و لایه نازک و کارهای دیگری که برای آماده کردن فلز است بکار می برد. با بکار بردن انواع متعددی از میل های جوشکاری و روان سازها می توان اکثر فلزات را با فرایند کاربردی بهم متصل کرد. این فلزات





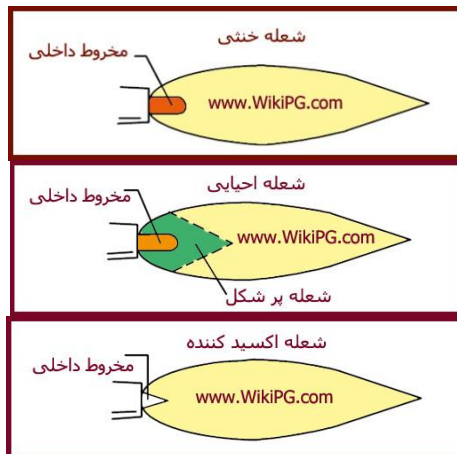
عبارتند از چدن، آهن کار شده، فولاد کربن، آلیاژ فولاد، فولاد زنگ نزن، مس، برنج، برنز، آلیاژهای آلومینیم، نیکل، آلیاژهای نیکل، و آلیاژهای منیزیم.

تصمیم گیری در مورد استفاده کردن و کاربرد دلخواه فرایند کاربیدی برای بعضی از فلزات البته به طبیعت خود فلز و از طرف دیگر فرایند های دیگری که در دسترس می باشد، بستگی دارد. تجهیزات کاربیدی شامل یک سیلندر اکسیژن، یک سیلندر استیلن، وسایل ریگلاتوری، شیلنگهای لاستیکی، بدنه مشعل، نوکهای جوشکاری، نوک برش، ضمامم برش، دستکش، عینک ایمنی و فندک سایشی می باشد. عادت های خوب کاری و رعایت مسائل ایمنی همیشه هنگام جوشکاری اهمیت دارند. همیشه از عینکهای ایمنی که در انواع روشن، متوسط و تیره در دسترس می باشند استفاده کنید. همیشه هنگام بریدن یا جوش دادن قطعات بزرگ که حرارت مورد لزوم آنها زیاد است و از دستکش های چرمی استفاده کنید، منطقه کار را تمیز و خالی از مواد قابل اشتعال نگه دارید، هرگز در هنگام کار از فشاری که بیش از مقدار توصیه شده است استفاده نکنید و در زمان های متوالی و منظم تجهیزات را با کف صابون کنترل کنید که نشت نکنند. همیشه نسبت به سمی بودن دود فلزات در هنگام جوشکاری حساس باشید، تهویه مناسب بسیار اساسی است. در جوشکاری کاربیدی سه روش آن برای متصل کردن قطعات فلزی وجود دارد که عبارتند از جوشکاری ذوبی، جوشکاری ذوبی با میله پر کننده و جوشکاری زرد. در جوشکاری ذوبی فلز را ذوب می کنند تا مواد مذاب جاری شده دو قطعه را به هم متصل کند. هنگامی که از یک میله پر کننده استفاده می شود، میله هم جنس قطعاتی است که جوش داده می شوند. میل مذکور ذوب شده کار اتصال دو قطعه را انجام می دهد. در جوشکاری زرد از یک فلز غیر آهنی (برنز) برای متصل کردن قطعات استفاده می شود.



## جوشکاری ذوبی

اکثر کارهای جوشکاری به شعله خنثی نیاز دارند در جوشکاری ذوبی نوک شعله خنثی به طرف نقطه اتصالی که باید جوشکاری گردد، گرفته می شود. در حینی که ذوب شدن لبه های فلز آغاز می شود، نوک شعله را به صورت یک سری اشکال تخم مرغی که روی هم می افتند حرکت می دهند تا یک قسمت مذاب به وجود بیاید و دو قطعه به هم متصل شوند. در صورتی که یک فلز پر کننده به منطقه جوشکاری افزوده می گردد، میله پرکننده را در لبه قسمت مذاب قرار می دهند و در مقابل شعله می گیرند و در حالیکه از چپ به راست جوشکاری می کنند، مقدار کمی از میل جوش ذوب شده به منطقه جوشکاری پیوند می خورد. این روش را تکنیک پیش دستی می خوانند و در اکثر مواقع مورد استفاده قرار می گیرد. هنگامی که میل جوش در پشت نوک شعله و از چپ به راست حرکت داده می شود آن را تحت عنوان تکنیک پس دستی می شناسند. هنگامیکه جوشکاری آغاز می شود چند مشکل عام پیش می آید. اگر نوک شعله (مخلوط داخلی) کاملاً به فلز نزدیک نباشد، ممکن است رساندن فلز به نقطه ذوب دشوار باشد، وقتی که فلز به نقطه ذوب رسیده (مخصوصاً در مورد ورقه های فلزی نازک) حرارت در منطقه وسیع تری از حد لازم پخش می شود و فلز مذاب. تفکیک شده، سوراخ ایجاد می شود. برای اینکه حرارت را در منطقه جوشکاری محدود نماییم، اقدام اساسی آن است که از نوک شعله و کاملاً نزدیک به فلز استفاده کنیم. فاصله بین نوک شعله و فلز باید حدود ۱/۱۶ تا ۱/۸ اینچ باشد.



تصویر ۱۰- انواع شعله ها



انتخاب اندازه مناسب برای نوک شعله نیز دارای اهمیت است. اگر نوک شعله به صورت مناسب روی فلز گرفته اید ولی منطقه جوش به راحتی ذوب نشده است احتمالاً نوک شعله خیلی کوچک می باشد. در صورتی که منطقه مذاب تفکیک می شود و در آن سوراخ هایی ایجاد می گردد، احتمالاً نوک شعله خیلی بزرگ است یا اینکه شما از شکل تخم مرغی روی هم استفاده نکرده اید تا به تشکیل منطقه مذاب کمک کند. مشکل عمومی دیگر شامل سریع جلو دادن میل جوش می باشد. این حالت باعث می شود قبل از تشکیل منطقه مذاب روی قطعات، فلز مذاب میل جوش روی آن رسوب کند. این رسوبات مستعد ایجاد حرارت زیاد و سوختن می باشند که در نتیجه باعث متخلخل و شکننده شدن جوش می شوند هنگام جوش دادن لبه یک فلز به مرکز فلز دیگر یا موقع جوش دادن یک قطعه کوچک به یک قطعه بزرگ، قطعه کوچک مستعد آنست که زود ذوب شده و جاری گردد. در این جا لازم است که حرارت را روی منطقه وسیع تری بگیریم، ابتدا تا موقعی که تشکیل نقطه مذاب آغاز می شود سپس با حرکت دادن شعله به عقب و جلو به شکل تخم مرغی و روی هم، قسمت ضخیم تر یا بزرگ تر مستعد کرده، می توانیم جوشکاری را کامل کنیم. زیاد حرارت دادن نقطه جوش هم می تواند ایجاد مشکل نماید. از آنجائیکه فلز تحت فشار هوا یا اکسیژن بطور شیمیایی تغییر کرده، اکسید می شود و حرارت همراه با اکسیژن این فرایند را تسریع می کند، بنابراین حرارت زیاد باعث متخلخل و شکننده شدن جوش می گردد. سرعت حرکت دادن مشعل و پیش روی جوشکاری، همچنین فراگیری قدرت تشخیص منطقه مذاب و درخشان جوش، دارای اهمیت می باشند.

نوک های کثیف هم می توانند باعث ایجاد مشکل شوند، نوک های مشعل را باید با یک تمیز کننده مخصوص پاک نگه داشت.



## جوشکاری زرد

جوشکاری زرد یا جوشکاری برنز معمول شامل بکارگیری یک میل جوش فلزی غیر آهنی با نقطه ذوب بالای ۵۳۸ درجه سانتی گراد و در عین حال پایین تر از نقطه ذوب فلزی که جوش داده می شود، می باشد. میل جوش برنزی به طور اساسی در ساختن مس یا آلیاژهای مس یا در متصل کردن فلزات غیر یکسان مثل جوش دادن مس یا برنز به فولاد مرد استفاده قرار می گیرد تکنیک جوشکاری زرد به طور گسترده ای در تولید سطوح تزئینی روی مس، برنج، برنز و فولاد هم به کار می رود، میل جوش برنزی برای هدف زیر استفاده می شود: تولید یک سطح برنجی مطلقاً که می توان با اکسید کردن به رنگ های متنوعی درآورد. با استفاده از میل جوش نیکل - نقره می توان به رنگ نقره ای دست یافت. ترکیبات زود گداز، میل های گوناگونی با تنوع مشخص در رابطه با آلیاژهای مختلف به دست می دهند. در جوشکاری برنز، اگر فلز کاملاً تمیز و میل جوش و روان سازی که به کار می برند کاملاً مناسب باشند، برنز جوشی به دست می دهد که از نظر مقاومت کششی بسیار عالی است. فلز را می توان با حلال ها، بخار، پاشیدن شن، کشیدن برس سیمی، یا سمباده تمیز کنید.

فرایند جوشکاری شامل موارد زیر می باشد: ابتدا فلز را حرارت می دهند تا رنگش از تیره به قرمز گیلاسی تبدیل شود، در این موقع ذراتی از نوک میل جوش را ذوب کرده روی فلز می ریزند تا به موقع به فلز پیوسته و مانند جوش کاری نقطه ای، نقطه جوش های تشکیل گردد. در هنگام حرارت دادن فلز تا درجه حرارت مناسب باید دقت زیادی مبذول کنید، اگر درجه حرارت فلز خیلی پایین باشد، ذره ذوب شده میل جوش به خوبی با فلز متصل نمی شود و اگر درجه حرارت فلز خیلی بالا باشد، برنز می سوزد و دود می کند و در نتیجه جوش خوبی بدست نمی آید. هنگام استفاده از تکنیک جوشکاری زرد برای ایجاد سطوح منسوج، منطقه کوچکی در حدود اندازه یک پنچ ریالی حرارت داده می شود تا به رنگ قرمز تیره درآید در این موقع میل جوش به منطقه جوش اضافه می گردد. نوک شعله را روی میل جوش می گیرند تا جزء کوچکی از آن ذوب شده و روی منطقه حرارت دیده فلز بیافتد. در حالی که مشعل را از میل جوش بسوی فلز حرکت می دهیم، جوشکاری ادامه می



یابد. اگر به میل جوش حرارت بیشتری داده شود، بافت جوش نسبت تأخیم و موج دار می شود و اگر حرارت بیشتری به فلز داده شود، برنز مذاب جاری شده و بافت نازکی بوجود می آورد.

در جوشکاری برنز یا جوشکاری زرد باید از یک روان ساز مناسب استفاده کرد. انتهای میل جوش را کمی حرارت می دهند و آنرا در روان ساز فرو می کنند، هنگامی که میل جوش را ذوب می کنند، روان ساز بر روی فلز جاری می شود و مانع اکسید شدن فلز در حین جوشکاری می گردد. میل جوشهایی که پوشش روان ساز دارند را می توان با قیمت کمی بالاتر خریداری کرد. این میل جوش ها راحت تر به کار می روند و مقدار روان ساز روی آنها به میزان مناسب است. در جوشکاری های مفصل و زیاد با بکار بردن میل جوشی که پوشش روان ساز دارد. زمان قابل توجهی صرفه جویی می شود. در اکثر موارد، جوشکاری زرد سطوح فلز قبل از سوار کردن قطعات صورت می گیرد. انحرافی که در طول جوشکاری زرد به وجود می آید را می توان با چکش کاری و شکل دادن، برطرف کرد. هنگام جوشکاری برنز و جوشکاری زرد باید تهویه کاملاً، صورت بگیرد زیرا دود روی که از برنز به وجود می آید می تواند آزار دهنده باشد.

### لحیم کاری

لحیم کاری شامل بکار بردن یک فلز غیر آهنی با نقطه ذوب پایین برای اتصال دادن فلز به فلز می باشد. لحیم مخلوطی از قلع و سرب است که نقطه ذوبش حدود ۲۱۵/۵ درجه سانتی گراد می باشد. نسبت مخلوط از ۴۰ تا ۶۰ در سطح قلع به سرب می باشد. اگر مقدار قلع زیاد باشد نقطه ذوب لحیم پایین تر خواهد بود. در جاهاییکه استقامت بیشتری مورد لزوم است می توان از لحیم هایی که دارای آلیاژهای نقره هستند استفاده کرد. لحیم ها را به دسته های زیر تقسیم می کنند: "زود ذوب" که با درجه حرارت ۷۰۴/۵ به صورت مذاب جاری می شوند، متوسط درجه جاری شدنشان ۷۹۳ درجه سانتی گراد می باشد. برای لحیم کاری آلومینیم، لحیم های آلومینیم هم در دسترس می باشند.



هنگامی که شرایط مناسب باشد، لحیم کاری فرایند ساده ای است. بطور طبیعی یک هویه دستی، هویه برقی یا شعله حاصل از استیلن - هوا یا پروپان - هوا، به عنوان منبع حرارت بکار گرفته می شود.

هنگام بکار گیری لحیم نقره دار، معمولاً بخاطر درجه ذوب بالاتر لحیم، از یک مشعل کاربردی یا مشعل استیلن - هوا استفاده می کنند. تمیز بودن فلز بسیار مهم است. ابزارهای تمیز کاری معمولاً شامل براده فولاد کاغذ سنگ سنباده، یا کاغذ سنباده می باشند. بعد از آنکه فلز تمیز شد، سطح آنرا با لایه نازکی از یک روان ساز مناسب می پوشانند، فلز را حرارت می دهند تا لحیم را ذوب کند در این موقع ذرات لحیم را روی منطقه لحیم کاری قرار می دهند. هنگامی که لحیم با منطقه حرارت دیده فلز تماس پیدا می کند باید ذوب شود. در لحیم کاری بخشهایی مثل لوازم مسی فواره های مصنوعی، اگر بخشها تمیز باشند و بصورتی مناسب با روان ساز آغشته شوند، لحیم با عملی ظریف بین فضای دو قسمت کشیده می شود.

از آنجائیکه روان ساز غالباً خورنده است، باید آنرا با آب و صابون یا یک تمیز کننده مناسب دیگر از روی فلز پاک کرد. برای جلوگیری از پاشیدن لحیم یا روان ساز به چشم باید دقت زیادی بخرج داد. به چشم زدن عینک ایمنی می تواند روش خوبی باشد. دودهای سرب لحیم (مخصوصاً موقعی که حرارت زیادی ببینند) می توانند سمی باشند مخصوصاً موقعی که عنصر آلیاژی کادمیوم باشد.



تصویر ۱۱- هویه برقی



## جوشکاری برقی

جوشکاری برقی بطور اساسی فرایندی است که در آن از حرارتی که از انرژی الکتریکی بوجود آمده استفاده می شود - حرارت بوسیله اتصال کوتاه درموقعی که الکترونها در مدار با مقاومت روبرو می شوند و مسیر میل جوش به قطعه کار و یا برعکس را سیر می کنند، بوجود می آید. در اینجا جریان متناوب (A.C.) و جریان مستقیم (D.C.) هر دو مورد استفاده قرار می گیرند.

درواقع ده ها رویه جوشکاری وجود دارد که در آنها از انرژی الکتریکی یا اشکال دیگر انرژی استفاده می شود، جوشکاری اشعه الکترون، قوس پلاسما، اشعه لیزر و هیدروژن اتمی، همه فرایندهای هستند که امروزه در صنعت بکار می روند. در اکثر موارد تجهیزات گرانتقیمت و بسیار پیچیده می باشند و بکار بردن آنها در سالن کار عملی نیست. هنگامی که مجسمه ساز یا طراح با مشکلی در جوشکاری روبرو می شود که نمی تواند آنرا با تجهیزات مرسوم برطرف سازد باید در پی کمک گرفتن از یک کارگاه صنعتی بزرگ که مجهز به تجهیزات ویژه است برآید. تجهیزاتی که دارای قیمت متوسط هستند (مثل دستگاه جوش میگ یا نیگ) هم بهر حال برای یالنهایی کار کوچک خیلی گران می باشند. و تولید ذرات باردار با انرژی زیاد کرده است. مولدهای پلاسما برای جوشکاری بکار می روند. این تجهیزات را می توان از تهیه کنندگان وسایل جوشکاری کرایه یا اجاره کرد. امتیاز اصلی جوشکاری برقی، درجه حرارت بالایی است که ایجاد می کند زیرا این حرارت نه تنها زمان ساختن مصنوع مورد نظر را به میزان قابل توجهی کاهش می دهد بلکه همچنین ایجاد انحراف در قطعه را به حداقل رسانده، جوشکاری قطعات بزرگ و ضخیم را امکان پذیرتر می سازد. سه نوع از مفیدترین دستگاههای جوشکاری برقی، امروزه در دسترس می باشند: قوس فلزی با الکتروود قابل مصرف، دستگاه جوش گاز - خنثی - تنگستن (تیگ TIG) و دستگاه جوش گاز - خنثی - فلز (میگ MIG) در حقیقت، مجسمه ساز با هر مشکلی در جوشکاری روبرو شود می تواند آنرا با این سه وسیله برطرف سازد.



## قوس فلزی (الکتروود قابل مصرف)

بدون شک اولین دستگاه جوش برقی که یک مجسمه ساز متوسط الحال خریداری می کند یک دستگاه جوش برقی می باشد که شامل وسایلی بدین قرار است: منبع انرژی، کابلها، گیره اتصال زمین و انبرجوشکاری دستگاههای چرمی ایمنی، ماسک محافظ جوشکاری با لنز مناسب (حدود شماره ۱۰). پیش بند یا ژاکت محافظ هم تجهیزات ضروری هستند. برای سالن کار یک دستگاه جوشکاری اولیه خوب که توان انجام دادن کارهای قابل توجهی را داشته باشد. دستگاه جوشی است با ترکیب برق جریان متناوب و جریان مستقیم (A.C. و D.C.) ۱۸۰ آمپر. منبع انرژی دستگاهی با این ابعاد، برق یک فاز ۲۳۰ ولت، ۵۰ آمپر می باشد. مدار - سرویس انرژی استاندارد می باشد که از طریق شرکت های عام المنفعه تأمین می گردد.

