

پیش آزمون

۱. هر سطح را باید پس از تولید تا جای ممکن صافکاری و سنگ زد.

درست نادرست

۲. سنگزنی سطوح می‌تواند بر سختی و مقاومت به ضربه آنها بیفزاید.

درست نادرست

۳. چرا صافکاری بدنهٔ خسارت‌دیدهٔ خودروها کار دشوار و حساسی است؟

الف) دشواری سنگزنی بدنهٔ خودرو

ب) دشواری ضربکوبی بدنهٔ خودرو

ج) دشواری شکل‌پذیری مجدد ورق فلزی

د) دشواری تقلید از شکل‌دهی پرس‌های سنگین

۴. ترکیبات سنگ سنباده چگونه است؟

۵. نحوه انتخاب سنگ سنباده برای مواد نرم و سخت چگونه است؟

۶. چرا فرایند سنگزنی، خطرناک‌ترین فرایند ساخت در کارگاه به شمار می‌آید؟

۷. روش بازررسی عدم وجود ترک در صفحه سنگ‌های صافکاری را بیان کنید.



۹-۱ سطوح صافکاری

همچنین از آنجا که اساس فرایندهای برادهبرداری بر اصطکاک و سایش ابزار بر قطعه کار استوار است، تقریباً در تمام موارد، اثر این سایش و اصطکاک بر سطح تراشکاری باقی مانده و در رفتار مورد انتظار آن سطح اثر منفی می‌گذارد. هرچند گاهی همانند سطحی آج دار، ما خود عمداً به ایجاد سطحی خاص و غیر صاف برای افزایش اصطکاک حین کار مبادرت می‌ورزیم.



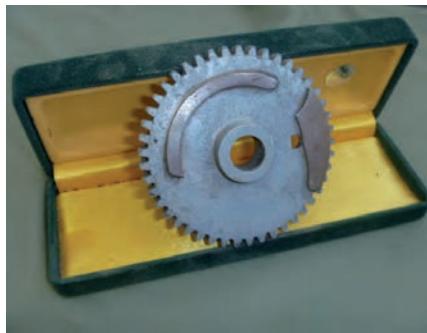
پس از انجام پروژه‌های کارگاهی فلزکاری با استفاده از نقشه کارگاهی گونیاها، سوزن و پرگار خط‌کشی، اره، سوهان، دریل، قلاویز و حدیده و قبل از اعلام پایان کار ساخت اجزاء یا سرمه‌بندی و تحويل کالا به مشتری و سرپرسست، سطوح اجزای کالا باید تا مقداری که لازم است از فرورفتگی و برجستگی‌های خشن یا ناخواسته و ناهمواری‌های نازیبا، پاکسازی و صافکاری شوند. از سوی دیگر گاهی این اقدامات ترمیمی طبق استاندارد جزو مراحل ساخت به شمار می‌آید و نیز در برخی موارد ممنوع است.



گاهی فقط باید با انجام عملیات صافکاری، ایرادات احتمالی ساخت هویدا و آشکار می‌شود. مثلاً پس از اتمام جوشکاری یا جوشکاری ترمیمی یک اگزوژ شاید به دشواری بتوان از وجود خلل و فرج در درز جوش اطلاع یافت ولی چنانچه مقدار ناچیزی از سطح گرده جوش ساییده شود با کمک مایعات نافذ، می‌توان از صحت یا عدم صحت جوشکاری درز مذکور اطمینان حاصل کرد.



تبديل شده است. صافکاري زائدات (بادامك) اى اين ابزار، تغيير محسوسى در طرح نقش کناري جوراب خواهد داشت. بنابراین به هنگام ساخت اين گونه سطوح باید از دقیق ترین ابزارهای اندازهگیری بهره جست.



تصویر زیر، سوزنِ دستگاه CMM را نشان می‌دهد که اصلی‌ترین پایهٔ مهندسی معکوس و کپی‌برداری از قطعات صنعتی است. به هنگام کار با این دستگاه که گاه تا هزارم میلی‌متر ابعاد را گزارش داده و از آنها نقشه‌تهیه می‌کند، دمای اطاق و حتی بدن مکانیسین در اندازهگیری اثر می‌گذارد.

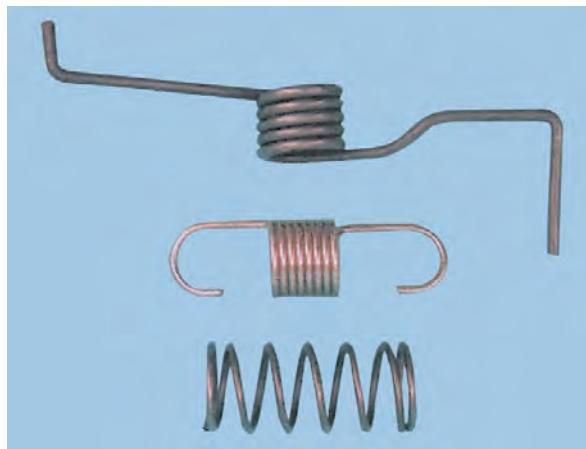


از ديگر خاستگاه‌های بحث صافکاري نشيمنگاه درپوش‌ها هستند که باید پذيراي واشرها و کاسه‌نمدها بوده آنها را کاملاً جذب خود کنند. اين سطوح چنان اثر مخربی بر روی کاسه‌نمدها، گسکت‌ها و واشرها می‌گذارند که با هربار بازکردن درپوش معمولاً ملزم به تعويض آنها می‌شويم. زيرا استاندارد، قدرت آب‌بندی واشر بازشده را به دليل عدم هم‌پوشاني مناسب بر جستگي و فرورفتگي‌های سطح نشيمن، تأييد نمي‌کند. حتى لنت‌ها و صفحات سايشی مانند صفحه‌کلاچ خودرو در هر بار باز و بست، به دليل اين ناهم‌پوشاني‌ها، چهار سايش قابل ملاحظه‌اي می‌شوند.



در برخی موارد، سطوح صاف يا منحنی به دليل اينکه «مرجع» حرکت اجسام ديگرند، با ظرافت کمتر از ۰° تغيير زاويه يا يك‌دهم ميلی‌متر تغيير ارتفاع، اختلاف حرکت قابل ملاحظه يا تغيير ساختار بزرگی را در سистем موجب می‌شوند. تصویر زير که معادل يك نرم‌افزار راياني‌اي ساده دستورات اجراشدنی به همراه دارد، درواقع يك چرخ‌دنده ساده است که به دليل زائدات مهندسي خود به يك فرمان (طلبک) مکانيکي پيچide برای صدور فرمان جابه‌جايی سوزن و نخ دستگاه نساجی (جوراب‌بافی)

ایدهٔ دیگر در لزوم صافکاری سطوح ساخته شده، تأثیر کیفیت بالای سطح در تقسیم نیروهای دریافت شده و در نتیجه افزایش استحکام سطح است. سطح صیقلی فنرها مثال خوبی برای این مسئله است چرا که با صیقلی کردن فنرها — علاوه بر زیبایی — می‌توان مقاومت آنها را — بدون دستکاری جنس مواد اولیه — در برابر ترک‌های مویی یا مردگی افزایش داد.



امروز با پیشرفت تکنولوژی‌های برآورده‌داری با استفاده از لیزر، آب ساینده، صوت و پرتوهای الکترونی، سطوح تراشیده شده در نهایت کیفیت سطح قابل اندازه‌گیری قرار داشته و دیگر نیازی به صافکاری، سنگزنانی یا پرداخت ندارند.



همچنین و چنانکه پیشتر به آن اشاره شده سطوحی که قرار است در داخل سطح دیگری جای بگیرند (میله) و یا سطوحی که قرار است بر روی سطح دیگری بلغزند (سوراخ) همواره باید از فرایندهای مختلف صافکاری سطح بهره‌مند شده باشند. این مسئله در مواردی که رساندن مایعات روانکار به سطح هم‌ردیف (هم‌دیسی) دشوار می‌شود از اهمیت بسیار بیشتری برخوردار خواهد شد. تا جایی که برای سطوح فلزی نیز مانند فرش‌ها جهت خواب تعریف می‌شود.



این موضوع هنگامی که شما قصد صافکاری ورق بدنۀ یک خودرو را داشته باشید، اهمیت خود را نشان می‌دهد. زیرا صافکاری یک درز جوش با استفاده از سنگ فرز دستی چندان دشوار نیست اما بازگردانی قوس هموار ورقی که در کارخانه با پرس 600 تُنی شکل گرفته و حالا تغییر یافته، کار آسانی نیست. بهویژه آنکه قرار است این سطح رنگ خورده و در محل صافکاری شکست نوری نداشته باشد. برداشت ذرات بسیار ریز براده در صافکاری و یا استفاده از ضربات حساب شده بر روی سطح با ابزارها و سندانهای دستی صافکاری باید همانند دستگاه کلیدسازی که در واقع کپی تراشی می‌کند، به نتیجه‌ای بررسد که دقیقاً همان کاربرد اولیه سطح را بتوان انتظار داشت. همچنان که شما از کلید کپی شده انتظار بازکردن قفل را دارید. برای این منظور اصل اساسی صافکاری سطوح ساختنی یا سطوح تعمیری و خسارت دیده، کترول دقیق اندازه‌ها با شابلون یا ابزار مناسب اندازه‌گیری در طول فرایند صافکاری است.



اما محدودیت این روش‌ها، هزینه بالای آنهاست و این موضوع قدرت رقابت آنها را تضعیف می‌کند. عرصه وسیع دیگری که فلزکار صافکار باشد به جمع‌آوری اطلاعات و تجربه در آن بپردازد صافکاری سطوح خسارت دیده است.

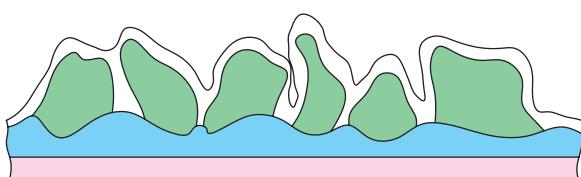
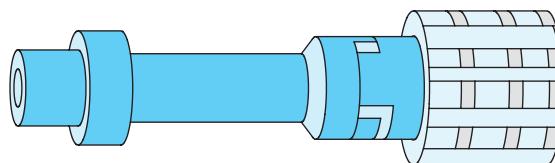
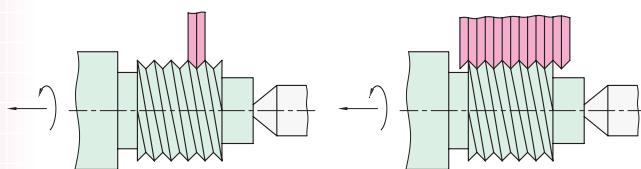
جدول تیغه سوهان موج گیر بدنۀ خودرو

کد	درجه سایش	تعداد دندانه در اینچ	طول (میلی‌متر)	وزن تیغه (گرم)	
PE50351	۱	۷	۳۵۴	۲۴۰	۵
PE50352	۲	۹	۳۵۴	۲۷۰	۵
PE50353	۳	۱۲	۳۵۴	۲۸۰	۵

این‌بار رسالت صافکار، علاوه بر استفاده از ابزارهای صافکاری (مانند سوهان‌های موج گیر بدنۀ خودرو) در از بین‌بردن پستی و بلندی ناشی از تاخوردگی ورق‌ها یا پوسته‌شدن سطوح، بازگردانی آنها به طرح، شکل و قوس اولیه است.