دستگاه های بزرگتر در حالت ایده آل با برق سه فاز ۲۲۰ یا ۴۴۰ ولت کار می کنند. این دستگاهها کاملتر هستند ولی معمولاً فقط در محلهای صنعتی و تجارتي در دسترس می باشند. منظور از انتخاب دستگاه A.C.- D.C. آنست که با آن می توان فرایندهای جوشکاری وسیع تر را انجام داد. از آنجائیکه دستگاههای ارزاتر و کوچکتر A.C. دایره کاریشان بندرت می تواند کارهای لازم را بخوبی انجام دهد، نباید آنها را برای کارگاه در نظر گرفت مگر اینکه نیازهای جوشکاری کارگاه از جوشکاریهای جسته و گریخته و کوچک فراتر نرود. دایره کاری مقدار زمانی است که در طی آن دستگاه میتواند با آمپری مشخص با راندمان کامل عمل کند. دستگاهی با درجه ۴۰ درصد دایره کاری با آمپر ۱۸۰ برای مدت ۴ دقیقه از هر ۱۰ دقیقه می تواند عمل کند. در حینی که آمپر کاهش می یابد، عوامل عملکردی افزایش پیدا می کند بطوری که یک دستگاه ۴۰ در صد اگر دایره کاریش ۹۰ در صد باشد شدت جریان آن ۱۰۰ آمپر خواهد بود یا اینکه دستگاه می تواند از هر ۱۰ دقیقه ۹ دقیقه عمل کند.





دستگاه ۴۰ درصد بطور معقولی برای یک کارگاهها سالن کار کوچک کفایت می کند. در ساختمانهای عمومی بندرت میزان کار از ۴ دقیقه در هر ده دقیقه تجاوز می کند. بافت سطحی فلزات برای مجسمه به دایره کاری با لایی نیاز دارد. بهر حال، معمولاً آمپر آنقدر پائین است که دستگاه می تواند کار نسبتاً مداوم لازم را با انجام دهد. در بسیاری از عملیات جوشکاری با الکتروود قابل مصرف، جریان مستقیم ترجیح داده می شود زیرا جریان مستقیم پایدارتر و دقیق تر است و با آن انواع بیشتری از الکتروودها و رویه های جوشکاری قابل استفاده است با این وجود میل گرد های A.C. زیادی در دسترس است که دارای شایستگی های مشابه می باشند.

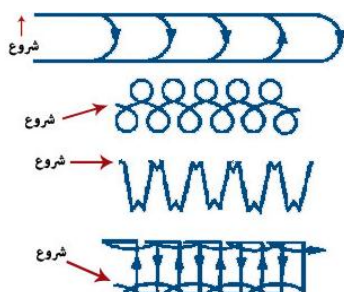
در جوشکاری برقی دو اصطلاح عام دارای اهمیت هستند: جریان مستقیم - پلاریته مستقیم و جریان مستقیم - پلاریته عکس. در پلاریته مستقیم الکتروونها از الکتروود به طرف قطعه کار جاری می شوند، حرارت بر روی قطعه کار متمرکز می شود و نفوذ در فلزی که جوش داده می شود عمیق است. در پلاریته عکس تمرکز بر روی الکتروود است. در این جا حرارت در حد وسیع تری صرف می شود و نفوذ آن سطحی است. بدیهی است که انتخاب پلاریته به نوع فلز، نوع جوش و ضخامت فلز بستگی دارد. برای مثال در جوشکاری ورقه های فلزی نسبتاً نازک به منظور اینکه از ایجاد سوراخ در فلز جلوگیری شود، از پلاریته عکس استفاده می کنند.

کار جوشکار نسبتاً ساده است: دستگاه را به پریز دیواری مناسب می زنند و کابل هارا به پریز سیار مناسب وصل می کنند تا فرایند دلخواه همچون "جریان مستقیم - پلاریته مستقیم"، "جریان متناوب و جریان مستقیم - پلاریته عکس"، را انتخاب نمایند. طرح این دستگاه ها بسته به سازنده های آنها متفاوت خواهد بود. در همه اوقات باید به دستورات سازنده های آنها متفاوت خواهد بود در همه اوقات باید به دستورات سازنده ها مراجعه کنیم. آمپر انتخاب شده به اندازه میل جوش و ضخامت فلز بستگی دارد. بعد از تعیین آمپر، گیره زمین را روی میز کار یا قطعه کار محکم می کنند و میل جوش را در دهانه انبر جوشکاری قرار می دهند. معمولاً، میل جوش را با زاویه راست در دهانه انبر می گذارند. برق را وصل می کنند و همه چیز آماده انجام دادن جوشکاری است.



میل جوش را در فاصله چند اینچی قطعه کار قرار می دهند، ماسک محافظ را پایین می آورند و جوشکاری آغاز می گردد. ایجاد قوس با حرکتی شبیه کبریت زدن یا با حرکت ضربه ای مستقیم شروع می شود اگر میل جوش را سریع بالا بیاورند به قطعه کار می چسبد یا روی آن منجمد می شود فاصله بین انتهای میل جوش و فلز عموماً در حدود قطر میل جوش می باشد. در حینی که جوشکاری پیش می رود موقعیت میل جوش به نوع جوشکاری که انجام می شود بستگی دارد. معمولاً میل جوش نسبت به مسیر درز جوش با زاویه ۹۰ درجه و نسبت به مسیر حرکت در زاویه ۵ تا ۱۵ درجه قرار می گیرد. در حینی که میل جوش در مسیر جوشکاری حرکت می کنند معمولاً آن را با دست به صورت زیگزاگ، پهلویی یا نیم دایره پیش می برند.

هنگامی که می خواهند فلز ضخیمی را که دارای مقاومت بالایی است جوشکاری کنند، محل اتصال که باید جوش داده شود را به صورت شیاری ۷ شکل درمی آورند و برای پر کردن اتصال از جوش مضاعف استفاده می نمایند. بعد از هر نقطه جوشی باید روان ساز را پاک کرد و سپس نقطه جوش بعدی را زد. برای جوشکاری بایک قوس کربنی می توان از جریان مستقیم و یک الکتروود کربن استفاده کرد. در این روش، الکتروود به مصرف نمی رسد بلکه تنها برای ایجاد قوس جهت ذوب کردن فلز بکار می رود. یک میل جوش را به منطقه جوشکاری وارد می کنند شبیه آنچه در جوشکاری با مشعل کاربردی انجام می دهند. این فرایند در جوشکاری تعدادی از فلزات غیر آهنی بکار می رود، باین تکنیک برنز سیلیکون به راحتی جوشکاری می شود.



تصویر ۱۲- حرکت الکتروود



طرز عمل جوشکاری قوسی نسبتاً آسان است. اما به هر حال آنچه از دید متالورژیکی در شکل گرفتن جوش باید رخ بدهد، پیچیده می باشد، هر کارآموز جدی جوشکاری باید مقدار متناهی در مورد جوشکاری قوسی و متالورژی مطالعه کند. همانطوری که در جوشکاری کاربردی شرح داده شد، باید احتیاطات ایمنی مربوط به فلز، ماسک و لباس محافظ و کار عادی کارگاه رعایت گردد. نباید چشم هارا در معرض حتی یک قوس الکتریکی قرار داد هر جای بدن که لخت باشد بعد از چند دقیقه ایجاد جرقه، خواهد سوخت و جرقه های مداوم می توانند باعث ایجاد سوختگی شدید گردند.

### میل جوش های جوشکاری قوسی

میل جوش های که برای انواع گستردهای از کاربردها، هم برای فلزات آهنی و هم فلزات غیر آهنی در دسترس می باشند باید براساس فلزی که جوش داده می شود، درجه نفوذ دلخواه جوش، ضخامت نقطه جوش موقعیت جوش کاری و درجه رسوب جوش انتخاب شود و همچنین هنگام انتخاب میل جوش باید مشکلات ویژه ای همچون نازکی قطعه یا پر کننده در اطراف قسمتهایی که بصورت ضعیفی پر شده را در نظر گرفت. با موجود آنکه میل های جوش تا حدودی از نظر نوع آلیاژهای شان متفاوت هستند ولی بعضی از بزرگ ترین تفاوت ها در رابطه با نوع روان سازی است که به کار می گیرند. روان ساز روی میل جوش با زدودن اکسید ها و فراهم آوردن جوی اثر، منطقه جوشکاری را حفاظت می کند. آلیاژها و عنصربخووسی به روانساز اضافه می گردند تا شرایط ویژه جوشکاری را فراهم سازند. کارخانه های سازنده، میل جوشها را با توجه به خصوصیات و اهداف ویژه ای که دارند، می شناسند. جامعه جوشکاران آمریکایی میل جوشهای فولاد - کربن را با یک سیستم چهار رقمی دسته بندی می کند. دو رقم اول بر مقاومت کششی دلالت دارند، سومین رقم به موقعیت میل جوش دلالت می کند و چهارمین رقم به خصوصیات متنوعی از میل جوشها، مثل انرژی تغذیه، پوشش و نوع نفوذ میل جوش دلالت دارد. شماره ۶۰۱۱ یک میل جوش خوب و دارای کاربردهای عمومی برای جوشکاری.



D.C یا A.C با هر یک از پلارایته ها و همه موقعیت ها می باشد. شماره ۶۰۱۲ تقریباً شبیه ۶۰۱۱ می باشد، تنها تفاوتش اینست که برای قطعاتی که خوب جفت نمی شوند یا ساختن عالی مناسبتر است. این میل جوشها را روی فولاد نرم بکار می گیرند. شماره ۷۰۱۰ میل جوشی است با جریان مستقیم - پلارایته عکس و همه موقعیت ها، برای جوشکاری آلیاژها و فولاد بسیار مقاوم.

## جوشکاری تیگ

جوشکاری گاز خنثای تنگستن (TIG) تاحدودی شبیه جوشکاری ذوبی کاربریدی یا جوشکاری ذوبی با استفاده از میل جوش پرکننده می باشد. برای بوجود آوردن یک قوس جهت منبع حرارت از یک الکتروود تنگستن که مصرف نمی شود استفاده می کنند و یا خود فلز ذوب می شود یا اینکه یک میل جوش به محل جوش خوردن قطعه اضافه می گردد. امتیاز اصلی فرایند تیگ در جوشکاری فلزات غیر آهنی همچون فولاد زنگ نزن، مس و آلیاژهای مس، نیکل، منیزیم، و آلومینیم می باشد. همیشه جوشکاری این فلزات بخاطر شکل گرفتن سریع اکسیدهای حفاظ در هنگامی که این فلزات در معرض جو هستند، دشوار بوده است.

در جوشکاری تیگ، دیواره حفاظی از گاز خنثی (معمولاً آرگن) در پیرامون قوس و منطقه جوشکاری تشکیل می شود و مانع تشکیل جوش با هوای جو شده از بوجود آمدن اکسیدها جلوگیری می کند. نتیجه نهایی این فرایند، جوشی محکم و تمیز می باشد و در آن خطر روان ساز، سرباره یا اکسیدهای مضر که در فرایندهای جوشکاری قوسی ساده یا کاربریدی بوجود می آیند، وجود ندارد. برخلاف عقیده عمومی، جوشکاری آلومینیم یا فلزات غیر آهنی دیگر دشوار نیست. اگر آلیاژ فلز بخوبی تشخیص داده شود و میل جوش مناسبی مورد استفاده قرار گیرد. جوشکاری این فلزات راحت تر از جوشکاری است که در آنها از وسایل جوشکاری مرسوم تر استفاده می شود. واحد انرژی مشعل تیگ وسیله ای دقیق است که برای فراهم آوردن رشته گسترده ای از جریانهای جوشکاری، کنترل شدت جریان و کنترل محافظ، طرح ریزی شده است. تنظیمات واحد انرژی با



توجه به فلزی که جوشکاری خواهد شد، تعیین می گردد و اگر توصیه های کارخانه های سازنده رعایت گردد، براحتی می توان بر جوشکاری تیگ مسلط شد. نمونه توصیه های کارخانه های سازنده شامل نوع گاز، درجه جاری شدن گاز، نوع شدت جریان (A.C)، جریان مستقیم - پلاریته عکس یا جریان مستقیم پلاریته مستقیم، آمپر، اندازه الکتروود، سرعت جوشکاری، میل جوشکاری و اندازه فنجان گاز می باشد. مشعل تیگ جمع و جور است و استعمالش آسان. هنگامی که اندازه های الکتروود تغییر می کند، لازم است که فنجان گاز و شبکه و مجموعه شبکه داخلی مشعل تغییر کند. هنگامی عوض کردن یا مرتب کردن الکتروود باید منبع انرژی دستگاه را قطع کرد. مشعل با یک سیستم آب رسانی خنک می شود. برخلاف کار با الکتروود قابل مصرف، در اینجا لازم نیست که با مشعل تیگ قوس ضربه ای ایجاد می کنیم فرکانس بالای جریان به شدت امکان می دهد که فاصله بین مشعل و قطعه کار را با جهش طی کند. مشعل را براحتی می توان کن کرد تا اندازه طول قوس متناوب شود.

### جوشکاری میگ

جوشکاری گاز خنثای فلز (میگ) شبیه جوشکاری تیگ است زیرا در اینجا هم از یک گاز حفاظتی برای حفاظت کردن منطقه ذوب استفاده می شود. در فرایند میگ، الکتروود به شکل یک سیم است که از طریق قرقره ای که در دستگاه سوار شده در هنگامی که کلید مشعل را فشار دهند، به بیرون رانده می شود. سیم از بدنه مشعل بیرون آمده و با سرعتی که از قبل تنظیم شده، بطرف منطقه جوشکاری رانده می شود. این فرایند از یک منبع انرژی D.C. بخصوص استفاده می کند. اکثر جوشکاری با پلاریته عکس انجام می شود. فولاد، آلومینیم، فولاد زنگ نزن و برنز را می توان با استفاده از سیمی از جنس همان فلزی که جوش داده می شود، جوشکاری کرد. یکی از امتیازات اصلی استفاده از جوشکاری میگ فولاد بجای استفاده از الکتروودهای پوشش دار آنست که جوشی بسیار عالی و تمیز بدست می آید و احتیاج به تمی کردن بعد از جوشکاری ندارد. در هنگام



جوشکاری تیگ یا میگ باید از ماسک جوشکاری و پوششهای حفاظتی دیگر استفاده کرد و رویه های ایمنی را رعایت نمود .



تصویر ۱۳- دستگاه جوشکاری تیگ



تصویر ۱۴- نمونه دستگاه جوش میگ



## برش فلز

در ساخت فلزی رویه های متنوعی از برش وجود دارد. غالباً انتخاب رویه مناسب نه تنها باعث صرفه جویی قابل توجهی در زمان می گردد بلکه کیفیت کار نهایی را اتقاء می بخشد. برای مثال برش زمخت مشعل استیلن ممکن است در یک مورد مناسب باشد در حالیکه اگر برشی نازک یا لبه ای تکمیلی مورد نیاز باشد. بهتر است از اره یاقیچی آهن بر استفاده شود. تکنیکهای اساسی برش که برای مجسمه ساز عملی است و معمولاً در صنعت بکار می رود شامل دو دسته میباشد: برش شعله ای که با استفاده از فرایند کاربیدی یا قوسی انجام می شود و برش بوسیله ابزارهای مکانیکی که شامل اره کردن، قیچی نمودن و برش با سنگ می باشد.

## برش شعله ای (کاربید)

برش شعله ای بر اساس این واقعیت است که فلز هنگامی که در معرض هوا باشد بطور شیمیایی به اکسید تبدیل می شود. با استفاده از حرارت و اکسیژن می توان این فرایند را تسریع کرد. معمولاً از یک مشعل برش کاربیدی که روی بدنه یک مشعل سوار شده است استفاده می کنند، اگر چه سوختهای دیگر همچون پروپان یا گاز طبیعی را هم می توان با مشعلهای مناسب بکار برد. برش کاربیدی با وجود اینکه از نظر تجاری گران به حساب می آید ولی موقعی که ظریف و نازک بودن برش ضرورت ندارد، برای مجسمه ساز وسیله ای ساده و قابل حمل برای بریدن فولاد می باشد. در واقع مجسمه ساز غالباً بعضی از کیفیات زمخت برشی که خیلی ماهرانه بریده نشده است را ترجیح می دهد. ضخامت فلز هر قدر باشد می توان آنرا با مشعل کاربیدی برید. در صنعت از دستگاه های برشی بزرگ برای بدست آوردن قطعات بریده شده دقیق استفاده می شود. اگر مجسمه ساز هم به تعداد مشابهی از قطعات نیاز داشته باشد این دستگاهها برای او مفید خواهند بود.

در فرایند کاربیدی فلز را با شعله های اولیه تا درجه حرارت اشتعال حرارت می دهند در این حرارت شکافی از اکسیژن و آهن ترکیب می شوند و اکسید آهن بوجود می آورند و اکسید آهن از جلوی شعله کنار زده می شود بنابراین یک شکاف باریک یا درز در فولاد باقی می ماند. کاربرد این فرایند بطور اساسی به فولاد های کم آلیاژ



محدود می شود و بکاربردن آن روی فولاد زنگ نزن یا فلزات غیر آهنی مثل مس یا آلومینیم امکان پذیر نیست. این حالت بخاطر بالاتر بودن درجه اشتعال اکسید های این فلزات یا عوامل آلیاژی می باشد.

در برش شعله ای اولین قدم این است که فشار استیلن و اکسیژن را تنظیم کنیم. برای برش عادی صفحه ای که تا ۳/۸ اینچ ضخامت دارد، فشار استیلن ۱/۳۶۰ تا ۲/۲۶۵ کیلو و فشار اکسیژن ۹ تا ۱۳/۵ کیلو می باشد. فشار و اندازه نوک را متناسب با ضخیمتر شدن فلز، افزایش می دهند. برای فراهم آوردن اکسیژن لازم جهت فرایند برش، فشار اکسیژن بطور قابل توجهی بیشتر از فشار آن در جوشکاری است. بریدن یک سری از ضخامتها با نوکهای شماره کوچکتر امکان پذیر است. در واقع اکثر تجهیزات استیلن با نوکهای برشی محدود بکار می آید که برای انجام دادن برشهای متوسط کافی است. البته در صورتیکه مجسمه ساز به برش دقیق و تمیز نیاز نداشته باشد. برای بدست آوردن بهترین نتایج باید توصیه های کارخانه سازنده در مورد اندازه نوک و فشار لازم، مراعات گردد. تنظیم کردن سرعت متناسب برش که به ضخامت فلز بستگی دارد به مقداری تجربه عملی نیاز دارد. اگر چه طرز قرار گرفتن مشعل برش روی فلز عمودی است، ممکن است بریدن قطعات نازک در حالی که مشعل نسبت به مسیر برش کمی انحراف دارد راحت تر باشد. این حالت مخصوصاً موقعی که نوکهای برش محدودند و شما سعی دارید با یک نوکی که از حد معمول بزرگتر است کار برش را انجام دهید، ضروری است. هنگام برش اگر سرعت حرکت مشعل خیلی آهسته و اندازه نوک مشعل خیلی بزرگ باشد، یا اینکه مشعل از فلز دور باشد، فلز متمایل به ذوب شدن خواهد بود و بعد از تکمیل شدن برش، مواد مذاب دوباره بهم می چسبند. اگر سرعت حرکت مشعل خیلی سریع و اندازه نوکش خیلی کوچک باشد، برش ناقص خواهد شد.