سه گانه ثابت و مشخصی دارند. اما فرایند سنگزنی و سنباده کاری هنگامی آغاز می شود که جای این تیغه ها و لبه های فلزی را ذرات ماسه چسبیده به یک بسته کاغذی یا چسبی گرفته و با میلیون ها لبه برنده نامعین از نظر هندسی، به براده برداری از سطح به صورت انفرادی می پردازند. هر یک از این ذرات به محض ساییدگی و ضعیف شدن، از چسب پایه جدا شده و برداشت براده توسط اولین ذره بزرگ بعدی آغاز می شود. حال اگر سرعت حرکت و عبور این ذرات را از مقابله سطح صاف کاری به شدت افزایش دهیم، نتیجه این براده برداری های ظریف، سطحی صیقلی و منعکس کننده نور خواهد بود.



□ کدام یک از تجهیزات زیر را می توان ابزار صاف کاری به حساب آورد؟



۹-۲ سنگزنی^۱ و سنباده کاری^۲

تصویر زیر عملیات شابرزنی دستی یک قطعه از جنس چوب را نشان می دهد که نتیجه ایجاد اصطکاک یک لبه برنده واحد با سطح صاف کاری است.



در ابزارهای صاف کاری توسعه یافته این تکلیه به چندین لبه، تیغه یا آج برای ظریف کاری تبدیل می شود که همچنان این لبه ها فلزی هستند و زوایای

1. Grinding

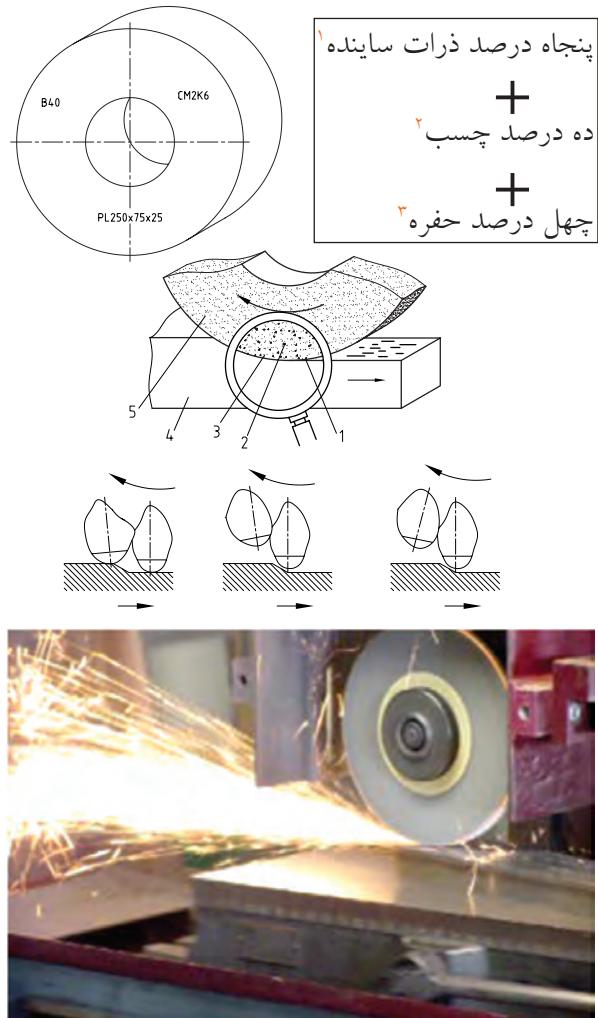
2. Polishing

یا سنگ فرز» بر آن نهاده شده است. در نوع دیگری از «چیدمان»^۱ این ترکیب، قطعات هندسی کوچکی با اشکال منظم از این مواد ساخته و با تکنیک لرزش مستمر، آنها را در داخل مخزنی به سطوح قطعه کار می‌سایند. در تصویر زیر، هر سه این ساختارها را ملاحظه می‌کنید.



چسب و ذرات سنگ نایستی خیلی سخت باشد. زیرا در این صورت ذرات ماسه‌ای خرد نشده و از آن جدا نمی‌شوند و به صورت کُند شده بر روی سنگ باقی می‌مانند. همچنین ذرات سنگ یا چسب نباید بیش از

سنگ‌های کارگاهی (سنگ سنبلاده) ترکیبی از پودر سیلیس (سنگ شیشه) یا کربور و چسب‌های مخصوص هستند که با نسبت زیر به هم پیوند داده شده‌اند:



این ترکیب فیزیکی ممکن است یک تکه و به صورت یک دیسک ضخیم مدور باشد که آن را به نام «سنگ» دیواری یا ماشینی می‌شناسند. ممکن است خمیرمایه ذکرشده را با کمک الیاف و شبکه یا توری فلزی نازکی در یک مقطع نازک دیسکی به حالت بافته شده، شکل دهنده که نام «تیغه

1. Abrasive pieces

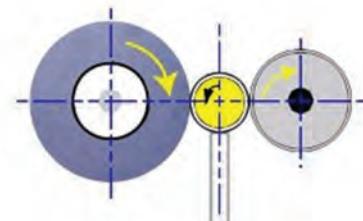
2. Adhesives

3. Holes

به هنگام انتخاب سنگ برای فرایند سنگزنانی از همپوشانی کامل چسب پایه بر روی ذرات و عدم وجود هرگونه ترک در سنگ که به شکستن آن در طی فرایند و بروز حادثه منجر می‌شوند، اطمینان حاصل کنید.