### برش - شعله پودری

رویه دیگر برش شعله ای که کمتر شناخته شده است و هزینه اش بیشتر است برش پودری است. در این فرایند، فشار هوا جریانی از ذرات آهن یا پودرهای فلزی دیگر را در منطقه بریده شده می ریزد. پودر، اکسید های





فلزی درمحل برش را زود گداز می کند و درجه حرارت ذوب شدن مخلوط اکسیدی را کاهش می دهد و برش را امکان پذیر می سازد. یکی از چندین راه عملی بریدن فولاد زنگ نزن ضخیم هنگامی که برش تمیز و دقیقی مورد نظر است. برش پودری می باشد همچنین این نوع برش برای بریدن آلومینیم ، مس ، برنج، نیکل و فلزات غیر آهنی دیگر و بتن و مواد سفالین هم بکار می رود.

### برش قوسی

فولاد را می توان با یک الکتروود از میل فولادی یا میل جوش برشی که برای این هدف طراحی شده ، جوش داد. برای برشهای اتفاقی ، یک میل جوش فولادی معمولی که با آمپری بیش از آمپر جوشکاری کار می کند، کفایت می نماید. بهر حال، در اکثر موارد خریدن میل جوشهای مخصوص این کار، بهتر است.

نقص اصلی برش قوسی در این است که برشی زمختر ایجاد می کند و بخاطر دودها و بخاراتی که در هنگام برش قوسی تولید می شود باید تخلیه و تعویض هوا در حد وسیع تری انجام شود. در بعضی موارد، کیفیت تزئینی برش قوسی ، دلخواه است و برای مجسمه ساز مفید می باشد. علاوه بر میل جوشهایی که بریدن فولاد است، میل جوشهایی ساخته شده که چدن و فلزات غیر آهنی را نیز می برند. این میل جوشها معمولاً برای هر دو نوع عملیات A.C و D.C می باشند.

بریدن با قوس نسبتاً ساده است. دستگاه را روی آمپر توصیه شده تنظیم می کنند، قوسی در لبه فلز زده می شود و با حرکت دادن میل جوش به بالا و پائین برش را آغاز می کنند و حرکت قوسی بالا به پائین را در مسیر شکاف، مانند عمل اره کردن ادامه می دهند. آمپر نمونه برای میل جوش ۱/۸ اینچی ۲۵۰ تا ۳۵۰ آمپر است، برای میل جوش ۵/۳۲ اینچی ۳۰۰ تا ۴۰۰ آمپر ، و برای میل جوش ۳/۱۶ اینچی ۳۵۰ تا ۵۰۰ آمپر. مشعلهای برش مخصوصی که قوس هوایی ایجاد می کنند، در دسترس هستند . در این مشعلها با استفاده از هوای فشرده سرباره فلزی را در هنگام بریدن از شکاف بیرون می ریزند. این مشعلها بطور اخص در بریدن فلزات غیر آهنی مفید



واقع می شوند. اگر فرایند میگ در دسترس باشد، می توان از آن برای بریدن فلزات غیر آهنی استفاده کرد. در این تکنیک سرعت سیم طوری است که تا قعر جانبی از فلز باید بریده شود نفوذ می کند. محل شروع حدود ۱/۴ اینچ از لبه فلز است و سیم کمی از قعر لبه فلز بیرون می زند. گازهای محافظ عبارتند از هلیوم، آرگون یا ترکیبات مخصوص، دستگاه جوش تیگ را هم می توان با استفاده از یک الکتروود تنگستن توریم و جریان مستقیم، برای برش تطبیق داد.

## اره کاری

اره کاری فلز معمولاً بوسیله اره آهن بر دستی، اره آهن بر برقی، اره نواری، اره برقی یا اره مثبت کاری انجام می شود هنگامی که اندازه های دقیق و زاویه ای مورد نظر است و موقعی که می خواهیم فلز انحراف پیدا نکند (بوجود آمدن انحراف در فلز از نتایج طبیعی برش با قیچی یا شعله می باشد) اره کاری نسبت به برش شعله ای امتیازاتی دارد، همچنین اره کاری یکی از ساده ترین و ارجم ترین روشهای بریدن فلزات نرم و غیر آهنی می باشد. تیغ اره ها را برای بریدن تقریباً هر فلزی می سازند. مهمترین عوامل اره کاری موفق فلزات عبارتند از: سرعت تیغه، تعداد دندانهای تیغه، طرح دندانهای تیغه و درجه برش. سرعت تیغه با ضربه ها یا تعداد فوتها (۳۰ سانتی متر) در هر دقیقه تعیین می گردد، درجه برش به اینچ یا فوت در دقیقه می باشد.

طرح دندانها در یک تیغه برشی معمولاً یک در میان، چنگالی یا موجی است. ترتیب دندانها اره به قطعه ای که بریده خواهد شد بستگی دارد. ترتیب یک در میان، با یک دندان بطرف چپ و دیگری بطرف راست، برای تیغه های چوب بر، عادی و معمول است. ترتیبی از قرار گرفتن دندانها که در آن بین هر دندان چپ و راست یک دندان مستقیم وجود دارد، ترتیب چنگکی خوانده می شود و برای تیغه اره نواری مخصوص برشهای زمخت و دقیق مورد استفاده قرار می گیرد. ترتیب موجی، دو دندان یا بیشتر دارد که یک در میان بصورت

مدرج به چپ و راست خم شده اند. این ترتیب تیغه های آهن بر و تیغه های مخصوص اره کردن نواری فلزات نازک، لوله های نازک و اشکال ساختمانی نازک، معمول است.

### برش اره آهن بر

انواع متعددی از اره های آهن بر برای اره کاری دستی وجود دارد. علاوه بر اره آهن بر استاندارد، اره های باریک برای نگه داشتن تیغه جهت کار نزدیک روی قطعه و اره آهن بر با کمان کوتاه، و اره هایی برای برشهای دستی دقیق لوله و قطعات میله ای در دسترس می باشند.



تصویر ۱۳- اره آهن بر

برش با اره آهن بر دستی، خسته کننده و وقت گیر است و قابل توصیه نیست مگر برای برشهای اتفاقی. با این وجود، اگر ابزار برنده دیگری در دسترس نباشد، برش با اره دستی را می توان با تکنیکهای مناسب تسهیل نمود. خوب بودن کیفیت تیغه اره و داشتن تعداد دندانهای متناسب، اهمیت شایانی دارد. تیغه ای که دارای کیفیت نامرغوبی باشد بعد از چند ضربه برشی کند می شود و از آن به بعد با اینکه برش امکان پذیر است ولی خسته کننده و دشوار می باشد. تیغه های عادی، تیغه هایی استاندارد و تا حدی قابل انعطاف می باشند و معمولاً توسط تعمیر کاران و در کارهای مفید خانگی مورد استفاده قرار می گیرند، تیغه های استاندارد قابل انعطاف برای کار در موقعیتهای دشوار و هنگامی که نمی توان قطعه کار را محکم نگه داشت و تیغه های استاندارد سخت برای موقعی که می توان قطعه کار را با گیره محکم گرفت و برای آلیاژهای سخت فولاد، بکار می روند. تیغه های انعطاف پذیر اعلا، مولیبدنوم سخت و تنگستن سخت از تیغه های بسیار مرغوب می باشند و برای برشهای قابل توجهی از مواد سخت بکار می روند. تعداد دندانهای تیغه در هر اینچ به ضخامت قطعه بستگی دارد. برای



قطعات ضخیمتر دندان‌های کمتری مورد لزوم است. تعداد تقریبی دندان‌های لازم برای اره کردن اکثر قطعات با اره آهن بر دستی بدین قرار است: برای قطعات با ضخامت نیم اینچ یا بیشتر ۱۴ دندان در هر اینچ، برای قطعات ۷/۱۶ تا ۱/۴ اینچ ۱۴ تا ۱۸ دندان، ۱/۴ تا ۱/۸ اینچ تا ۲۴ دندان و برای قطعات ۱/۸ اینچ یا نازکتر ۲۴ تا ۳۴ دندان در هر اینچ. مواد نرمتر مثل آلومینیم و مس به دندان‌های کمتری در هر اینچ نیاز دارند.

تیغ اره را باید در حالیکه نوک دندان‌ها بطرف جلو هستند، روی کمان اره سوار کرد. کشش تیغه باید طوری تنظیم شود که تیغه محکم بنظر برسد. هنگام برگرداندن تیغه فشار را آزاد کنید، زیرا حفظ فشار عام ترین علت فرسوده شدن دندان‌هاست. میزان سرعت برای اره دستی حدود ۴۵ تا ۶۰ ضربه در دقیقه می باشد. اگر اره کاری دستی بطور مکرر انجام می شود، بهتر است که یک اره آهن بر برقی متوسط خریداری کنید، اره ای که ارزان است و بوسیله آن می توان بسیاری از خرده کاریها را انجام داد. اگر برش افقی قطعات ضخیم بطور اتفاقی ضرورت پیدا کرد، کارگاههای فلزی مجهز به تجهیزات سنگین این کارها را با قیمت مناسب انجام می دهند.

### برش اره نواری

اره نواری با سرعت متغیر، برای مجسمه سازی یکی از مفیدترین تجهیزات می باشد. اگر این دستگاه فراگیر بصورت شایسته بکار گرفته شود برای بریدن فلز، پلاستیک و چوب ضروری است. در برش فلزات، این اره هم برای بریدن فلزات آهنی و هم غیر آهنی بکار می رود. اگر دستگاه بطور صحیح تنظیم گردد و تیغه آن متناسب انجام دهد، کشش تیغه، استحکام و راهنماها باید بطور شایسته تنظیم شوند. برای تغییر دادن تیغه و تنظیم آنها باید توصیه های کارخانه سازنده را مراعات نمود.



تصویر ۱۴- اره نواری



تیغه های اره نواری در اکثر موارد دارای دندانه های چنگکی یا موجی می باشند. برای برشهای معمولی و بریدن قطعات ضخیم دندانه چنگکی ترجیح داده می شود. علاوه بر ترتیب دندانه ها ، اشکال دندانه های تیغه های اره نواری الگوهای متنوعی دارند: استاندارد ، جست و خیزی و قلاب مانند. تیغه استاندارد برای بریدن مواد سخت بکار می رود، در حالیکه تیغه های جست و خیزی و قلاب مانند برای بریدن مواد نرم همچون آلومینیم مورد استفاده قرار می گیرند. سرعت متناسب تیغه ( فوت در دقیقه ) سرعت راندن قطعات بطرف تیغه دستگاه ( اینچ در دقیقه ) دارای حداکثر اهمیت می باشند، هنگام بریدن فلز آهنی، اگر سرعت برش زیاد باشد، تیغه با یک برش خراب می شود. در واقع شلیسته است که هنگام استفاده کردن از اره نواری همیشه اره را از نظر تنظیم تیغه و سرعت ، مورد توجه قرار دهید زیرا ممکن است نفر قبلی که از دستگاه استفاده کرده، آنرا برای بریدن قطعه ای بکار برده باشد که با آنچه شما می خواهید برید متفاوت بوده است .

از نظر میزان جلو دادن قطعه بطرف اره، فشار روی قطعه باید ملایم و تمایل به سبک باشد . فشار اضافی باعث ایجاد اصطکاک، حرارت و در نتیجه خرابی تیغه می شود. اگر فشار اضافی ضرورت پیدا کرد. علتش می تواند آهسته بودن حرکت تیغه یا فرسوده بودن آن باشد که در این صورت باید آنرا تعویض کرد. برای تسهیل برش می توان با موم نرم کننده تیغه را روغن کاری کرد. تیغه ها با پهنایی از  $1/8$  اینچ تا یک اینچ در دسترس می باشند. باریکترین تیغه ها عمدتاً برای کارهای تزئینی یا بریدن یک قوس کوتاه بکار می روند، بهترین تیغه، عملاً در هر کاری کاربرد پیدا می کند. یک تیغه نیم اینچی برای کارهای معمولی کارگاه خوب است و پهنایش برای کارهای مختلف متناسب می باشد. برشهای مستقیم با اره نواری را باید توسط یک دیواره شکاف هدایت کرد. لوله ها و میله ها را باید با گیره نگه داشت. احتیاطهای ایمنی در هنگام کار با اره نواری بقرار زیر است: در تمام اوقات کار باید عینک محافظ به چشم زد، باید انگشتها و دستها را دور از مسیر تیغه نگه داشت، هنگام تعویض تیغه ها باید دو شاخه اره را از برق کشید، معمول ترین حادثه در نتیجه فشار بیش از حد روی تیغه



بوجود می آید بطوریکه در هنگام خاتمه یافتن برش، قطعه کار بطور ناگهانی حرکت می کند و دستها یا انگشتها را بطرف مسیر برش تیغه می کشد.

### اره مویی یا اره منبت کاری

اره مویی یا اره منبت کاری بصورت مدل میزی، یا بصورت مدل قابل حمل که «اره شمشیری» یا «اره مویی قابل حمل» خوانده می شود، در دسترس می باشد. تفاوت اره مویی با اره نواری که تیغه اره مویی دارای حرکت دو طرفه (متقابل) می باشد ولی تیغه اره نواری حرکت مداوم و یک طرفه دارد. اره مویی برای برشهای ظریف و دقیق و برشهای قوسی روی چوب، پلاستیک یا ورق فلزی، ابزاری بسیار عالی است. نوع اره شمشیری یا اره مویی قابل حمل که باید جزو اولین تجهیزات باشد که تهیه می کنیم. باید مدل دارای سرعت متغیر و سنگین با کیفیت خوب باشد، این وسیله براساس محدودی، هنگامی که نیازهای تولید سبک و در حجم پائین است، می تواند از عهده بیشتر کارهایی که اره نواری یا موئی میزی انجام می دهند، برآید. حتی موقعی که تجهیزات ثابت در دسترس هستند، اره شمشیری خرده کاریهایی را که اره نواری و اره موئی نمی توانند انجام دهند، به انجام می رساند، مخصوصاً برشهایی را که باید در مرکز قطعات بزرگ بوجود آیند. برای مثال، آن قسمت از قطعه که پشت محل برش قرار می گیرد در «اره نواری» اندازه متوسط «۱۴ اینچ است، اگر اندازه بزرگتری مورد نیاز باشد، اره شمشیری را می توان بکاربرد. در بریدن فلز استفاده از سرعت کاسته شده بسیار اساسی است، تیغه در اثر اصطکاک عمل متقابل با سرعت زیاد براحتی از بین می رود، بنابراین فقط اره های که سرعت متغیر دارند را می توان بعنوان تجهیزات دائمی کارگاه در نظر گرفت.

هنگام اره کردن باید اره شمشیری را محکم در مقابل قطعه نگه داشت. سرعت برش (شبهه اره نواری) را می توان بر اساس فشار ملایمی به طرف جلو تعیین کرد. در صورت امکان باید قطعه را با گیره روی میز کار یا میز برش محکم کرد. انتخاب تیغه اره (شبهه اره نواری) باید بصورت زیر باشد: تیغه ظریف برای قطعات نازک و



تیغه های زمختر برای قطعات کلفت. معمولاً تیغه ها دارای بسته بندی هایی هستند که روی آنها توصیه های سازندگان در مورد استفاده از تیغه چاپ شده است. نوع دستی اره شمشیری، اره کمانی یا اره شمشیری جواهری می باشد که برای کارهای اتفاقی یا موقعی که برش باید در جایی خارج از دسترس بوجود آید، مفید است. در اره کردن دستی قطعات کوچک، معمولاً قطعه کار را روی یک گیره یا میز کار محکم می کنند.



تصویر ۱۵- اره مویی

### برش اره برقی

تیغه های اره برقی برای بریدن فلز که برای اره های میزی یا اره های باز و شعاعی در دسترس هستند معمولاً از نوع برش دهنده های سایشی یا فولاد سخت با دندان های ظریف می باشند. یک تیغه برنده فولادی که برای برش فلزات غیر آهنی بکار نمی رود، فولاد را با اصطکاک و سایش می برد، برنده های سایشی دیگر شامل مواد ساینده ای هستند که در پیرامون دیسک فیبری متراکم شده اند. فلزات غیر آهنی معمولاً با تیغه های فولادی با دندان های ظریف، بطور رضایت بخش تری بریده می شوند. معمولاً برش قطعه با اره میزی مانند کار با اره راست بر است که در آن قطعه چوب را در جهت مخالف دیواره شکاف هدایت می کنند و همچنین مانند برش افقی بوسیله راهنمای فارسی بر. برای برش افقی داشتن یک راهنمای فارسی بر همراه با یک وسیله نگه دارنده، روش عملی خوبی است. همیشه باید از عینک محافظ استفاده کرد و در هنگام برش با سنگ سمباده باید یک راهنمای تیغه را بکار برد. اگر اره ای که بکار می بریم قبلاً برای بریدن چوب مورد استفاده قرار گرفته است باید خاک اره های اطراف دستگاه را بطور کامل پاک کنیم زیرا جرقه های تیغه می تواند خاک اره ها را مشتعل



کند. باید از مقدار کمی روغن نرم کننده (یا شمع ساخته شده از پیه یا قطعه مومی که برای همین منظور آماده شده) برای نرم کردن تیغه های برش فلزی استفاده کرد.

## قیچی کردن

یکی از ساده ترین و صرفه جویانه ترین روشهای بریدن فلزات قیچی کردن است. همه ما با قیچی های دستی که برای برشهای اتفاقی حلب یا ورق فلزی بکار می رود، آشنائیم. عام ترین ابزار برشی، قیچی پایی است که هدایت کار کردن آن با پا صورت می گیرد. معمولاً ما با قیچی هایی که با موتور کار می کنند و سوراخ کن های پرسی که در صنعت بکار می روند آشنایی کمتری داریم. قیچی های دستی که در طرحهای گوناگونی در دسترس هستند، فراگیرند و برای ساختن قطعات فلزی نازک کاملاً کفایت می کنند. این قیچی ها برای برشهای راست، چپ دست و راست دست طراحی شده اند. همچنین تیغه هاهم در طرحهای مختلف در دسترس می باشند و هر سه نوع برش را انجام می دهند. و همچنین قیچی های بخصوصی در دسترس هستند که دارای کاربرد اهرمی ترکیبی می باشند و برای بریدن قطعات ضخیم و قطعاتی که بریدنشان دشوار است یا برای بریدن زوایای دشوار، مناسبند. قیچی های دستی برقی هم در دسترس می باشند. انواعی از قیچی های دستی رانشان می دهد که معمولاً در کارگاههای فلز کاری بکار می روند و احتمالاً برای مجسمه ساز و طراح هم مفیدند. قیچی پایی که در ابتدا برای بریدن قطعات سبک بکار می رفت، بطور اخص برای مواقعی که تعدادی قطعات مشابه لازم داریم بسیار سودمند است. امتیاز اصلی این قیچی نسبت به قیچی های دستی در سهولت برش با این ابزار می باشد، در ضمن این قیچی کمتر قطعه را کج می کند. قیچی کردن برقی یا بریدن قالبی بطور طبیعی برای برشهای بسیار زیاد و برای بریدن قطعات ضخیم هنگامی که برش دستی مقدور نیست، بکار می رود. معمولاً فقط تهیه کنندگان یا سازندگان بزرگ قطعات فلزی از قیچی های برقی گران قیمت استفاده می کنند.





اگر تعداد قابل توجهی برش لازم داشتید، شرکت تهیه کننده قطعات فلزی معمولاً می تواند با قیمت معقول قطعات را در اندازه های مورد نظر شما، قیچی کند. قالبی بریدن فلز روشی از برش است که در آن از یک پرس هیدرولیک و قالبهای برنده استفاده می شود. اشکال بسیاری در اندازه های استاندارد قالبهای برش را می توان از شرکتهایی که کارشان برش قالبی است تهیه نمود. البته تملک یک قالب مرسوم طراحی شده بسیار گران در می آید و برای مجسمه ساز یا طراح صنعتی که معمولاً کارهایشان محدود و از پیش تعیین شده است، هزینه ای گزاف می باشد.

### شکل دادن انفجاری

فرآیند شکل دادن فلز با انفجار، در صنعت معاصر، طریقه ای جدید است. در این تکنیک قالب، فلز و مواد انفجاری را در یک تانکر آب فرو می کنند. داخل قالب را از هوا خالی می کنند و خرج انفجاری را آزاد می کنند و در نتیجه فلز با فشار در فضای قالب فرو می رود. در موارد بسیاری، ابتدا با تکنیکهای ساخت از قبیل جوشکاری تا حدودی شکل قطعه مورد نظر را می سازند سپس با انفجار شکل آنرا تکمیل می نمایند.

مقدار و نوع مواد انفجاری، طرزپخش شدن، و فاصله آن از ورقه فلزی اهمیت شایانی دارد. در هنگام بکار بردن این فرآیند باید از مشاورت مهندسین متخصص برخوردار بود. در صنعت شکل دادن انفجاری برای قطعات بزرگ که شکل دادنشان با وسایل مرسوم مقدور نیست بسیار موفقیت آمیز بوده است. در مجسمه سازی انواعی از فرآیند بکار رفته است. شکل دادن سرد شامل شکل دادن ورقه، میله یا نوار فلزی با استفاده از قالبها، پانچ ها، بلوکهای شکل دهنده، ترمزهای خم کننده و غلتک ها می باشد. فلزات آهنی و غیر آهنی هر دو را می توان با این روش شکل داد.

یکی از ساده ترین روشهای شکل دادن سرد « خم کردن نوارها یا میله های کوچک یا میل گرد ها با گیره میزی می باشد. چکش کاری ورقه فلزی بر روی یک بلوک چوبی یا داخل آن، شکل دادن بر روی تیرهای فلزی یا



خم کردن قطعه بر روی لبه میز کار نمونه های دیگر شکل دادن سرد می باشند. مجسمه سیم های خم شده مثال ساده ای از شکل دادن سرد می باشد. علاوه بر روش ساده خم کردن قطعات بطور مکانیکی، انواعی از ابزارهای دستی یا برقی برای بوجود آوردن تقریباً هر شکل قابل تصور، طراحی شده است. بوجود آوردن زاویه با هر درجه، دایره، زیگزاگ، تاه و خم بر روی صفحات فولادی از نازک گرفته تا کلفت بطور مکانیکی امکان پذیر است. یکی از ساده ترین ابزارهای خم کردن لوله، میله، نبشی و تسمه دستگاه خم کاری چهار بر آهن می باشد. این دستگاه دستی یا هیدرولیک با استفاده از قالبهای متنوع، انواع متعددی از خم کاریها را انجام می دهد. این دستگاه بطور نمونه در قطعات آهن کار شده تزئینی بکار می رود، اما برای مجسمه ساز هنگامی که به خم کاری احتیاج دارد نیز قابل استفاده است.

خم کاری ورقه های صاف را می توان براحتی روی یک دستگاه خم کن (ترمزی) انجام داد و می توان سیلندرها را روی دستگاه های غلتکی ساخت. انواعی از تجهیزات نمونه کارگاه ورقه فلزی در ابعاد بزرگ در کارگاههای صنعتی فلز کاری وجود دارد. خم کاری، تا کردن و نورد کاری برای مجسمه های یاد بودی امکان پذیر است و این کار گاه ها می توانند این کارها را انجام دهند. هنگامی که طرح مجسمه در اندازه های استاندارد است، شکل دادن فلز را می توان با استفاده از پرسهای منگنه ای، پرسهای کشتی و شکل دادن با نورد کاری بدست آورد. یک مجسمه سفارشی با تعداد زیادی اندازه های استاندارد بطور قابل تصویری می تواند هزینه یک عمل منگنه ای یا شکل دادن قالبی را معقول سازد.

## آهنگری

حرارت دادن و شکل دادن فلز، در طول تاریخ آهنگری به قدمت بسیاری از تکنیکهای ساخت فلزی دیگر می رسد. مصریها و سومریان (۲۳۰۰ تا ۲۵۰۰ سال قبل از میلاد) از آهنگری استفاده می کردند. آهنگری قرون چهارده و پانزده اشکال تزئینی فلزی و ابزارهای فلزی را بوجود آورد. اسلحه سازان آن زمان اسلحه و لوازم



جنگی می ساختند. ورقهای فلزی از قطعات متخلخل و داغ بنام شمشه با چکش کاری و آهنگری بدست می آمد. اساساً فرآیند آهنگری هنوز مثل قدیم است، اگر چه در صنعت از ابزارهای مکانیکی برای شکل دادن یا چکش کاری فلز استفاده می شود و درجه حرارت فلز در حرارت دادن برای آهنگری و یا در طی حرارت دادن یا باز پخت، بطور دقیق تر کنترل می شود.

مجسمه ساز کنونی بیشتر با آهنگری دستی بعنوان روشی برای شکل دادن فلز، سرو کار دارد. فلز را می توان با مشعل کاربیدی یا یک کوره ساده که ساختنش با آجرهای نسوز و بکارگیری یک مشعل کوچک شبیه مشعل مخصوص ذوب کردن فلز مقدور است، حرارت داد. فلز را در کوره ذوبی هم می توان حرارت داد. میل ها، لوله ها، میل گردها و قطعات تسمه ای را می توان براحتی با حرارت دادن قطعه با یک مشعل، تا حدی که محل خم کاری برنگ قرمز درآید، خم کرد. برای قطعاتی از فولاد کربنی که قرار است چکش کاری شده و شکل داده شوند حرارت باید تا حدی باشد که رنگ قطعه زرد روشن تبدیل شود. این فلز باید تا حد ممکن سریع حرارت داده شود تا از زمخت شدن ذرات آن جلوگیری بعمل آید. حرارت دادن فلز آنرا نرم می کند و در حالیکه فلز چکش کاری می شود، ذرات نرم شده و فلز سخت تر و شکننده می گردد. محتوی کربن فولاد هم روی سختی آن اثر می گذارد، کربن بیشتر فولاد را سخت ترمی کند. فلز را با انبر نگه می دارند و روی سندان چکش کاری می کنند. برای چکش کاری می توان از یک چکش ۷۵۰ تا ۱۱۳۴ گرمی استفاده کرد. چکش کاری فلز را می توان تا موقعی که آن برنگ قرمز تیره در می آید ادامه داد. اگر به شکل دادن بیشتری نیاز است فلز را دوباره حرارت داده و فرآیند چکش کاری را ادامه می دهیم تا شکل دلخواه بدست آید. در آهنگری یا چکش کاری فلز سرد، مثل مس یا برنز، فلز را روی بلوکی از قیر یا مکعبی از ماسه چکش کاری می کنند. فلز را تا حدی که برنگ قرمز تیره درآید حرارت می دهند و قبل از چکش کاری می گذارند به آهستگی سرد شود. حرارت دادن به فلز و سرد کردن آن به آهستگی (بازپخت) فلز را نرم می کند در حالیکه سرد کردن سریع (آب گیری) آنرا سخت می کند. قابلیت چکش خواری و شکل پذیری مس بیشتر از برنز است. اگر فلز بخاطر



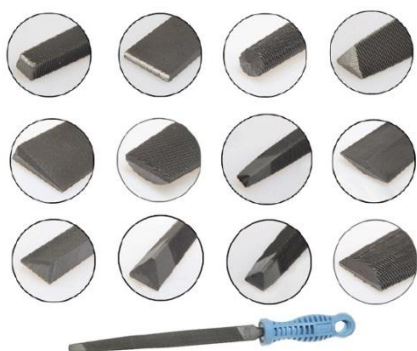
چکش کاری شروع کرد به شکننده شدن، می توان آنرا حرارت داد و در حالیکه کار پیش می رود دوباره آنرا نرم کرد. در بعضی مواقع، ممکن است بخواهیم میزان سختی فلز ابقاء گردد. مثلاً در ابزارهای شبیه آنچه درکنده کاری سنگ بکار می رود. برای سخت کردن یک قلم، سر برنده آنرا تا حدی که برنگ قرمز گیلای در آید حرارت می دهیم و سپس آنرا در آب سرد سخت می کنیم. سپس انتهای قلم را با یک کاغذ سمباده پرداخت کرده و تا حدی که سختی دلخواه بدست آید دوباره حرارت می دهیم با پرداخت کردن فولاد، تشخیص تغییرات انواع رنگها هنگام حرارت دادن در آن، امکان پذیر می شود. با سخت کردن ابزار در آب سرد می توان سختی دلخواه را هنگامی که فلز به رنگ دلخواه در آمد، بدست آورد. ابزارهای مخصوص گرانیته را تا حدی که برنگ زرد کهربایی در آیند حرارت می دهیم. (۲۰۴/۵ تا ۲۱۸/۵ درجه سانتیگراد) ابزارهای مخصوص مرم تا حدی که برنگ بنفش متمایل به آبی در آیند حرارت می دهیم (۲۸۸ درجه سانتیگراد).

### ابزارهای دستی

انواع گوناگونی از ابزارهای دستی در فلز کاری نقش اساسی دارند. در چکش کاری فلز برای صدمه ندیدن فلز کار را با چکشهای لاستیکی یا پلاستیکی آغاز می کنند. چکش کاری برای شکل دادن یا حکاکی را با چکشی که نوک تویی اش تیز است یا با چکشهای مخصوص فلز کاری، انجام می دهند. پرداخت دستی ممکن است استفاده از دست یا سوهان دوار برای کار روی لبه ها و سطح و جاهایی که خارج از حوزه عمل چرخ سماده با سنگ سمباده هستند را در بر بگیرد. سوهان دستی با فشاری که هنگام حرکت به جلو رویش صورت می گیرد و هنگام ضربه برگشتی آزاد می شود، مانند یک اره آهن بر بکار گرفته می شود. برای تمیز کردن سوهان از یک کاردک سوهان استفاده می کنند. برای نیازهای خاص، سوهانهای خاصی طراحی شده است مثل سوهانهای اره ای، سوهانهای تعمیرکاران ماشین، سوهانهای الگو و سوهانهای سرکج نقره کاران. سوهانهای الگویی و سوهانهای سر کج برای کارهای دقیق و ظریف و برای انجام کار تکمیلی جاهای کوچک، بسیار مناسب هستند. سوهانهای دوار را با دریلهای برقی، دستگاههای مته و با محورهای قابل انعطاف بکار می برند. بوسیله سوهانهای

دوار کوچک بامحور قابل انعطاف کوچک می توان داخل حفره های بسیار کوچک و جاهای خارج از دسترس ابزارهای پرداخت دیگر، را بصورت دلخواه درآورد.

تصاویر ۱۵-۱۸. نمونه برخی از ابزار



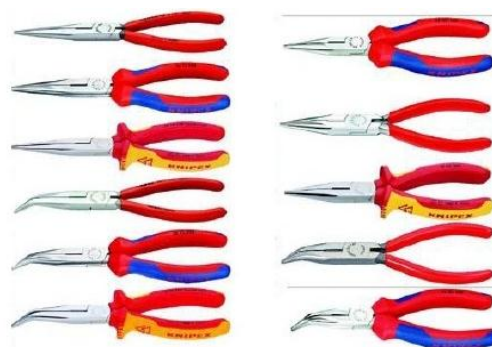
تصویر ۱۶- انواع سوهان



تصویر ۱۵- انواع چکش



تصویر ۱۸- نمونه آچار بوکس



تصویر ۱۷- انواع دم باریک



مجسمه سازی فلزی ابزارها و وسایل مکانیکی بسیاری را در می گیرد. برای بریدن سیم از گاز انبر و سیم چینهای مورب استفاده می کنند، انبر دست را برای نگه داشتن قطعات، پیچاندن سیم، نگه داشتن دسته حلیده گردیا مهره ها و پیچ ها بکار می برند. پیچ و مهره ها را با آچارهای مناسب بهتر می توان نگه داشت یا محکم کرد، برای این کار می توان از آچارهای سرپیچی، دو سو، فرانسه و آچارهای بوکسی استفاده کرد. برای گرفتن لوله ها یا قطعات گرد می توان آچار لوله گیر را بکار برد، برای پیچاندن پیچها می توان از پیچ گوشتی های تخت (دو سو) یا چهار سو استفاده کرد. آچارهای دو سو برای کار در جاهای نزدیک و در دسترس طراحی شده اند. پیچ گوشتی باید مناسب کاری که می خواهید انجام دهید باشد. نوک پیچ گوشتی باید به پهنی شکاف پیچ بوده و باید مناسب شکاف پیچ باشد، کار با یک پیچ گوشتی نامناسب می تواند باعث خراب شدن یا خود پیچ گوشتی گردد. برای پیچاندن پیچ های آلن از آچار های آلن استفاده می شود. پیچ آلن دارای تورفتگی با شکل شش گوش می باشد.

پرگارها برای اندازه گیری قطر و پهنای بکار می روند.اره های سوراخ کن روی ورقه های فلزی سوراخ ایجاد می کنند. قلم سرد که برای از بین بردن برآمدگیهای فلزی و پیش آمدگیها بکار می رود را می توان برای تمیز کردن قطعات ریختگی فلزی مورد استفاده قرار داد. برای سوراخ کردن دقیق نقطه دلخواه با مته ابتدا بوسیله یک سنبه تورفتگی کوچکی ایجاد می کنند. منگنه های پرچ یا پین برای پرچ کردن و فرو کردن پین بکار می روند. خزینه سوراخ را گشاد می کند تا پیچ کاملاً در حفره فروبرود و با سطح کار یکسان بشود. شابلونهای فلزی سیمی یا ورقه ای برای خواندن دقیق و سریع جهت تخمین زدن اندازه سیم و ضخامت فلز ضروری می باشند. شابلونها ی مته اندازه پیچ و مته را کنترل می کنند، این کار در موقعی که سوراخ مته شده باید رزوه شود لازم است. درفش خراش دهنده برای نشان گذاری دقیق فلز می باشد. برای ایجاد سوراخ روی فلز بوسیله دریل از مته های پیچ دار مخصوص سرعت بالا استفاده می کنند. از مته های کوچک تا ۱/۴ اینچ با سرعت ۶۰۰ تا ۸۰۰ دور



در دقیقه استفاده کنید. در حینی که اندازه مته افزایش می یابد، سرعت را کاهش بدهید. برای مته نیم اینچی از سرعت ۲۵۰ دور در دقیقه استفاده کنید؛ فلزات غیر آهنی به سرعت‌های بسیار آهسته تری نیاز دارند.

### محکم کننده ها

در بعضی موارد ممکن است برای ساختن قطعه، استفاده از محکم کننده ها بهتر از اتصال چسبی یا جوشکاری باشد. در این موارد از پرچها و پیچ ها استفاده می شود. پرچها یا توپر هستند یا نیمه تو خالی، یا دو شاخه ای و دارای تخت، گرد یا تخم مرغی شکل می باشند.



تصویر ۱۹- ابزار پرچ

برای ایجاد اتصال با پرچهای توپر یک میله پرچی را در مقابل سر پرچ نگه می دارند و بوسیله یک چکش پرچ کاری در طرف دیگر رویش ضربه می زنند. برای پهن کردن دیواره پرچ های نیمه تو خالی و تو خالی از منگنه پرچ استفاده می کنند. پرچ مخصوص راندن پین روی پین زده می شود تا باعث پهن شدن پرچ گردد. در کارهای تولیدی از چکشهای بادی استفاده می شود. پرچ مخصوص زدن پینکی از چندین شکل از پرچهای کور می باشد که می توان آنرا از یک طرف قطعه کار نصب کرد، نوع دیگری که امتیاز فوق را دارد پرچ پاپ می باشد که برای متصل کردن ورقه های فلزی بسیار مناسب است. در حینی که دسته های پرچ کن پاپ فشار داده می شود، ابزار پین را به بالا می کشد و باعث می شود که پرچ تو خالی در مقابل پشت قطعه فلزی پهن گردد. بعد از آنکه پرچ از یک طرف پخ و صاف شد با یک ابزار پین را می برند.