صدای یکنواخت ضربات آهسته به اطراف دیسک نشانه سلامت آن است.

اندازه نرم باشند، زیرا در اثر نرمی ذرات سنگ یا پیوند سست آنها با چسب، در درگیری با قطعه کار، این ذرات به سرعت از چسب پایه جدا شده و باعث تماس چسب با قطعه کار می‌شوند. در نتیجه این مشکل، گرفتن قطعه کار در مقابل سنگ نه تنها بر جای سطحی آن نمی‌افزاید، بلکه باعث سیاهشدن آن نیز می‌شود.



سهمگین به شکست ابزار منجر می‌شود.
با کمی احتیاط می‌توان ترتیبی داد که پس از سال‌ها
تجربه، برش‌های روی دست، تنها اثر کهن‌سالی باشند.
حتی اگر چاقوساز باشد.



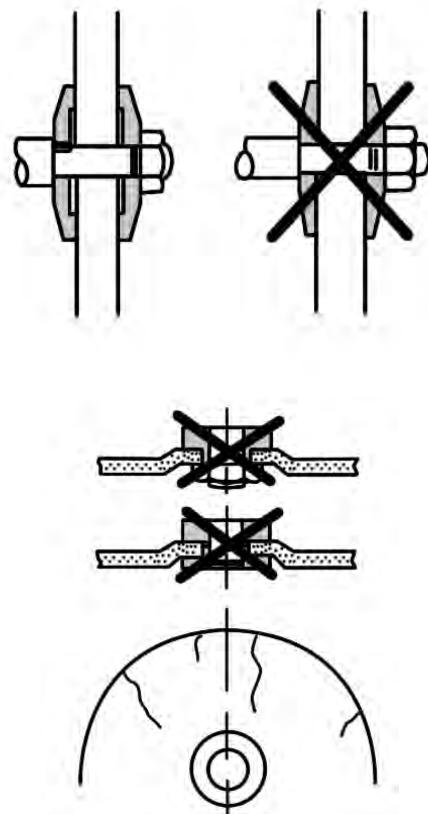
در هنگام استفاده از سنگ دیواری اگر قصد صاف کردن
سطحی را دارید، باید مدام از شابلون برای مقایسه سطح
یادشده بهره بگیرید.



بنابراین فشار دست بر روی قطعه و درنتیجه سنگ،
زیاد نخواهد بود. به ویژه آنکه در صورت استفاده ناصحیح
از سنگ، معمولاً قسمت میانی پهناهی آن گود افتاده و
باعث ناکارآمدی سنگ در ایجاد سطوح صاف می‌شود.
در این صورت باید سطح تماس را به هنگام سنگ‌زنی
کاملاً احساس کنید.

در استفاده از سنگ دیواری برای تیزکردن ابزارهای
براده‌برداری، موضوع متفاوت است. این بار باید با فشار

از آنجا که نیروی براده‌برداری در ماشین‌آلات سنگ‌زنی بسیار
زیاد است و این به دلیل کوچک‌بودن ابعاد ذرات ساینده در
آنهاست، چرخ ساینده (سنگ یا تیغه) باید به شدت در محور
دوران خود متعادل و بالانس بسته شده باشند.



علت آنکه پارچه در زیر فشار سوزن خیاطی فرصت
خم شدن و مقاومت پیدا نمی‌کند و بلا فاصله سوراخ
می‌شود، نیروی عظیم سوزن است که به خاطر سطح
مقطع بسیار کوچکش به حدود هفت تُن می‌رسد. در
سنگ‌زنی نیز مانند چنین نیروهایی بین سنگ و قطعه
تبادل می‌شود و اگر در بستن سنگ و استفاده از آچار
مخصوص آن یا در بالانس کردن چرخ سنگ به کمک
لقمه‌های تعادل و بالاخره در گرفتن قطعه به سنگ
یا سنگ به قطعه، کوتاهی صورت پذیرد، این نیروی

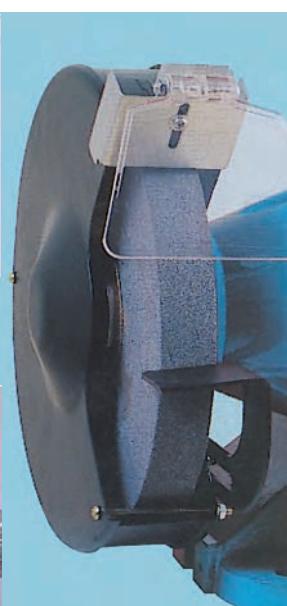
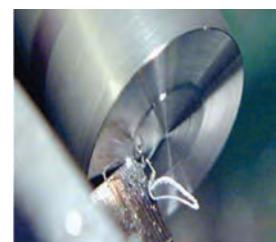
عدم توجه به تیزکاری ابزارهای برشی با کمک سنگ‌ها و در زمان‌های مقرر، باعث می‌شود که تغییر فرم لبه‌های برنده به صورت افزاینده‌ای زیادتر شده و تیزکردن مجدد آنها در زمان طولانی‌تر و با دورریز بیشتری انجام شود.



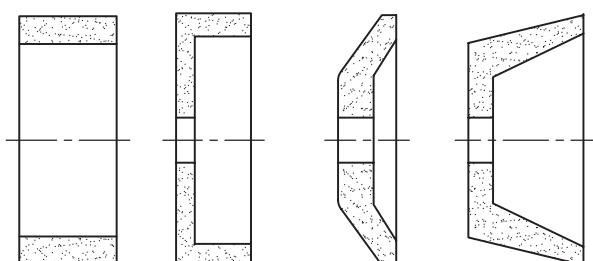
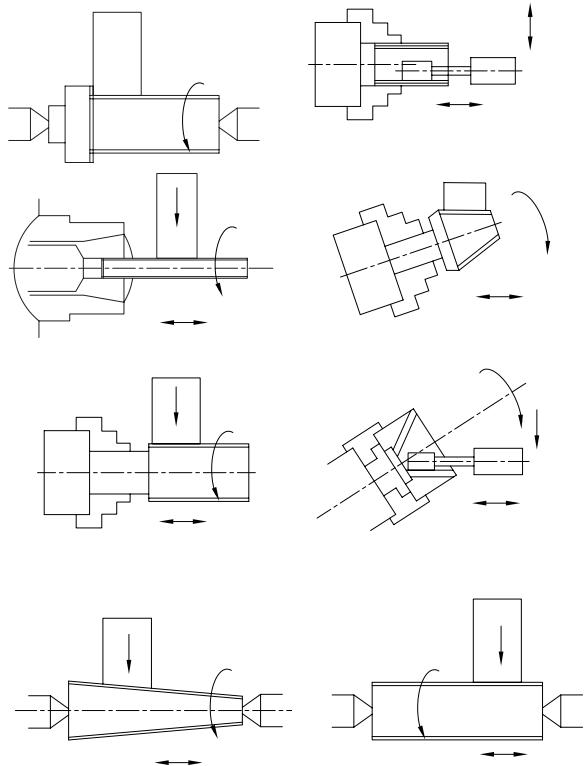
در سنگزنی بیش از سایر فرایندها، از مایع خنک‌کننده پُرفشار استفاده می‌شود تا قطعه در اثر حرکت بسیار سریع سنگ داغ نشده و تغییر موقعیت ندهد.



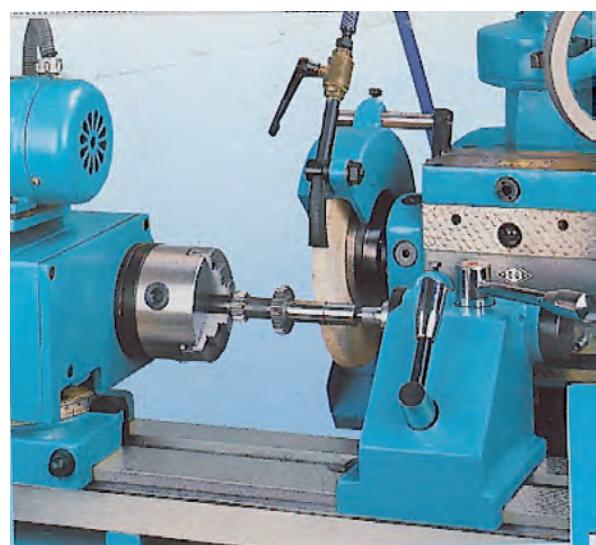
مناسب و نسبتاً زیاد دست در کنار رعایت احتیاط و با مهارت، قبل از آنکه فولاد تُندبُر بر روی سنگ و ذرات آن اثر سایشی بگذارد، آن را در تهاجم ذرات ساینده تیز کرد. در این صورت حتماً حفاظ تلقی سنگ را نصب کرده و از تماس مستقیم (ضریب‌گون) ابزار با سنگ پرهیز کنید. روش صحیح (مطابق تصویر)، مماس کردن ابزار برشی به سنگ و افزایش تدریجی فشار بر سنگ تا لحظه براده‌برداری مطلوب است.



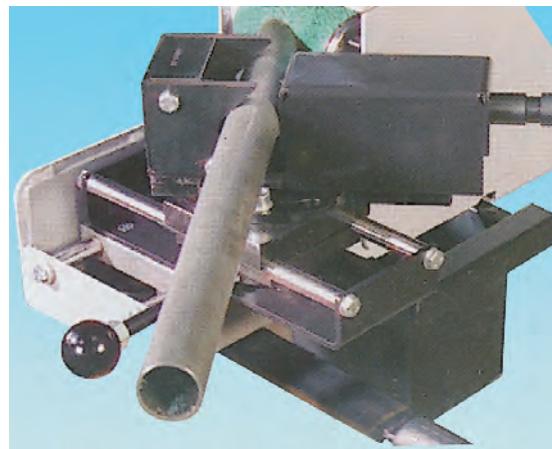
در تصاویر زیر، مقاطع مختلفی از سنگ سنباده کاسه‌ای را که در ابزار تیزکنی‌ها به چشم می‌خورند مشاهده می‌کنید. همچنین سنگ‌زنی سطوح مختلف داخلی و خارجی به کمک سنگ دیواری را ملاحظه می‌کنید.



در عوض و به همین دلیل کتترل ما بر محل سنگ‌زنی پس از شروع عملیات، بسیار محدود شده و فرایند، به خطرناک‌ترین عمل در کارگاه‌های فلزکاری تبدیل می‌شود.