محکم کننده های نوع پیچی یا پیچ ماشینی یا شکل دهنده رزوه و یا پیچ های برنده رزوه می باشند. پیچ معمولاً، وسیله ای را تداعی می کند که در سوراخی رزوه شده و بدون مهره بکار می رود. پیچ های ماشینی به رزوه ای احتیاج دارند که با رزوه های پیچ متناسب باشد. پیچ شکل دهنده رزوه یا برنده رزوه پیچ های خود کار برای متصل کردن دو قطعه و ورق فلزی نازک بکار می رود یا اینکه در قطعات فلزی نرم مثل مس آلومینیم بکار می رود. سوراخ راهنما برای پیچ خود کار را باید با دریل و در اندازه مناسب پیچ ایجاد کرد تا براحتی پیچ را در خود جای دهد. نمونه سرهای پیچ ها طوری طراحی شده اند که یک پیچ گوشتی دو سو یا چهار سو یا آچار شش ضلعی آلن را در خود جای دهند. رزوه های پیچ ها به ترتیب زیر دسته بندی شده اند: هماهنگ زمخت (U.N.C.) (هماهنگ ظریف (U.N.F.) یا هماهنگ بسیار ظریف (U.N.E.F.). در حینی که قطر پیچ افزایش می یابد تعداد رزوه ها در هر اینچ کاهش می یابد. پیچها بصورت ۱۲، ۱۰، ۸، ۶، ۴، ۳، ۲ تا قطر ۱/۴ اینچ شناخته شده اند، شماره ۲ کوچکترین پیچ ها می باشد، از ۱/۴ اینچ به بالا پیچ ها را با اینچها یا کسرهایی از اینچ تشخیص می دهند. دومین شماره مخصوص شناسایی پیچ ها، تعداد رزوه های آنرا در اینچ نشان می دهد برای مثال پیچی که با شماره « ۸-۳۲ » مشخص شده، در هر اینچ ۳۲ رزوه دارد، شماره ۲۰- ۱/۴ دارای ۲۰ رزوه در هر اینچ می باشد. پیچ، وسیله رزوه داری است که می توان آنرا در سوراخ دو قطعه یا بیشتر فرو کرد تا قطعات را متصل بهم نگه دارد. در انتهای پیچ از یک مهره رزوه دار چهار گوش یا شش ضلعی استفاده می کنند. اندازه رزوه ها هم مانند پیچ ها دسته بندی می شود، یک دسته بندی دیگر تناسب پیچ و مهره را نشان می دهد، پیچها را با A و مهره ها را با B نشان میدهند، A1 و B1- تناسب آزاد بودن را نشان می دهند. در حینی که شماره ها بالا می رود (تا ۵) تناسب محکمتر و سفت تر می شود. علاوه بر پیچ های استاندارد ماشینی و پیچ های بخاری که در اکثر مغازه ها وجود دارند، انواع متعددی از پیچ ها که برای «صنعت ساخت» می باشند را می توان از تهیه کنندگان محکم کننده ها خریداری کرد. بطور معمول پیچها ۳۲- ۶ و ۳۲- ۸، ۲۰- ۱/۴ و ۱۶- ۳/۸ و پیچ های مهره ای را می توان براحتی تهیه کرد. این پیچ ها اکثر نیازهای مجسمه سازها را برآورده می کنند.





## پیچ های مخصوص نصب

سوار کردن یا نصب کردن قطعات فلی در اغلب موارد به محکم کننده هایی غیر از پیچ های معمولی و پیچ هایی مهره خور نیاز دارد. اگر دیواری دارای تابلو های چوبی است. می توان از پیچ چوب برای محکم کردن طاقچه های قابل نصب ، استفاده کرد ، در اغلب موارد ممکن است برای استحکام بیشتر اسکلت چوبی یا ستونها را در پشت تابلو ی دیوار قرار دهند. در موارد دیوارهای گچی می توان از پیچ های شکاف دار که در جهت بیرون گسترده می شود و از پشت دیوار ، قطعه را نگه می دارد، استفاده کرد. در مورد کف ها و دیوار های سیمانی ابتدا با دریل و مته الماسی سوراخ مناسبی ایجاد می نمائیم و محکم کننده ای از نوع گسترش یابنده را در سوراخ فرو می کنیم ، پیچ های ماشینی یا پیچ هایی که قسمت نزدیک به سرشان بدون رزوه است را در داخل محکم کننده ها تا حدی که محکم کننده ها در داخل سوراخ منبسط شده و سفت شوند، می پیچند. ستونهای رزوه دار را هم می توان بوسیله تفنگ مخصوصی با چاشنی انفجاری در داخل سیمان فرو کرد. ستونها را می توان بوسیله سیمانکاری کردن با اپوکسی یا چسبهای دیگر در داخل بتن محکم نمود . محکم کننده هایی که در سوار کردن قطعات فلزی بکار می روند برای مواد دیگر هم مناسب هستند .

## ایجاد رزوه

رزوه کردن در اغلب موارد برای نصب مجسمه ، سوار کردن آن روی یک پایه، وصل کردن بخشهای مجسمه، یا ساختن مجسمه با استفاده از پیچ ، ضرورت می یا بد. برای بوجود آوردن رزوه روی قطعات گرد از حدیده ها استفاده می شود، برای بوجود آوردن رزوه در داخل سوراخها قلاویز را بکار می برند. قلاویزها با رزوه هایی در اندازه های مختلف برای پیچ و مهره های متنوع در دسترس می باشند. قلاویزها یی که مورد استفاده زیادی دارند و غالباً بکار می روند در سه نوع مختلف در دسترس هستند : مخروطی (نوک تیز) ، توپی مانند، ته دار . از نظر آغاز رزوه کردن روی یک قطعه قلاویز نوک تیز بهترین نوع می باشد، هنگام رزوه کردن یک سوراخ به کمک دسته قلاویز، باید از قلاویز ته دار استفاده شود.



هنگام رزوه کردن با قلاویز ابتدا با مته سوراخ مناسبی ایجاد می کنند. راهنما اندازه مته را در رابطه با قسمت رزوه شده پیچ (اندازه قلاویز) و قسمت رزوه نشده (اندازه بدنه) که در سوراخ قرار می گیرد معلوم می کند. قلاویزها هم به مته هایی در اندازه مشخص نیاز دارند و این نیاز در قسمت بالای قلاویز یعنی جای صاف دیده می شود. گاهی مته ها هم نشانه دارند. در مواقع دیگر، اندازه به وسیله فرو کردن مته در سوراخ مناسب شابلون مته ها کنترل می شود. برای مثال پیچ ۲۰-۲/۱ به دریل شماره ۷ نیاز دارد. مته شماره ۷ را بردارید و اگر روی مته علامتی وجود ندارد، اندازه ای را انتخاب کنید که با سوراخ شماره ۷ راهنما، تطبیق داشته باشد. اگر مته متناسب با سوراخ شماره ۷ است و به شماره ۸ نمی خورد بنابراین انتخاب مته درست بوده است. هنگامی که اندازه پیچ معلوم نیست، اندازه را می توان براحتی با فرو کردن در سوراخهای شابلون پیدا کرد و سپس اندازه قلاویز را روی راهنمای (شابلون) مته ها خواند. هنگامی که با مته سوراخ مورد نظر را ایجاد کردیم، مقدار کمی روغن یا موم را بر روی قلاویز می مالیم تا عمل رزوه کردن بهتر صورت بگیرد. هنگام آغاز رزوه کردن، قلاویز باید راست نگه داشته شود. قلاویز را چندین بار می چرخانند تا چرخاندن دشوار گردد. سپس آنرا حدود نیم دور برمی گردانند و دوباره کار را ادامه می دهند.

هنگام قلاویز کردن یک سوراخ ته دار ممکن است لازم باشد که چندین بار قلاویز را بیرون آورده و براده های فلز را از سوراخ خارج کنیم. همچنین ممکن است بهتر باشد که در ابتدا با یک قلاویز نوک تیز رزوه کنیم و سپس با قلاویز تویی رزوه کردن را ادامه دهیم و در آخر با قلاویز ته دار کار را تکمیل نمائیم.



تصویر ۲۰- قلاویز در درون قلاویز گردان



تصویر ۲۱- از بالا به پایین: قلاویزهای ته زن، پس رو و پیش رو



## احیاء فلزات

### احیاء الکتروشیمیایی

در این روش، هیدروژن نوزاد در فعل و انفعالی که الزاماً یک واکنش شیمیایی است، نقش عامل احیا کننده را دارد، لیکن برای تولید هیدروژن نوزاد از فلز روی و سود سوز آور که در تماس با شیء فلزی می باشند، استفاده می شود و بنابراین یک فعل و انفعال الکتروشیمیایی نیز انجام می گیرد. فعل و انفعال در یک ظرف پیرکس یا لعابدار و به کمک حرارت انجام می شود. حرارت باعث سرعت واکنش و رسیدن زودتر به نتیجه می شود.

### مواد

برای این که سطح تماس روی با شیء بیشتر شود، از دانه یا پودر زبر این فلز استفاده می شود. می توان از رشته های روی نیز برای این منظور استفاده نمود. بدین ترتیب که شیء فلزی در این رشته ها پیچیده می شود. گرد روی زیاد موثر نیست زیرا به هم چسبیده و تکه تکه می شود. روی را می توان به صورت دانه تهیه نمود. اگر پودر روی مورد احتیاج باشد، می توان دانه های روی را در هاون آهنی کوبید تا به اندازه کافی خرد و نرم شود؛ در صورت نیاز، می توان پودر به دست آمده را با الکی که حدود ۳۰ سوراخ در اینچ دارد الک نمود. پودری که از این عمل حاصل می شود، به اندازه کافی نرم خواهد بود تا برای کارهای بسیار ظریف مصرف شود. مزیت استفاده از رشته های روی این است که به راحتی در اطراف شیء پیچیده شده و بنابراین تماس آن با فلز بیشتر خواهد شد. ولی از طرف دیگر شیء در لابه لای رشته ها پنهان می شود و در نتیجه نمی توان پیشرفت واکنش را به سادگی ملاحظه نمود. با حل کردن دانه های سود سوز آور تجارتي در آب، محلول سود ساخته می شود غلظت محلول سود نباید کمتر از ۱۰ درصد باشد. بعد از حدود یک ساعت حرارت دادن، این محلول اثر خود را از دست می دهد. بدین معنی که پس از این مدت، دیگر هیدروژن نوزاد که عامل احیاء کننده است، متصاعد نخواهد شد. به همین خاطر معمولاً برای اشیائی که خوردگی شدید دارند، از محلول غلیظ تر و



با غلظت حدود ۲۰ درصد استفاده می کنند. بهتر است به جای کار کردن با محلول های غلیظ تر از ۲۰ درصد، چندین بار محلول مورد استفاده را عوض نمود.

### طرز عمل

اشیاء سنگینی مثل سر تبر و سر نیزه را در ظرفی لعابدار قرار داده و روی آنها را با دانه های روی می پوشانند و سپس محلول سود را در ظرف می ریزند و محلول را به مدت یک ساعت در زیر هود حرارت می دهند تا بجوشد. بخار حاصل از این عمل، سوزش آور است و به همین علت بهتر است که در زیر هود انجام شود. در طول این مدت، برای نگاه داشتن حجم مایع به میزان اولیه، می توان آب مقطر به محلول اضافه نمود. اشیاء ظریف مثل سنجاچه های ریز را می توان با پودر روی پوشانده و از محلول سود ۱۰ درصد استفاده نمود و به مدت یک ساعت روی حمام بخار حرارت داد. در این مورد نیز باید پیوسته سطح مایع به میزان اولیه حفظ شود. در نتیجه احیاء الکتروشیمیائی قشرهای سطحی شیء نرم می شوند. در مورد اشیاء برنزی، رنگ سبز از بین رفته و مقدار زیادی از رسوبهای گل آلود و قهوه ای به کمک برس کشیدن در زیر آب جاری پاک شده و سطح فلز با تمام جزئیات و تزئینات آن آشکار می شود. اگر سطح فلز کاملاً پاک نشده باشد، می توان عمل احیاء را بار دیگر با سود و روی تازه تکرار کرد. نباید هیچگونه اثری از نمک های احیاء نشده بر روی فلز باقی بماند، زیرا این گونه نمک ها معمولاً مقادیر جزئی کلرور را در خود دارند و تنها راه از بین بردن آنها تکرار عمل احیاء به اضافه برس زدن و شستشوی بعدی است. اگر اثری از کلرور باقی بماند، دیر یا زود بار دیگر خوردگی شروع خواهد شد. گاهی اوقات نمک های حاصل از خوردگی فلز، با قشری از فلز مس پوشانده شده اند و این امر باعث می شود تا پاک کردن آنها با مشکل رو برو گردد. ولی مسأله مهم این است که این نمک ها باید حتماً زدوده شوند. در شرایطی که عمل احیاء در محلول جوشان انجام می شود، قاعدتاً نباید این قشر مسی دیده شود، چرا که تکان های مکانیکی محلول، از تشکیل شدن آن جلوگیری می کند. در مواردی که باقی مانده رسوبات حتی با برس های فلزی و شیشه ای نیز پاک نمی شوند، باید آنها را از سطح فلز تراشید و کند. این عمل غالباً به



صبر و حوصله زیاد احتیاج دارد. بدین مفهوم که به کمک یک ذره بین و سوزنی که در جای خود محکم شده باشد، به آرامی تکه های رسوب را از سطح کوچکی از فلز می کنند تا ماده سبز مایل به سفید زیر آن (کلورمس دوظرفیتی) پیدا شود. بعداً یک عمل احیاء دیگر، نمک هائی را که در این مرحله از کار آشکار شده اند، نرم و محلول می کنند تا با شستشوی سطح فلز پاک شوند. این عملیات باید با دقت و حوصله زیاد انجام گردد. طی عمل احیاء رسوبات روی اشیاء فلزی با روی و سود سوز آور، سود به کار رفته دور ریخته می شود، اما به تدریج مقدار زیادی از دانه های روی که به خاطر تشکیل شدن لایه ای از اکسی کلرور و کربنات بر روی آنها غیر فعال شده اند، در آزمایشگاه جمع می شود. برای فعال کردن دوباره این دانه ها، می توان آنها را ابتدا با آب اسیدی شده با اسید کلریدریک و سپس آب مقطر شست و بعد خشک نمود.

تغییرات ممکن در روش احیاء. تغییرات زیر طی عمل احیاء الکتروشیمیائی امکان پذیر است:

الف) اگر علاوه بر تشکیل نمک های معمولی، سطح شیء فلزی را آهک یا گچ نیز فرا گرفته باشد لازم است که پیش از شروع عمل احیاء با محلول کالگون آهک و گچ را پاک نمود. ب) در صورتی که فقط پاک کردن رسوبات بخشی از شیء مثلاً پاک کردن پایه یک مجسمه برنزی مصری برای مشخص نمودن نوشته های روی آن، مد نظر باشد، عمل احیاء را می توان با قرار دادن خمیر پودر روی در محل مورد نظر و سپس اضافه کردن اسید سولفوریک ۹۰ درصد به آن انجام داد. البته می توان خمیر روی را در محل خوردگی نیز تهیه نمود. بدین ترتیب که ابتدا چند قطره اسید سولفوریک را در محل ریخته و سپس کمی پودر روی بدان اضافه کرده و با میله شیشه ای و یا کرک های شیشه ای، آن دو را با هم مخلوط نمود. ج) اشیاء نقره ای که قشر کلرور نقره پایدار به مقدار زیاد روی آنها شکل نگرفته است، به آسانی با اسید فرمیک و روی تمیز می شوند و در صورتی که به جای روی، از دانه های آلومینیوم استفاده شود، فعل و انفعالات الکتروشیمیائی سریع تر انجام می پذیرند.



مزیت عمده روش احیاء الکتروشیمیایی این است که به دستگاه ها و لوازم زیاد احتیاج ندارد و با توضیحاتی که در بالا داده شد، می توان از این روش برای پاک کردن بخشی از شیء نیز استفاده نمود. البته این روش، محدودیت هایی که به طور کلی در مورد تمام روش های احیاء صادق است، را نیز شامل می شود.

### احیاء الکترولیتیکی

در این روش احیاء که معمولاً به احیاء الکتروشیمیایی ترجیح داده می شود، از جریان برق استفاده می شود. بدین ترتیب که شیء فلزی خورده شده در یک محلول الکترولیت مناسب، مثل محلول کربنات سدیم، قرار گرفته و قطب منفی یا کاتد را تشکیل می دهد. در حالی که قطب مثبت را غالباً از فولاد ضد زنگ انتخاب می کنند. در این شرایط با وصل شدن جریان برق عمل احیاء آغاز می شود. با عبور جریان برق هیدروژن در کاتد متصاعد شده و با احیاء کردن نمک های روی شیء آنها را پاک می کند و با ادامه یافتن عمل، کلرور ها از قطب منفی یا کاتد به قطب مثبت یا آند منتقل می شوند. از این روش می توان برای پاک کردن رسوبات تمام اشیاء فلزی استفاده نمود. اما در صورتی که تمام شرایط استاندارد لازم برای انجام این روش، که در زیر توضیح داده شده است، مراعات نشود با ایجاد فعل و انفعالات ثانوی، مشکلاتی ایجاد خواهد گردید.

### تجهیزات لازم

جریان برق باید مستقیم باشد. این جریان را می توان از یک سلول ثانوی یا خازن و یا با گرفتن برق ۱۲ ولت به کمک ترانسفورماتور از برق متناوب و یکسو کردن آن به دست آورد: مهمترین عامل در این روش، جریان برق مدار است. اما به صورت این جریان بستگی به مقاومت الکترولیت و اندازه قطب ها خواهد داشت و مقدار آن در طول عمل با تغییر مقاومت رسوبات روی شیء تفاوت خواهد کرد. در عمل، معمولاً از محلول ۵ درصد کربنات سدیم به عنوان الکترولیت و دو قطب مثبت که با فاصله مساوی در دو طرف کاتد یا قطب منفی و در فاصله چند سانتی متری آن آویزان می شوند، استفاده می گردد. در چنین شرایطی، میزان احیاء بستگی به شدت جریان برق خواهد داشت که آن هم به وسیله یک مقاومت متغیر در مدار در حدود ۱۰ آمپر بر دسیمتر مربع



سطح کاتد، تنظیم می شود و متصاعد شدن گاز با شدت و پیوسته صورت می گیرد. این مقدار جریان برق برای آهن و فولاد حتمی و لازم الاجراء نیست. شدت جریان برق برای اشیاء مسی و نقره ای نباید از ۲ آمپر بر دسیمتر مربع پائین تر رود. در غیر این صورت، احتمال ته نشست قشر نازکی از فلز (معمولاً قشر مسی که رنگ ارغوانی مایل به زرد دارد) بر سطح شیء و در ناحیه ای که رسوبات حاوی کلرور قرار گرفته اند، وجود دارد و پاک کردن این قشر کار ساده ای نخواهد بود. در ابتدای عمل، احتمالاً مقدار مقاومت و سختی رسوبات، زیاد خواهد بود. اما با پیشرفت عمل، بعد از حدود یک ساعت یا بیشتر، بالا رفتن آمپر گواه کم شدن مقاومت رسوبات خواهد بود، که البته باید با افزایش مقاومت داخل مدار، آن را جبران نمود.