مؤثرتر واقع می‌شود. در تصویر، گیره خاصی را می‌بینید که لوله را برای سنگزنی 45° گرفته و به سمت سنگ پیشروی مستمری را مهیا می‌کند.

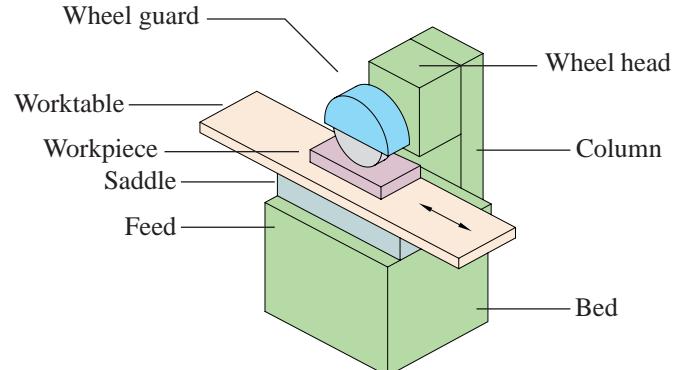


از آنجا که در هر بار سنگزنی برای افزایش کیفیت سطح، مقداری بُراوه از قطعه جدا و از اندازه‌های آن کاسته می‌شود، در دستورات فنی و نقشه‌های صنعتی یک کالا، مقدار مجاز این صافکاری‌ها مشخص شده است.



مثلاً با هر بار تراش سیلندر با ابزارهای دقیق، باید از پیستون بزرگتری برای جذب بودن در سوراخ سیلندر استفاده کرد که به آن پیستون «أُور سایز»¹ (بیش از اندازه)

□ تصویر زیر اجزای مختلف و اصلی یک ماشین سنگزنی را نشان می‌دهد. با کمک مرتبی خود، واژگان آن را به فارسی برگردانید.



از سنگ با دندانه‌بندی باز و دانه‌های درشت برای مواد نرم و از سنگ با دندانه‌بندی متراکم و ریزدانه برای مواد سخت استفاده می‌شود.



از آنجا که ممکن است در جریان سنگزنی، بخش‌هایی از گیره کارگاهی رومیزی در تماس با سنگ آسیب بیند یا از برخورد سنگ با آن، سنگ سنباده شکسته و به این سو و آن سو پرتاب شود، معمولاً در پایه دستگاه‌های سنگ از میزهای الکترونیکی و مغناطیسی بهره می‌گیرند که البته ظرفیت پذیرش وزن زیادی را ندارند. اما گاهی استفاده از گیره‌های کوچک و ابتکاری در انجام فرایند و سهولت آن

¹ over size

فرچه‌های صافکاری خود در دو نوع فرچهٔ سیمی برای خشن‌تراشی و زنگزدایی سطح فلزات و نیز فرچه پلاستیکی با الیاف بلند از جنس مواد مصنوعی با درجه زبری‌های مختلف ساخته شده‌اند.



میزان فشردگی و تراکم رشته‌ها، طول رشته، قدرت انعطاف رشته که از جنس الیاف سرچشممه می‌گیرد و بالاخره قدرت پشتیبان رشته‌های فرچه تعیین‌کننده میزان تأثیر و براده‌چینی ظرفیت آن از سطوح قطعات کار است.

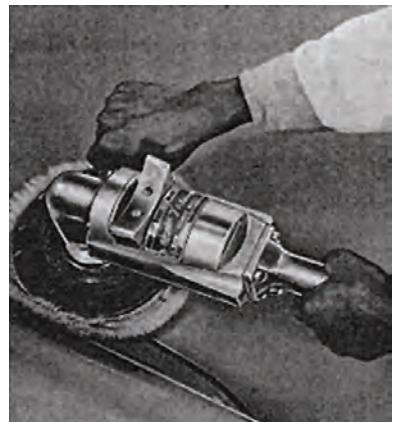


ضعف اصلی فرایند پرداخت با فرچه‌های برقی و دستی، عدم کنترل دقیق بر روی حرکت رشته‌ها و نیز عدم کارایی ابزار فرچه در قسمت‌های دور از دسترس قطعات

گفته و بر فراز تاج آن تعداد دفعات سنگزنی سیلندر را مشخص کرده‌اند.

چنانچه مقدار براهدبرداری لازم برای صافکاری سطح کمتر از حداقل مقدار آن در فرایندهای سنگزنی باشد، و یا اصولاً موادی که لازم است صافکاری شوند، فلزی نبوده و با سنگزنی سازگار نباشند، دیگر نمی‌توان این فرایند را برای صافکاری آنها تجویز کرد و ذرات ماسه را با سطح درگیر کرد. در چنین مواردی مانند صافکاری سطح بتونه کاری شده یک خودرو (قبل از نقاشی) در صورت استفاده از سنگ سنباده، خلل و فرج سنگ به سرعت با ذرات خمیر بتونه یا ماده غیر فلزی پر شده و سنگ اصطلاحاً پُر یا کور می‌گردد.

در این گونه موارد باید از دیسک‌ها و صفحات پُرزداری که از تماس آنها با سطح، خراش قابل روئیتی در آن ایجاد نمی‌شود استفاده کرد.



همچنین با رعایت دقیق و احتیاط می‌توان به جای حرکت سنباده بر روی قطعات، قطعه را (در مواردی که ابعاد آن کوچک است) بر روی صفحه ساینده، حرکت داده و مالید.



گاهی این عمل باعث ساییده شدن انگشتان به سنباده شده و ایجاد ناراحتی یا عفونت می‌کند. بهویژه هنگامی که شماره ذرات سنباده (مش)^۱ بالا بوده و اصطلاحاً سنباده نرم یا ریز باشد. و یا هنگامی که از سنباده‌زنی «تر» یعنی خیساندن مستمر قطعه با آب یا اسید رقیق شده موسوم به اسید H^۲ با قابلیت خورندگی فلزی استفاده می‌کنیم. در تصویر زیر یک ماشین سنباده‌زنی با دو دیسک گردان متفاوت را مشاهده می‌کنید.



^۱. میزان ذرات یا حفره‌های سطح در یک میلی متر مربع از سطح:

Mesh

^۲. اسیدی برای خوردگی و نمایانشدن مرز دانه‌های فلزی H Asid

است. زیرا فرچه‌ها را معمولاً^۳ بر روی دریل‌های دستی سوار می‌کنند و یا از ابزاری با همان ابعاد و همان تکنیک بهره می‌گیرند که این در کنار فرمان ناپذیری رشته‌ها از صنعتگر، فرایند فرچه‌زنی را دشوار می‌کند. به همین منظور صنعتگران به دنبال توسعه تکنیک‌های سنباده‌زنی به صورت استفاده از ورقه‌های نازک ماسه کوب شده رفتند.



چنانکه در تصاویر مشاهده می‌کنید از «کاغذ سنباده»^۴ با انعطافی که دارد می‌توان در اشکال مختلف و برای سایه‌زنی در سطوح قطعات کار یا هموار کردن شیب‌ها و قوس‌ها استفاده کرد.

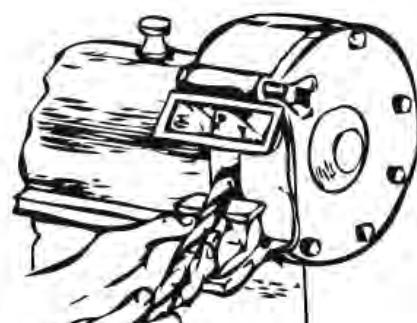
فرار سنباده از دست به هنگام کار، از مشکلات کاربران سنباده است که این مسئله را می‌توان با پیچاندن آن به دور دست یا انگشت و یا لوله کردن سنباده، حل کرد.



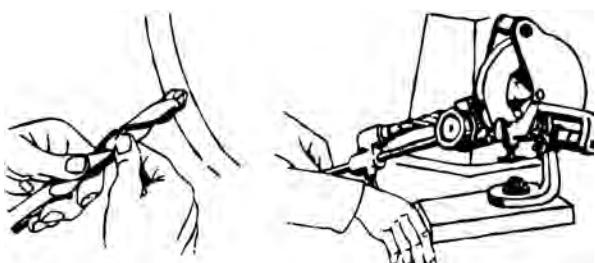
³. Emery paper

۹-۳ ابزار تیز کنی

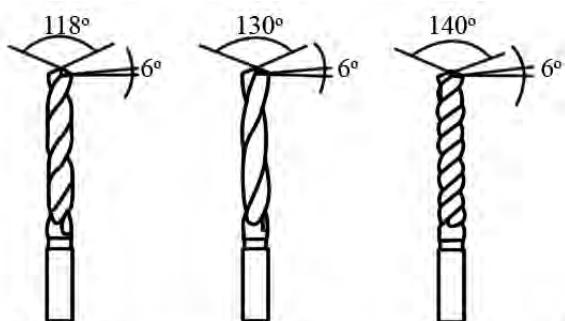
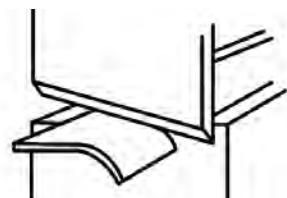
در این هنگام باید با اتکاء به مهارت ابزار تیز کنی و به صورت دستی و یا با استفاده از تجهیزات ساده مکانیکی، ابزار براده برداری را با زاویه خاص به سنگ سنباده دیواری یا ماشینی نزدیک کرده و زوایای رنده، قلم یا مته تراشکاری را بازسازی و احیا کرد. این کار در ابتدا ساده به نظر می‌رسد، ولی در اوّلین تماس ابزار یا سنگ متوجه دشواری اثربذیری فولاد تُن‌دیر از ذرات ریز ساینده می‌شود.



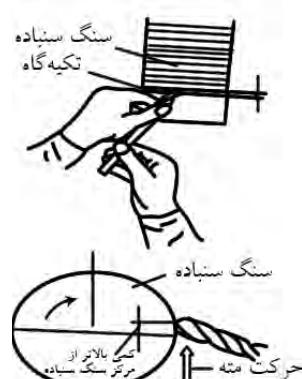
در تصویر زیر شبیه‌سازی حرکت دست یک کارگر ماهر به هنگام مته تیز کردن، و ساخت دستگاهی برای انجام ساده این عمل را ملاحظه می‌کنید.