### طرز عمل

روش کار به طریق زیر است: یک مخزن شیشه ای یا مخزنی از جنس پلی تن یا چوب (که با رزین پلی استرو الیاف شیشه ای پوشانده شده است) را تا ارتفاع مناسب با محلول ۵ درصد کربنات سدیم پر کرده و بر بالای آن میله های برنجی قرار می دهند تا بتوان به کمک سیمهای مسی، الکترودها را آویزان نموده و تنظیم آنها آسان تر صورت پذیرد. شیء فلزی به قطب منفی برق وصل شده و آندها را با سیمهای مسی به یکدیگر متصل نموده و سپس از طریق یک آمپر سنج و مقاومت الکتریکی قابل تنظیم، به قطب مثبت وصل می شوند. هر چند مدت یک بار، باید آندها را از محلول خارج و شستشو نمود تا رسوبات جمع شده بر روی آنها پاک شوند. از طرف دیگر بهتر است برای اجتناب از خطر لایه نشینی بر روی قطب های مثبت، برای احیای فلزات مختلف از آندهای مجزا استفاده شود. به کار بردن آند های فولاد ضد زنگ، مشکلاتی که آندهای آهنی داشته و در طول عمل الکترولیز به شدت خوردگی پیدا می کردند، را ندارند. نقیصه آندهای گرافیت و کربن این است که در محلول های قلیائی شکسته شده و قشر نازک سیاه رنگی بر روی شیء تشکیل می شود. در صورتی که بخواهیم با برس زدن این لایه را از روی شیء برداریم، باعث جلای بیشتر آن خواهیم شد. گاهی اوقات لازم می شود تا برای بهتر نگاه داشتن شیء و یا جلوگیری از ریزش زینت های کار شده بر روی آن در محلول الکترولیت، کیسه های





نایلونی در اطراف شیء بسته شوند. برای جلوگیری از خروج ترشحات سوزنده که باعث تحریک گلو می شوند، می توان سطح الکترولیت را با کپسولهای شیشه ای شناور یا لوله های کوتاه پلی تن پوشاند. مدت زمان لازم برای پاک کردن یک شیء فلزی با این روش، بستگی به ماهیت و کیفیت رسوبات روی آن دارد. لیکن می توان هر چند مدت یک بار، شیء را از محلول بیرون آورده و در زیر آب جاری برس زده و رسوبات نرم را تراشید، تا پاک کردن نمک های روی فلز بهتر و سریع تر انجام پذیرد. شیء را باید زمانی از محلول خارج نمود که هنوز جریان برق برقرار است و به هیچ وجه نباید پس از قطع جریان برق شیء فلزی را در مخزن شیشه ای باقی گذاشت، زیرا در این صورت احتمال این که ناخالصی های فلزی موجود در محلول الکترولیت به صورت لایه ای بر روی شیء نشست نماید، وجود خواهد داشت. مشکلی که هست؛ سرب به صورت گویچه ها یا گلبولهای ریزی در آلیاژ پراکنده می شود و همچنان که به تدریج این گویچه ها در سود سوز آور حل می شوند، حفره هایی در شیء برنزی ایجاد می شود. از طرف دیگر، غلظت پلامبیت سرب در محلول الکترولیت بالا می رود و بعد سرب به صورت لایه ای خاکستری رنگ بر روی شیء نشست می کند. معمولاً می توان این لایه را به سادگی با برس زدن از روی شیء برداشت. اما الکترولیتی که به نمک های سرب آلوده شده است، این فلز را بر روی اشیائی که دوباره با این محلول پاک می شوند، رسوب خواهد داد. پیشنهاد می شود که می توان با وصل کردن یک ورقه بزرگ مسی به عنوان یک کاتد موقتی به میله ای که معمولاً شیء فلزی را نگاه می دارد، نمک های سرب موجود در الکترولیت را بر روی آن نشانند و بدین ترتیب این نمک ها را از محلول خارج نمود بعداً می توان با عبور دادن این ورقه مسی از حمام حاوی اسید نیتریک ۱۰ درصد و سپس شستشو با آب، پوشش سربی را از روی آن برداشته و در صورتی که دوباره لازم شود، از آن استفاده نمود.

این مسأله، اهمیت تمیز نگاه داشتن الکترولیت را خاطر نشان می سازد. وجود سرب در محلول الکترولیت را به سادگی می توان تشخیص داد. بدین ترتیب که نمونه کمی از محلول الکترولیت را در لوله آزمایش ریخته و به آن قدر اسید سولفوریک رقیق اضافه می کنیم تا محلول کمی اسیدی شود. اگر رسوب سفید سولفات سرب



تشکیل شود، نشانه آلودگی محلول الکترولیت به سرب خواهد بود که در این صورت یا باید این محلول را به طریقی که در بالا توضیح داده شد، از نمک های سرب عاری و یا محلول الکترولیت تازه ای تهیه کرد.

### روش شستشوی زیاد

هنگامی که قشرهای روی شیء فلزی به کمک روش احیاء نرم و از هم گسیخته می شوند، توده ای از رسوبات نامحلول اکسید ها و پودر فلزی که حاوی کلورورها و باقی مانده الکترولیت مصرف شده نیز می باشند، در سطح فلز باقی می ماند. با شستن و برس زدن شیء این توده سطحی پاک می شود و با آن که این عمل مقدار زیادی از ناخالصیهای محلول سطحی دیگر را نیز پاک می کند، لیکن برای از بین بردن ناخالصی های داخلی مذکور به هیچ وجه کافی نیست. کاملاً مشخص است که با شکل گرفتن قشر نمک ها در سطح شیء، لایه زیرین فلزی متخلخل شده و همانند لوله های موئین، عمل می نماید و باقی مانده کلورورها را که از بین بردن آنها آسان نیست، در خود نگاه می دارد. این کلورورها را می توان با خیساندن مکرر شیء در آب مقطر که هر بار عوض می شود، از بین برد و در صورتی که این عمل با حرارت توأم باشد، نتیجه سریع تر حاصل می شود. لیکن احتمال باقی ماندن مقادیر جزئی کلرور در حفره های فلز که می تواند بعداً و در محیط مرطوب خوردگی تازه ای را آغاز کند، همیشه وجود خواهد داشت، مگر آن که بتوان این لوله های موئین را با وارد کردن آب مقطر به آنها تمیز نمود. اورگان به طور نظری جزئیات این مسأله را مورد بررسی قرار داده است و با انجام آزمایشات عملی تحت شرایط کاملاً کنترل شده و با استفاده از یک دستگاه سنجش قابلیت هدایت برق، توانسته است روشی را برای شستشوی زیاد و مکرر شیء و همچنین روش حساسی را برای انجام آزمایش نترات نقره توصیه نماید. آزمایش نترات نقره برای آن است که زمان عاری شدن شیء فلزی از کلرور مشخص شود. در این روش پیشنهاد شده است تا حداقل در مراحل اولیه، شستشو با آب مقطر با گرم و سرد کردن متناوب صورت پذیرد تا امکان نفوذ آب به داخل حفره ها فراهم شود. گرما باعث انبساط هرگونه مایع یا هوای موجود در حفره ها و در نتیجه خارج شدن آنها شده و با سرد شدن بعدی، آب به حفره ها مکیده می شود. در صورتی که قرار باشد



تعدادی شیء برنزی با هم مورد شستشو قرار گیرند، بهتر است از کوره بخار آب استفاده شود. بدین ترتیب که چند بشر پیرکسی حاوی آب مقطر را که اشیاء برنزی در داخل آن ها قرار داده شده است، در داخل کوره گذاشته و در طول روز، دمای آن را در ۹۸ درجه انتی گراد تنظیم می کنند و بعد می گذارند تا کوره در طول شب سرد شود. این گرم و سرد شدن متناوب، باعث می شود تا آب به داخل لوله های موئین فلز نفوذ کند. با اندازه گیری مقدار قابلیت هدایت برق در حمام های آب شستشو، می توان چگونگی پیشرفت عمل را کنترل نمود. هنگامی که مقدار قابلیت هدایت به حداقل برسد شیء فلزی پاک شده است. در مراحل نهائی شستشو، یعنی هنگامی که آزمایش شناسائی کیفی کلورها از اهمیت زیادی برخوردار است، باید بتوان کمترین مقدار کلور باقی مانده در آب شستشو را مشخص نمود تا اکید می شود که این آزمایش در شرایط کاملاً مطلوب انجام گیرد. حجم آب شستشو نباید خیلی بیشتر از آبی باشد که برای پوشاندن شیء فلزی لازم است و پیش از انجام آزمایش، لازم است شیء مدتی در تماس با آب شستشو قرار داده شود. آزمایش باید تحت شرایط استاندارد زیر که بهترین نتیجه را عاید می کند، انجام شود: حدود ۱۰ میلی لیتر از آب مورد آزمایش را در یک لوله استوانه ای باریک و بلند ریخته و لوله را در برابر سطح سیاهی قرار می دهند و چندین قطره اسید نیتریک رقیق به آن اضافه می کنند. سپس استوانه را با سر شیشه ای بسته و آن را چندین بار بر می گردانند تا محلول کاملاً مخلوط شود. در این مرحله، محلول باید در برابر نوری که از کنار می تابد کاملاً شفاف باشد. سپس پنج قطره محلول نترات نقره ۲ درصد اضافه نموده و لوله استوانه ای را مانند قبل، تکان می دهند و پس از آن می گذارند تا در صورت وجود کلور، کدوری و یا رنگ شیری ظاهر شود. تحت این شرایط، یک جزء کلور در یک میلیون جزء محلول، در ستونی به ارتفاع ۱۰ سانتیمتر به راحتی آشکار خواهد گردید. برای اندازه گیری مقدار کلور در آب شستشو، می توان از الکتروود یونی مخصوص که برای کلور وجود دارد استفاده نمود. بدین ترتیب که الکتروود مذکور را در محلول آب شستشو فرو کرده و سپس مقدار کلر را از روی درجه مربوطه می خوانند. البته ابتدا باید این الکتروود را با محلول هایی که مقدار کلور موجود در آنها دقیقاً معلوم است،



درجه بندی نمود. روش شستشویی که در بالا توضیح داده شد، برای کلیه فلزات، به جز اشیاء سربی و بسیاری از مواد سیلیسی به ویژه لوح های پخته شده خط میخی مناسب است. آب داغ در عرض چند ساعت بر سرب اثر گذاشته و قشر نازکی از هیدروکسید سرب به رنگ سفید شیری بر روی شیء سربی می نشیند.

### خشک کردن فلزات

معمولاً از دو روش برای خشک کردن سریع فلزات استفاده می کنند. گرم کردن و آبگیری. کوره ای که تا ۱۰۵ درجه سانتی گراد گرم شده است ساده ترین راه برای خشک کردن فلزات بوده و برای کلیه اشیاء آهنی رضایتبخش است. این روش در مورد نقره و آلیاژهای مسی که صاف و غیر متخلخل می باشند، نیز مناسب است. آثار فلزی پر منفذ به مدت بیشتری برای خشک شدن احتیاج داشته و احتمال این که در کوره قشر نازکی از اکسید بر روی اشیائی که از آلیاژهای مس یا نقره ناخالص ساخته شده و کاملاً متخلخل باشند تشکیل شود، وجود خواهد داشت. با این که برداشتن این قشر با برس شیشه ای امکان پذیر است، لیکن کاری اضافی بوده و در صورتی که عمل خشک کردن به کمک روش آبگیری در دسیکاتور انجام شود، بدان نیازی نیست. پیش از قرار دادن شیء در دسیکاتور و تخلیه هوای آن، بهتر است برای سرعت بخشیدن به عمل خشک کردن، شیء فلزی را از حمام استن عبور داد. داشتن یک دسیکاتور بزرگ که بتوان هوای داخل آن را تخلیه نمود، در آزمایشگاه حفاظت و مرمت بسیار مهم و مفید خواهد بود. دسیکاتور را با سیلیکاژل پر کرده و به کمک یک پمپ خلاء که به شیر اصلی آب وصل می شود، هوای داخل آن را تخلیه می کنند. از دسیکاتور خلاء نه تنها برای خشک کردن اشیاء بلکه برای نگاهداری آنها در محیط خشک، تا زمانی که بتوان با کشیدن لایه ای از موم یا لاک از این گونه آثار محافظت نمود، نیز استفاده می کنند.

### روش های مکانیکی

زمانی که نشانه های خوردگی فعال در یک شیء فلزی مشاهده می شود، شکی نیست که استفاده از مواد شیمیائی تنها راه جلوگیری از ادامه فعالیت خوردگی و حفاظت از شیء برای همیشه خواهد بود، اما برای به کار



بستن روش های شیمیائی و تسریع در اثر اینگونه مواد بر قشر های روی فلز و زدودن آنها، در خاتمه عملیات باید از روش های مکانیکی ویژه ای نیز استفاده کرد. از روش های مکانیکی می توان برای پاک کردن فلزات اکسیده شده و کدر شده که در آنها فقط برداشتن لکه های سطحی اهمیت دارد، استفاده نمود. روش های مکانیکی، برای پاک کردن قطعات کاملاً اکسید شده و زنگ زده فلزات که به کار بردن روش های شیمیائی در مورد آنها ممکن نیست، نیز مورد استفاده قرار می گیرند. حتی با کمترین امکانات کارگاهی هم می توان ابزار و وسایل اولیه ای را که برای روش های مکانیکی مورد احتیاج می باشند، ساخت .

### ساختن سوزن ها و اسکنه ها

سوزن ها و اسکنه ها از معمولی ترین ابزار کارگاهی هستند و بهترین و مناسب ترین این وسائل آنهائی هستند که توسط خود مرمت گران ساخته می شوند. سوزن ها را می توان با قرار دادن در دسته های فلزی یا چوبی محکم نمود. سوزن باید سخت و کوتاه بوده و در ضخامتهای مختلف تهیه شود. سوزن گراور که برای عملیات خشک استفاده می شود، وسیله مهمی خواهد بود. اسکنه ها و تراش های مختلف را می توان از سوهانهای قدیمی که در روی آتش گداخته و سپس سرد شده اند و یا از میله های فولادی که مقطع آنها دایره ای ، مربع و مربع مستطیل است، ساخت . ابتدا به کمک سایش ، تیغه ساخته شده و سپس پیش از تیز کردن آن ، سختی لازم با حرارت دادن به ابزار ایجاد می شود. حرارت دادن طی دو مرحله و به صورت زیر انجام می شود:

سخت گردانی: حدود ۲ سانتیمتر از لبه تیز اسکنه را آن قدر داغ کنید تا بدون این که بیش از حد گرم شود، رنگ قرمز روشن پیدا کند و بعد فوراً با وارد کردن نك اسکنه در آب آن را سرد کرده و به اطراف بگردانید. این کار باعث خواهد شد تا تیغه اسکنه بسیار سخت و شکننده شده و رنگ تیره پیدا کند. بعد اسکنه را آن قدر با کاغذ سنباده نرم بسائید تا رنگ سفید نقره ای پیدا کرده و در نتیجه رنگ های باز پخت که در مرحله بعد به وجود می آیند، به خوبی مشاهده شوند.



باز پخت: برای مستحکم کردن فلز سخت شده، حدود یک سانتیمتر یا کمی بیش از تیغه اسکنه صیقل داده شده را به آرامی و با کمال دقت، آن قدر حرارت دهید تا رنگ های باز پخت که به سمت لبه تیغه حرکت می کنند (به ترتیب زرد، کهربائی و ارغوانی) دیده شوند. سعی کنید هنگامی که رنگ کهربائی متوسط از لبه تیغه تا فاصله ای از بالای اسکنه پخش می شود، عمل را با انداختن اسکنه در داخل آب سرد قطع کنید. اگر رنگ لبه تیغه به ارغوانی رسیده باشد، اسکنه بیش از حد داغ شده و بنا بر این، باید عملیات سخت گردانی و باز پخت دوباره انجام شود. نهایتاً اسکنه را تمیز و با یک ورقه کربوراندوم یا سنگ چاقو تیز کنی، تیز کنید. روش های مکانیکی که در زیر به ترتیب توضیح داده خواهد شد، عبارتند از: کندن، شکافتن و تراشیدن، سائیدن بریدن، برس زدن، گرد پاشی (ریز گرد پاشی)، صیقل دادن و پرداخت.

کندن: کندن روشی است که به نظر، بسیار عادی می آید و دلیلی برای توضیح بیشتر در مورد آن متصور نمی شود. در حالی که این چنین نیست. باید توجه نمود نیروئی به میزان یک پوند که توسط بک سوزنی با قطر ۱/۵۰۰۰ اینچ وارد می شود برابر با فشار چندین تن بر اینچ مربع است. بنابراین سوزن وسیله ای قدرتمند است و به کار بردن درست آن در شکل ۶ نشان داده شده است. اگر سوزن را در نزدیکی لبه یک سطح شکننده قرار داده فشار وارد کنید، لبه از جا کنده خواهد شد و هر چقدر سوزن به لبه، نزدیک تر باشد، فشار کمتری برای برداشتن تکه های کوچک زنگ مورد نیاز خواهد بود. با به کار بردن سوزن بدین طریق می توان مقادیر زیادی زنگ فلزی را ذره ذره برداشت. این کاری است که احتیاج به صبر و طاقت زیاد دارد و مرمت گر باید خود را برای پیشرفتی بسیار کند آماده کند و از کمترین فشار استفاده کند. در صورتی که سعی شود با فشار دادن به سوزن در فاصله ای دور از لبه، عمل سریع تر انجام شود، چیزی به جز وارد شدن فشار بی مورد به شیء و به خطر افکندن آن عاید نخواهد شد. از سوزن در صورت نیاز می توان به عنوان یک اهرم کوچک و یا حتی وسیله تراش استفاده نمود.



شکافتن و تراشیدن: برای تراشیدن زائده های فلزی اضافه از روی شیء می توان از یک اسکنه کوچک و چکش جواهر سازی و یا اسکنه ای که برای گراوور سازی ساخته شده است، استفاده نمود. اگر شیء شکننده و زیاد نازک باشد، نباید از اسکنه استفاده نمود. زیرا ممکن است باعث ترک برداشتن فلز شود. در این گونه موارد بهتر است از سوزن و یا ابراز ظریف گراوور سازی استفاده شود. برای زدودن توده های ضخیم اکسید از مته دندانسازی نیز استفاده می شود. اگر قشرهای سطحی نمک به کمک عمل احیاء نرم شده باشند، بهتر است آنها را در شرایطی که هنوز مرطوب هستند پاک نمود و در مواردی که استفاده از ابزار فلزی به دلیل خط انداختن و غیره جایز نیست، می توان از چوب تیز شده که مثل لبه اسکنه بریده شده است، استفاده کرد. ابزار چوب نی را هم می توان برای تراشیدن نمک های سطحی به کار برد، به ویژه از این گونه وسایل می توان برای مالیدن بر روی سطح شیء که با روی و سود سوز آور تمیز می شود، استفاده نمود، تا پیشرفت عمل احیاء بهتر مشاهده شود. ویراتور که با برق کار می کند وسیله مناسبی برای شکافتن و تراشیدن خوردگی فلزات است. این وسیله دارای سر لرزانی است که یک سوزن یا اسکنه را در خود نگاه می دارد و می توان با استفاده از آن، فشاری ثابت و کنترل شده را بر لایه ها وارد آورد. اگر ناحیه ای از خوردگی به طور غیر منتظره از جا کنده شود، ویراتور در جای خود باقی می ماند، زیرا فشار خارجی به آن وارد نمی شود و در نتیجه خطر لیز خوردن و یا از جا در رفتن سوزن و اسکنه را نخواهد داشت. چون در این گونه شرایط پیش از آن که مرمت گر فرصت برداشتن فشار وارده بر ابزار را پیدا کند، سوزن و یا اسکنه از جا در می روند. البته برای به کار بردن این وسیله، باید دقتهای لازم اعمال شود. لیکن با کمی تمرین و تجربه مشخص خواهد گردید که این وسیله مناسب ترین ابزار برای پاک کردن مکانیکی است. باید اضافه نمود که مته ها و یا سرهائی که در بازار برای ویراتور موجودند، برای کارهای مرمتی مناسب نیستند و به جای آنها باید از سرهائی استفاده نمود که بتوانند سوزن و یا اسکنه کوچک را در خود نگاه دارند. از طرف دیگر، هر چند مدت یکبار باید ننگ سوزن و یا تیغه اسکنه را تیز نمود تا کار برد آنها بهتر شود.



سائیدن: اگر لایه ای موجود در شیء زیاد سخت باشد، بهتر است آنها را با سائیدن از بین برد. برای این منظور، می توان از یک چرخ کوچک یا مخروط معکوس در مته دندانپزشکی استفاده نمود. سائیدن را می توان با ورقه های کربورانوم که در اشکال و زبری های مختلف موجودند، انجام داد. به هر ترتیب نباید مشکلات عمل سائیدن را نادیده انگاشت، چرا که ممکن است اثرات باقی مانده از پارچه و یا بافت چوب را روی شیء فلزی پاک کرده و از بین ببرد. در پاره ای موارد این گونه اثرات از اهمیت زیادی برخوردارند. مثلاً اگر این گونه نشانه ها، در روی تیغه زنگ زده شمشیر وجود داشته باشند، علامت این خواهد بود که زمانی شمشیر در غلاف خود قرار داشته و به تدریج این غلاف در محل خود پوسیده و از بین رفته است. یا مثلاً علامات باقی مانده بر روی زبانه برآمدگی یک خنجر و یا شمشیر، احتمالاً آنها آثار باقی مانده ای است که چگونگی ساختن قبضه اسلحه را نشان می دهند. باید این مورد را نیز اضافه نمود که در عمل سائیدن، گاه چنان اکسید آهن را صیقل داده و همانند رنگ تیره فلز آهن می کنند که تشخیص آن دو از یکدیگر کار ساده ای نیست.

بریدن: از ارّه آهن بری در مواقعی که دو شیء فلزی چنان با هم خوردگی پیدا کرده و به هم چسبیده اند که جدا کردن آنها از یکدیگر به طریق دیگر امکان پذیر نیست، استفاده می کنند. معمولاً چنین توده ای را پیش از انجام عملیات تراشیدن و کندن با ارّه بریده و از هم جدا می کنند. از ارّه های ظریف کاری و مشبک کاری و یا حتی میله ای مسی که در اثر کشیده شدن، سخت و بعد در چهار چوبی محکم شده و سپس ترکیب پودر کربورانوم در روغن روی آن کشیده شده است، نیز استفاده می شود. با به کار بردن چنین میله ای دسته تو خالی یک شمشیر که در عهد قدیم در امتداد زبانه یا برآمدگی شمشیر لغزیده و همین وضعیت زنگ زده و چسبیده بود، را آزاد کردند. بدین ترتیب که ابتدا ما بین زبانه و دسته تو خالی و از میان زنگ، سوراخ کوچکی ایجاد گردید و از طریق این سوراخ میله مسی را وارد کرده و شکاف کوچکی از میان زنگ و در امتداد زبانه بریده شد. برای انجام این کار این میله مسی بسیار مناسب تر از ارّه مشبک کاری بود.





برس زدن: پس از انجام هر یک از روش های مکانیکی شیء فلزی برس زده می شود تا مواد خارجی روی آن پاک شده و میزان پیشرفت کار معلوم شود. وقتی از شیء آهنی مغز فلزی محکمی باقی مانده باشد و بتوان برای پاک کردن آن از محلول های شیمیائی استفاده نمود، هر چند مدت یک بار، باید سطح شیء را در زیر آب جاری برس زد تا توده های حاصل از فعل و انفعال، که به صورت رسوب بر روی آن می چسبند، از بین رفته و فلز پاک شود. برای برس زدن می توان از برس های مختلف استفاده کرد. مسواک های سخت و نایلونی برای برنز های احیاء شده مناسب نیستند. اگر از برس فولادی استفاده شود، باید پس از خاتمه کار آن را خشک نمود تا زنگ نزنند. در صورتی که شیء فلزی به اندازه کافی محکم باشد، می توان از برس های برقی استفاده نمود تا به مقدار زیاد در وقت صرفه جوئی شود. به کار بردن برس های فلزی (با زبری مناسب)، چه دستی و چه برقی، باعث می شود تا زنگهای نرم به راحتی کنده و پاک شوند. اما باید دقت نمود که رشته ها یا میله های نازک برس به قسمت های نرم تر نمک های روی شیء برخورد نکنند. برس های فلزی چرخان اگر باندازه کافی نرم باشند، مواد به وجود آمده از عمل احیاء را به طور یکنواخت در سطح فلز پخش کرده و بدین ترتیب شیء، ظاهر همگون تری پیدا می کند. در بعضی موارد بهتر است به جای برس، از پشم فولاد درجه بندی شده استفاده کرد. نرم ترین نوع این گونه پشم های فلزی، مخصوصاً موقعی که با کمی روغن همراه شوند، بسیار ظریف عمل می کنند. از برس های شیشه ای برای اشیاء ظریف مثل جواهرات و یا برای صیقل دادن زینت های نقره ای روی آهن استفاده می کنند. وجود این گونه برس ها در آزمایشگاه ضروری است. بهترین وسیله برای پاک کردن زنگ سخت از روی زینت های روی فلز، مواد کربورانوم یا خاکه نرم و ریز شده این ماده ساینده است. این ماده باعث می شود تا زنگ بدون مالیده شدن بر روی زینت ها، زدوده شود.

گرد پاشی (ریزگرد پاشی): یکی از موثرترین راههای تمیز کردن اشیاء فلزی استفاده از روش پرتاب ذرات بسیار ریز توسط یک گرد پاش، که در آن تغییرات جزئی داده شده است می باشد. این عمل را می توان در یک محفظه گرد پاشی انجام داد. محفظه های مختلفی جهت این کار وجود دارند. اشیاء ظریف را می توان با پاشیدن



ذرات نرم و ریز بوکسیت در یک محفظه دندانپزشکی تمیز نمود. در حالی که برای اشیاء فلزی سنگین و مستحکم می توان از درجات مختلف پودر سخت و محکم چدن استفاده کرد. اما بوکسیت برای اکثر مصارف موزه ای مناسب خواهد بود. با تغییر در درجه بوکسیت، فشار، فاصله نك لوله گرد پاش از شیء، زاویه پرتاب و غیره می توان عملیات مختلفی را برای سرعت بخشیدن و کار آئی بیشتر انجام داد. از این روش هرگز نباید برای تمیز کردن فلزات نرم استفاده نمود، زیرا سطح این گونه اشیاء را مات خواهد کرد. بدین ترتیب، این روش برای طلا، نقره و آلیاژهای سرب نامناسب بوده اما برای پاک کردن گل و خوردگی های نرم برنز و آهن، بسیار مفید خواهد بود. در واقع برای پاک کردن رسوب های سیلیسی و خاک از روی زنگار صاف بعضی از اشیاء برنزی، می توان از این روش استفاده کرد، بدون این که به سطح شیء آسیبی برسد. ثابت شده است که روش گرد پاشی بهترین راه برای پاک کردن پوسته های سطحی انواع مختلف الواح پخته شده گلی است. روش هواسایش شکل ظریف تری از روش گرد پاشی است. در این روش، ذرات ساینده که از اندازه های مختلف (۱۰ تا ۵۰ میکرون) و درجات سختی گوناگون (مثلاً اکسید آلومینیم، دولومیت، دانه های شیشه) انتخاب می شوند با جریان هوایی که فشار آن بین ۳ تا ۶ کیلو گرم بر سانتی متر مربع تنظیم شده و از لوله ای لاستیکی به وسیله گرد پاش منتقل می شود، مخلوط شده و با فشار خارج می شوند. دستگاه هواسایش به خاطر تغییرات بسیاری که می تواند با انتخاب اندازه ذرات، میزان فشار هوا و انتخاب نوع پودر ساینده، برای کاری خاص، در آن داد، روشی بسیار مناسب است. علاوه بر اشیاء فلزی، استفاده از این روش برای تمیز کردن مکانیکی بسیاری دیگر از آثار باستانی و مردم شناسی نیز توصیه می شود.



## مواد اولیه و ابزار مورد استفاده در قلمزنی

### قلمزنی محصولات مس و برنج

یکی از ظرایف صنایع دستی ایران، قلمزنی بر روی انواع فلزات و آلیاژهاست که سابقه‌ی بسیار طولانی دارد. قلمزنی هنر نقر (کندن) نقوش بر اشیاء فلزی است. این هنر در کشورمان همواره با استیل ایرانی ملازمت داشته و نقوش آن، گل و بته‌های ایرانی بوده است. در نقره فلز، معمولاً منقش قلمزن، تراشه‌های فلزی یا نا همواری‌هایی در حدود خطوط شکاف‌ها باقی می‌گذارد و استاد قلمزن یعنی صنعتگری که کار او قلمزنی است، در پایان کار، این تراشه‌ها را با کاغذ سمباده پاک می‌کند و خطوط را هموار می‌سازد. به هر حال قلمزنی هنری است که طی آن هنرمند قلمزن، نقوش اصیل و سنتی را با ابزار و وسایل ساده و دستی ولی با مهارت و هنرمندی، بر روی شیء مورد نظر نقر می‌کند. در گذشته هنرمندان این رشته در زمینه‌ی ساخت و پرداخت انواع ظروف و آثار دیگری از فلزات و آلیاژهای مختلف فعالیت داشتند و بر روی طلا و نقره نیز به قلمزنی می‌پرداختند. ولی در حال حاضر، کار این گروه بیشتر به نقش‌نشاندن بر روی مس و برنج و آلیاژهای مختلف و ندرتاً به قلمزنی بر روی نقره محدود می‌شود. همچنین در گذشته هنرمندان این رشته اشیاء و آثار و محصولات را که به قلمزنی روی آن می‌پرداختند، خودشان تهیه می‌کردند در حالیکه هم‌اینک این کار توسط کارگاه‌های ساخت انجام می‌شود و کمتر اتفاق می‌افتد که صنعتگر قلمزنی، خود کار ساخت شیء را نیز انجام دهد.



تصویر ۲۱- قلمزنی بر روی فلز



برای قلمزنی ابتدا پشت سطح شیء یا اثری را که قرار است قلمزنی کنند، با قیرمی پوشانند تا ظرف طی مرحله ی قلمزنی بر اثر ضربات چکش و فشار قلم، تاب برنداشته و هم از سرو صدای زیاد جلوگیری شود. برای این عمل یعنی قیراندود کردن پشت کار، قیر جامد را در دستگاه ذوب قیر، ذوب می کنند. سپس قیر ذوب شده را به صورت لایه لایه روی محل مورد نظر می کشند تا قشر نسبتاً ضخیمی تشکیل گردد. پس از سرد شدن ظرف، با کشیدن دو غاب سفیدی، محل مورد قلمزنی را جهت طراحی آماده می کنند. دو غاب مذکور صرفاً برای بهتر نمایان شدن خطوط طراحی می باشد که به وسیله ی مداد کشیده می شود. طراحی طرح های ظروف قلمزنی که اکثراً از طرح های سنتی الهام می گیرد، به چند طریق به مرحله ی اجرا گذاشته می شود:

۱- رسم طرح توسط شخص قلمزنی که در طراحی نیز مهارت دارد مستقیماً بر روی سطح مورد نظر.

۲- رسم طرح بر روی کاغذ و سوزنی نمودن خطوط اصلی، سپس به وسیله ی کوبیدن سمبه (پارچه یی که درون آن را از گرد زغال یا جوهر پر نموده اند) بر روی کاغذ، اثر قسمت های سوراخ شده را بر روی سطح کار، ایجاد و سپس شروع به قلمزنی می نمایند. در حال حاضر در اصفهان یعنی مهم ترین مرکز ساخت و قلمزنی مس و برنج، حدود ۸۱٪ از قلمزنان خود طراح و اجراکننده می باشند. حدود ۷٪ از طرح های دیگران استفاده نموده و طرح های خریداری شده را که بر روی کاغذ کشیده شده مورد استفاده قرار داده و کپی کاری می کنند، ۱۲٪ دیگر نیز صرفاً به خرده کاری می پردازند. زمانی که طرح ها و نقوش روی کار پیاده شدند، به وسیله ی ابزاری به نام نیم بر یا قلم خطوط اصلی را کنده کاری می کنند. آن گاه زمینه های کار را به وسیله ی ابزارهای مختلف که انواع گوناگون قلم فلزی می باشد، نقش می زنند و به اصطلاح پر می کنند. سپس نوبت رو سازی است که در این مرحله روی طرح ها را با قلم هایی که بر سر آنها نقش مایه های مختلفی حک شده است، تزئین می نمایند.



قلمزنی به شیوه های مختلفی انجام می شود. در صورتی که فقط گود کردن خطوط، مورد نظر صنعتگر باشد، کار تقریباً ساده است. چه آن که این کار به سادگی قابل انجام بوده و وی می تواند به کمک ضرباتی که بر خطوط وارد می آورد، به آن ها حالت فرو رفتگی بدهد ولی در اکثر موارد، قلمزنی بر روی فلز بطور برجسته انجام می شود یا ترکیبی از نقوش برجسته و فرورفته است که در این صورت می بایست قسمت های متن طرح با کمک ابزاری خاص کوبیده و گود شود تا خطوط برجسته بماند و خودشان را نشان دهند. گاهی نیز استاد کار مربوطه ناچار است برای تکمیل کار از دوسوی محصول قلمزنی پردازد. که در این صورت بعد از اتمام قلمزنی یک روی محصول، قیر آن را پاک کرده و روی دیگرش را در قیر قرار می دهد و عمل قلم زنی را به انجام می رساند. بدیهی است در شرایطی که فرضاً قلمزنی بر روی شیء هموار (نظیر سینی، بشقاب، کاسه...) مورد نظر باشد، این کار به سهولت امکان پذیر بوده و صنعتگر مشکلی نخواهد داشت. ولی چنانچه شیئی که قلمزنی بر روی آن انجام می شود، دارای حالت کروی یا بسته باشد (نظیر تنگ های دهان تنگ، گلدان و...) صنعتگر معمولاً قسمتی را که باید برجسته نمایانده شود، به طور مجزا ساخته و آن را به گونه یی کاملاً ظریف بر روی کار لحیم می کنند. قسمتی که به طور افزوده بر روی محصول قرار می گیرد، برای آنکه از زیبایی فرآورده نگاهد، معمولاً با نقوش فرو رفته یی که لبه ی آن را با سطح محصول پیوند می دهد، محاط می شود. گاهی نیز هنرمند قلمزن بر حسب ضرورت یا بنا به ذوق و سلیقه ی خود به مشبک کاری، ترصیع و طلاکوبی محصول می پردازد. نقوشی که امروزه مورد استفاده ی قلمزنان قرار می گیرد، بسیار متنوع بوده و متداولترین آنها عبارتند از: مشبک (که خود نوعی از قلمزنی می باشد)، اسلیمی، ختایی، گل و بوته ی شاه عباسی، مسجد شیخ لطف ا...، منبت، اشکال حیوانی، شکار و... که در واقع این طرح ها از نگاره های عامیانه یا سنتی الهام و مایه گرفته است.



## ساخت و قلمزنی نقره

تهیه و ساخت اشیاء نقره یی قلمزنی روی آنها از گذشته های بسیار دور در ایران رواج داشته و در حال حاضر نیز در شهرهای شیراز ، اصفهان ، تبریز و تهران گروههایی از هموطنانمان مشغول کار در این زمینه هستند. ویژگی تولید محصولات نقره یی و قلمزنی نقره در شهرهای فوق به شرح زیر می باشد:

شیراز: شیراز از قدیم مرکز عمده ی نقره سازی و قلمزنی روی نقره بوده است ولی در حال حاضر کاهش تعداد صنعتگران همراه با گرانی نقره ، از رونق این رشته کاسته است . معمولاً در کارگاه های قلمزنی ابتدا طرح را به طور ذهنی و بدون استفاده از الگو بر روی محصول پیاده نمود و سپس با چکش و قلم اهنی آن را قلمزنی می نمایند، معمولاً قلم را نیز خود صنعتگران می سازند.

اصفهان: نقره سازی و نیز قلمزنی نقره در اصفهان مانند دیگر صنایع دستی دارای پیشینه ی تاریخی و رونقی چشمگیر است . تعداد شاغلین در این رشته نیز در مقایسه با شهرهای دیگر بیشتر و طبعاً میزان تولید هم بالاتر است .

تبریز: اگرچه صنعت نقره سازی در تبریز از سابقه یی طولانی برخوردار است ولی در حال حاضر رونق گذشته را ندارد که علت اصلی آن را باید کمبود صنعتگران نقره کار ، افزایش دستمزد ها و گرانی بهای نقره دانست .

تهران: در حال حاضر در تهران نیز فعالیت هایی در زمینه ی ساخت و قلمزنی نقره مشاهده می شود. قلمزنی فراورده های نقره در دو مرحله و در دو کارگاه مجزا از هم صورت می گیرد .

۱- کارگاه ساخت      ۲- کارگاه قلمزنی

## ساخت محصولات نقره یی

ماده ی اولیه مورد نیاز هنرمندان نقره کار نقره ، (با عیار ۸۴) است که به صورت ورق، سکه های نقره و اشیاء قدیمی در دسترس قرار دارد. ابتدا نقره را ذوب کرده و به صورت شمش در می آورند، بعد با نورد این



شمش ها را تبدیل به ورق های نقره می نمایند و سپس با قیچی آنها را به اندازه های دلخواه بریده و لحیم نمایند و با چکش آن را به شکل دلخواه در می آورند. اشیاء ساخته شده در این کارگاه ها عبارتند از: سرویس چایخوری، گلدان، شمعدان، جعبه، کاسه، قنددان، قاب عکس و ...

### قلمزنی محصولات نقره

پس از ساخت محصول نقره یی آن را به کارگاه قلمزنی می برند. در کارگاه قلمزنی ابتدا طرح را به طور ذهنی و بدون استفاده از الگو بر روی محصول پیاده نمود و سپس با چکش و قلم آهنی آن را قلمزنی می نمایند که قلم ها معمولاً به وسیله ی خود صنعتگران ساخته شده است. بعد از قلمزنی برای پرداخت و صیقل دادن، بار دیگر فرآورده را به کارگاه باز گردانده و پس از این مرحله، آن را به بازار عرضه می نمایند. وسایل کار نقره کاران و قلمزنان نقره شامل انواع سوهان، قیچی، مته، قالب، قلم های فلزی، ااره ی کمانی، انواع مختلف چکش، سندان، پرگار، میزچوبی، انواع گیره و چرخ پرداخت است و شیوه ی کار نیز همان است که در مورد ساخت و قلمزنی مس و برنج گفته شد.

### ساخت و قلمزنی ورشو

ورشو سازی از جمله صنایع دستی فلزی کشورمان است که دارای سابقه ی طولانی است. این «هنر-صنعت» اصیل وارزنده ک در گذشته یی نه چندان دور در برخی از مناطق کشورمان از جمله در شهرهای برو جرد و دزفول از رونق بسیار برخوردار بوده، هم اکنون شدیداً دچار رکود شده به طوری که تنها در برو جرد یعنی مهمترین مرکز ورشو سازی (در گذشته و حال) می توان نشانی از آن یافت. در حالی که بر اساس آمار موجود در سال ۱۳۴۳، حدود ۴۰ کارگاه ورشو سازی در برو جرد و ۱۵ کارگاه نیز در دزفول مشغول فعالیت بوده و در آن سال میزان تولید سالانه محصولات ورشو در برو جرد حدود ۳۰ تن و دزفول حدود ۲/۵ تن برآورد شده است. هم اکنون تنها چند کارگاه در برو جرد آن هم با تعداد معدودی هنرمند ورشو کار با ابزار و وسایل ساده ی فلزکاری و قلمزنی به ساخت قلمزنی ورشو، می پردازند به محصولات نظیر سماور، پارچ، جام آب، سینی،

قاشق و چنگال... را تولید و عرضه می نمایند. علت اصلی از رونق افتادن ورشو کاری را باید در جایگزینی استیل به جای ورشو و در مرحله بعد عدم حمایت از ورشو کاران و صنعت ورشو سازی دانست که امید است این مهم مورد توجه مسئولان و دست اندر کاران قرار گیرد

### ابزار قلمزنی

در مرحله ی قلمزنی از وسایلی استفاده می شود که عمدتاً عبارتند از:

الف- انواع قلم ها (که گاه تعدادشان به ۱۴۰ یا بیشتر نیز می رسد).



تصویر ۲۲- انواع قلم

قلم میله فلزی از جنس فولاد خشکه است که طول آن معمولاً ده تا سیزده سانتی متر و قطر آن متغیر است. انواع قلم های مورد استفاده در قلمزنی دارای اشکال، نوک و آج های گوناگون اند و هریک از آن ها نامی دارد. قلم ها را بر اساس نوک آن ها به دو نوع آج دار و بدون آج تقسیم بندی کرده اند. نوع دیگر تقسیم بندی قلم ها عبارت اند از: قلم های ریزه کاری و قلم های بر جسته کاری.





برخی از انواع قلم هایی که در قلمزنی استفاده می شوند:

۱. قلم سنبه. برای اجرای طرح اولیه و رو سازی طرح و تزئین زمینه کار از این قلم استفاده می شود، این قلم دارای نوک مخروطی شکل، شبیه نوک مداد است.

۲. قلم پرداز. برای رسم کردن خطوط طراحی و رو سازی گل ها و خط اندازی طرح و خطوط به دست آمده از قلم سنبه، از قلم پرداز استفاده می شود. مقطع این قلم کشیده و از دو سمت دارای آج به صورت اُریب است.

۳. قلم نیم بر. از این قلم برای آشکار کردن خطوط طراحی شده و ثابت کردن اثر خط بر روی لوح فلزی استفاده می شود. سطح مقطع نوک این قلم مانند نوک پیچ گوستی و فاقد آج است.

۴. قلم گور سواد. برای سایه اندازی، ایجاد بافت روی فلز و فرو بردن زمینه کار و تزئین نقوش حیوانی و انسانی از این قلم استفاده می شود و با این قلم طرح را از زمینه کار جدا می کنند. سطح مقطع این قلم آج دار و مستطیل شکل است.

۵. قلم گرسوم. برای ساخت سطوح با نقوش دایره ای به صورت برجسته و منظم و سایه روشن کردن سطح فلز از این قلم استفاده می شود.

۶. قلم یک تو. این قلم در نوک مقطع خود دارای نقش شبیه دایره است و از آن برای ایجاد بافت در گل ها و حاشیه سازی استفاده می شود. نوک آن مخروطی شکل با مقطع گرد است و در اندازه های ریز و درشت ساخته می شود.

۷. قلم دو تو. این قلم نیز مانند قلم یک تو مخروطی شکل و در سطح مقطع آن دارای دو دایره کوچک در نوک و بدون آج است، که از آن برای تزئین زمینه کار استفاده می شود.



۸. قلم ناخنی. برای ایجاد نقوش تزیینی و خطوط منحنی و رو سازی طرح ها از این قلم استفاده می شود و نوک مقطع آن شبیه ناخن دست انسان است و در ایجاد نقوش شبیه فلس ماهی، موی انسان، یال اسب و... از آن استفاده می شود.

۹. قلم بادامچه. سطح مقطع نوک این قلم بادامی شکل و آج دار است و از آن برای ساخت گل و برگ و تزیین زمینه لوح فلزی استفاده می شود.

۱۰. قلم کف تخت. نوک این قلم در مقطع شبیه مربع یا مستطیل و دارای انواع ریز و درشت است که از آن برای فرو بردن و مسطح کردن زمینه طرح استفاده می شود.

۱۱. قلم نیم ور. سطح مقطع آن شبیه دوزنقه است و دارای دو نوع آج دار و بدون آج است و از آن برای فرو بردن و پایین نشستن زمینه و جداسازی طرح، از زمینه استفاده می شود.

۱۲. قلم نیم بر کلفت. با این قلم خطوط اصلی نقش را فرو برده و کار را برجسته می کنند. سطح مقطع آن بیضی شکل و منحنی و بدون آج است.

۱۳. قلم قلم گیری. از این قلم برای لایه برداری سطح فلز و برای کندن و ایجاد شیار به شکل تراش فلز استفاده می شود نوک آن تیز، شبیه سرنیزه؛ و فاقد آج است.

۱۴. قلم بادامی ساده یا درختی. از این قلم برای ایجاد نقوش چند پر و تزیین زمینه استفاده می شود. سطح مقطع آن شبیه میوه بادام و بدون آج است و سطح مقطع آن را تو خالی و لبه دار می سازند.

۱۵. قلم خُشه (خوشه). از این قلم برای برجسته سازی استفاده می شود و سطح مقطع آن مدور و بدون لبه و صیقلی است.



۱۶. قلم تیزبر. نوک این قلم تیز و برنده و از آن برای برش و مشبک کردن فلز استفاده می شود. سطح مقطع آن

شبيه پیچ گوشتی و بسیار تیز است.

ب- پرگار (در اندازه های مختلف)

ج- چکش

د- متر

ر- قیچی

ز- دستگاه ذوب قیر

پس از اتمام کلیه ی عملیات قلمزنی، قیر را به وسیله ی حرارت از محصول جدا کرده و با قیمانده ی آن بر بدنه ی ظرف را نیز توسط نفت پاک می کنند . سپس ظرف جهت هموار کردن یا صاف کاری و در صورتی که قطعات جداگانه یی داشته باشد، به منظور سوار کردن قطعات و لحیم کاری، به کارگاه صنعتگر سازنده برده می شود. البته لحیم کاری در این مرحله توسط آلیاژ قلع صورت می گیرد تا قسمت لحیم شده هم رنگ زمینه ی ظرف باشد و صاف کاری نیز توسط چکش چوبی یا چکشی که بر سر آن چرم قرار داده شده (جهت صاف کردن و هموار کردن ظرف که در هنگام قلمزنی تاب برداشته، فرورفتگی و برآمدگی پیدا کرده ) انجام می پذیرد. پس از صافکاری و چسباندن قطعات، ظرف جهت پرداخت شدن به کارگاه پرداخت کاری برده می شود و به وسیله ی فرچه با صابون تمیز و پرداخت می گردد. بعد از آن ، از یک نوع واکس مخصوص یا دوده برای جلای کار استفاده می شود. ذکر این نکته ضروری است تا حدود ۳۰ سال قبل ، کار پرداخت تماماً با دست صورت می گرفته است ولی در حال حاضر به وسیله ی دستگاه فرچه نیز صورت می پذیرد .



مرحله ی نهایی و تکمیلی کار سیاه کاری است که در کارگاه قلمزنی انجام می شود، به این ترتیب که سطوح قلمزنی شده را به وسیله ی مخلوطی از دوده و واکس می پوشانند به نحوی که کلیه قسمت های فرو رفته از این مخلوط پر شود. سپس سطح کار را به وسیله ی قطعاتی از پارچه پاک کرده و صیقل می دهند، لذا کلیه ی جزییات قلم خورده و فرو رفته به رنگ سیاه و قسمت های برجسته به رنگ اصلی ظرف در می آیند که البته این امر موجب نمایاندن بیشتر و بهتر خطوط طرح و در نتیجه زیبایی فزونتر محصول می شود. در حال حاضر علاوه بر اصفهان که قلمزنی مس و برنج در آن از رونق فوق العاده یی برخوردار است. در شهرهای تهران ، طبس و کرمانشاه نیز قلمزنی روی مس تا حدودی مرسوم و متداول است.



## مواد اولیه و مواد مصرفی در ملیله کاری

در ملیله کاری مواد اولیه ای که جهت تولید فرآورده ها از آن استفاده می گردد، طلا و نقره است. غالباً نقره بخاطر خواصی که از لحاظ رنگ و شکل پذیری در کار را دارد بهترین نوع فلز برای ملیله کاری می باشد. و بهتر است در ساخت محصولات ملیله کاری از عیار خالص (عیار ۹۹۹) استفاده گردد. ولی برای ساختن دسته و پایه ظروف که می بایست دارای استحکام بیشتری باشد معمولاً نقره با عیار پایین تر مصرف می شود که صنعتگران این رشته از نقره های با عیار ۸۴۰ تا ۶۰۰ به نسبت مقاومتری که مورد نظرشان است استفاده میکنند. مواد مصرفی مورد استفاده در ملیله کاری نقره عبارتند از: پودر تنه کار، زاج سفید، موم طبیعی و اسید سولفوریک (جوهر گوگرد).



تصویر - ملیله کاری

## شناخت انواع نقره های مصرفی

نقره های مصرفی کار از مراکز خرید و فروش در بازار ایران معمولاً در چهار نوع موجود است.

الف - نقره های گوارچه ای: نقره هایی بشک گلولة های کوچک کروی که اصطلاحاً گوارچه یا نقره ساچمه ای گفته می شود و بهترین نوع آن از طریق فعل و انفعالات شیمیایی بدست می آید که به نقره مهندسی نیز مشهور است. این نوع نقره دارای عیار تقریباً ۹۹۹ می باشد. به نقره های با عیار خالص اصطلاحاً نقره پنبه ای هم گفته می شود.



ب- نقره های شمش (قرص): نقره هایی به صورت شمش که دارای ضخامت و اشکال هندسی متفاوتی می باشند و به یک اندازه و وزن مشخص یافت نمی شوند (بجز نمونه های خارجی) که اصطلاحاً نقره قرص گفته می شود و اکثراً دارای عیار تقریبی ۹۵۰-۹۸۰ می باشند و از طریق قالبکاری نقره بدست می آیند.

ج - نقره های متفرقه: نقره های متفرقه همان محصولات ساخته شده گذشته توسط صنعتگران این هنر بوده و به مرور زمان مستعمل شده و توسط خانواده ها به فروش رسیده اند و دارای عیار خالص نیستند و معمولاً دارای عیار ۸۴۰-۹۰۰ و یا با عیار های پایین تری هم می باشند که باید در خرید این نوع نقره دارای تجربه بود و بتوان عیار نقره را تشخیص داد.

د- سکه های نقره: سکه های نقره که از مسکوکات دوره های گذشته باقی مانده و اکثراً دارای عیار ۹۰۰ می باشند. البته قابل ذکر است که در انواع سکه ها، عیارهای پایین تری نیز موجود است و باید در خرید این نوع سکه ها نیز دارای تجربه و عیار سنجی دقیقی باشید.

## ابزار کار و کاربرد آن ها

کوره (کوروک) (korek):

برای ذوب کردن و ایجاد حرارت و لحیم کاری نقره از این وسیله استفاده می گردد که معمولاً در شش نوع می باشند.

الف- کوره سرپایی با دم برقی: برای ذوب نقره بکار برده می شود.

ب- کوره اکسیژن و گاز: برای ذوب نقره و در مواقعی جهت لحیم کاری بکار برده می شود.

ج- کوره گازی: برای گرم کردن نقره بخاطر نرمی فلز و لحیم کاری و در مواقعی جهت ذوب نقره در حجمهای کم از این کوره استفاده می گردد.

د- کوره بنزینی: جهت لحیم کاری و در مواقعی جهت ذوب نقره در حجمهای کم و قطعات کوچک نقره استفاده می گردد.

ه- کوره الکتریکی: جهت ذوب نقره استفاده می گردد.



و- کوره زمینی: جهت ذوب نقره و فلزات کاربرد

تصویر- کوره گازی

قیچی (قایچی) (Qayci)

از این وسیله برای بریدن ورقه ها و مفتولهای نقره استفاده می گردد

سوهان (گورا) (Gorea)

برای ساییدن ناهمواریها و پلیسه های نقره بکار برده می شوند.

چکش (چکیش) (Cakis)

از این وسیله برای کوبیدن کارها و ورق های نقره استفاده می گردد و اندازه و شکل های مختلفی دارند که معمولاً صنعتگران با مقیاس وزن تهیه می نمایند .

ماشه (ماشا)

ابزاری که با آن در لحیم کاری و آتشکاری جهت جابجا کردن و ورق های گرم نقره استفاده می گردد.



تصویر ۲۳- برخی ابزار مليله کاری



تصویر ۲۴- سندان

سندان (Sendan)

صفحه آهنی بزرگ جهت چکش کاری کارها و ورق های نقره .

ریچه (رژه) (reze)

قالبی آهنی دسته دار که نقره مذاب را داخل آن می ریزند تا به صورت شمش و یا مفتول در آید. و در دو نوع

موجود است؛ الف) ریچه ورق ب) ریچه مفتول



### بوته (Bute)

کاسه ای در اندازه ها و حجمهای مختلف از جنس خاکهای نسوز و گرافیت که نقره را برای ذوب کردن داخل آن قرار می دهند.



تصویر ۲۵- بوته ذوب فلز

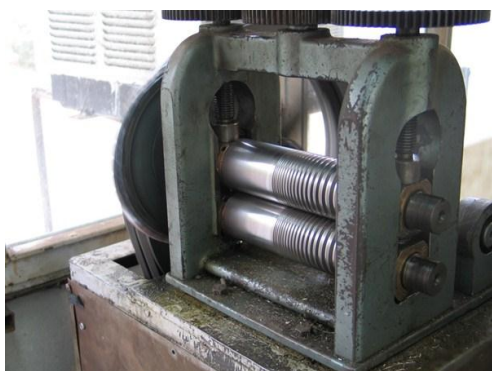
### دستگاه نورد

دستگاهی است که با آن مفتولها و ورق های نقره را به اندازه و ضخامت دلخواه در می آوریم و در دو نوع دستی و برقی می باشند.



الف) نورد برقی

ب) نورد دستی



تصویر ۲۶- دستگاه نورد



تصویر ۲۷- نورد دستی

### انبر دست

از این وسیله برای کشیدن مفتولهای نقره از داخل حدیده و به عنوان سیم چین استفاده می گردد.

### انبر دم گرد (قوش برون) (Gushborun)

این وسیله شبیه انبرک است و برای پیچاندن و خم کردن مفتولهای نقره بکار می رود.

### گیره کار

وسیله ای است برای نگاه داری قطعه کار که این وسیله بر لبه میز کار ثابت می گردد

### فرچه (برس برنجی)

از این وسیله در پرداختکاری ملبله برای از بین بردن اضافات و لکه های روی نقره و جهت شفاف نمودن سطح

نقره استفاده می گردد .



### چوب بازو

وسیله ای است از جنس چوب بشکل مخروط که مفتولها و نوارها مليله نقره را با آن به صورت کلاف در می آوریم.

### اره کمانه (کمان اره)

وسیله ای است فلزی و منحنی، به شکل نعل اسب که دسته ای چوب به یک سر آزاد آن متصل است و تیغه های با شماره های متفاوت به وسیله دو پیچ خروسک، به دو سر کمان اره متصل می شود و در مليله کاری از این وسیله جهت بریدن مفتولهای کلفت نقره و بریدن شابلونهای مسی و ورقهای نقره استفاده می گردد.

### حدیده

صفحه ای است فلزی که بر روی آن سوراخهای متعددی با قطرهای تعبیه شده و برای تهیه مفتولهای نقره از آن استفاده می گردد و ضمناً حدیده به شکل گرد تکی نیز وجود دارد که هر کدام به تنهایی دارای سوراخی با قطرهای شماره دار می باشند.



تصویر ۲۸- دستگاه حدیده کشی

### چرخ حدیده

از این وسیله جهت کشیدن مفتولهای نقره توسط صفحه آهنی حدیده برای آماده نمودن سیمهای نازک استفاده می گردد و به دو صورت چرخ دستی و برقی موجود است و دارای دو قرقره روبروی هم می باشند.



تصویر ۲۹- چرخ حدیده

### میکرو متر

وسیله اندازه گیری می باشد که با آن ضخامت مفتولها و ورق های نقره را اندازه می گیریم.



تصویر ۳۰- میکرو متر

### مصقل

ابزاری است که با فشار دست بر روی کار کشیده و نقره را صیقلی و براق می نماید و جنس این ابزار از فولاد می باشد که توسط صنعتگر نقره کار ساخته می شود.

### پنس (جفت)

ابزاری است جهت برداشتن تکه های کوچک و ظریف بریده شده لحیم نقره و در مليله کاری برای جاسازی نقشهای از قبل آماده شده و جاگذاری دیواره های قطعه کار کاربرد دارد .



## دیریل برقی

از این وسیله در ملیله کاری برای پیچاندن مفتول دو لاتاب جهت آماده سازی نوار تاییده استفاده می گردد.



تصویر ۳۰- دریل

## دستگاه چرخ دندان (هفت هشت)

همانطور که از نامش پیداست چرخ می است که با کمک آن دیواره های ظریف نقره را بصورت دندانه دندانه

(هفت هشت) در می آوریم .



تصویر ۳۱- چرخ دندان

پایان.