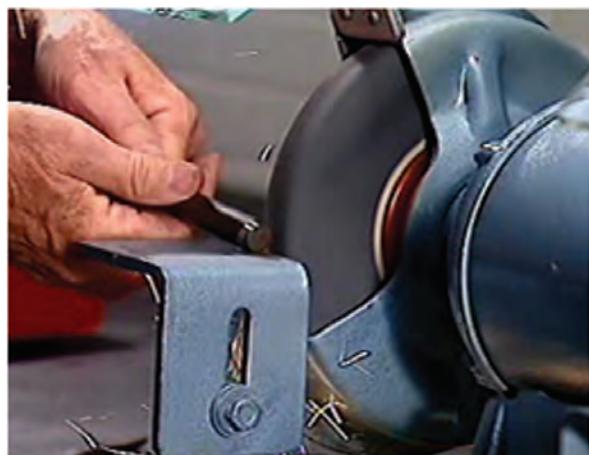
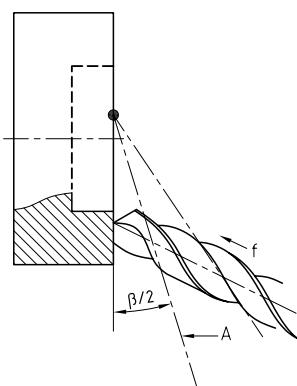
یکی از مهم‌ترین مباحث صافکاری یا کارکردن با سنگ سنباده، تیز کردن ابزارهایی است که خود از جنس فلزات سخت و تُن‌دیر ساخته شده‌اند. چنانکه به خاطر دارید شرط نفوذ یک گوه در قطعه خاص سخت تریبوند جنس گوه و داشتن زاویه‌های مناسب بر روی آن بود. اما در اثر کار مستمر گوه‌ها زوایا و سطوح ابزارهای براده برداری دچار سایش (از پهلو) یا فرسایش (از بالا یا جلو لبه به پایین) می‌شوند. مثلاً مته‌ها در اثر کار به تدریج از نظر زاویه رأس و برندگی دو لبه تراش خود دچار افت شده به هنگام کار مرتب به جای براده برداری داغ و سرخ می‌شوند.



مته برای سوراخ کاری
فولاد سخت، برقی و برتن فولاد و چدن
آلومینیم و مس



از آنجا که ابزارهای برادهبرداری با زوایای خاص و جنس بسیار محکم خود، اصولاً برای نفوذ سریع و قدرتمند به قطعات کار طراحی و ساخته شده‌اند، به هنگام نزدیک کردن آنها به سنگ سنباده سعی کنید که فشار دست و ابزار را در تمام پهناهی سنگ تقسیم کرده از فشار ناگهانی و مرکزی به سنگ پرهیز کنید. ابزار باید همواره به صورت اریب با سنگ مماس شود.



ساده‌ترین شاخص برای بررسی درستی کار به هنگام ابزارتیزکنی بررسی شکست نور از سطح سنگ‌خوردۀ در مقابل نور کافی است. چنانکه می‌دانید، رندۀ‌ها و قلم‌ها با یک لبه برندۀ و متۀ‌ها با دو لبه برندۀ با قطعات کار در گیر شده و براده‌برداری می‌کنند. این لبه‌ها دارای مشخصات ثبت‌شده و استانداردی هستند که بر اساس آن جداول

در واقع هدف تنها صافکاری نیست بلکه مانند مثال کلیدسازی، احیاء سطحی است که بتواند اهداف مکانیکی قبلی خود را به درستی دنبال کند. در نتیجه، بحث «ابزارتیزکنی» از نظر اهمیّت موضوع، کاملاً مستقل شده و توسعه یافته است.

در تصاویر زیر، تجهیزات خاص ابزارتیزکنی را مشاهده می‌کنید، که به دلیل حساسیت بالای آنها و ارتقاء تکنولوژی ساخت سنگ مخصوص ابزارتیزکنی یا حسگرها بازرسی در طول فرایند، نباید از این دستگاه‌ها در صافکاری تجهیزات و قطعات غیر ابزاری استفاده کرد.



را مشاهده می‌کنید. برای این کار باید از شیار مته بهره گرفت.



دستور کار چنین است که با قرار دادن انگشت اشاره دست چپ یا بخشی از آن در شیار مته، با دست دیگر

استاندارد، شابلون‌های مقایسه و کترل ساخته و در دسترس قرار گرفته است. بنابراین ابزار تیزکنی فقط باید در حضور این شابلون‌ها و با بررسی مکرر انجام شود.



در تصاویر بعدی شیوه هدایت مته‌ها به آرامی به سمت سنگ سنباده در حین فرایند تیزکنی یا «چاق کردن مته»

چنانچه زاویه نامتقارنی ایجاد کنیم، باید با احتیاط و شکیابی و مطابق تصویر، متنه را به صورت عمودی با فشار نه چندان زیاد به سنگ گرفته و پس از صاف کردن نوک آن و از بین بردن زاویه رأس، عمل ساخت زاویه رأس را مجدداً انجام دهیم.



در نبود شابلون‌های مخصوص بازرسی، با استفاده از سه‌نظام و مرغک دستگاه تراش، می‌توان به نقص‌های احتمالی و میزان ناهمانگی دو لبه متنه تیز شده پی بُرد.



برای بروز یک سانحه جبران‌ناپذیر کافی است با همراه داشتن وسایل اضافی از حرکت سریع سنگ در قاییدن آنها غفلت کنیم.

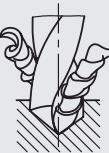
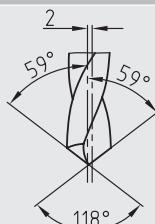
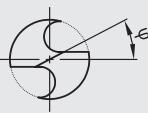
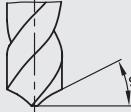
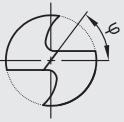
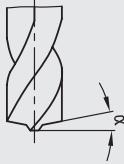
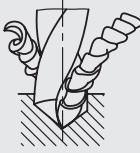
اقدام به چرخاندن و شبیه‌سازی عمل سوراخ‌کاری توسط متنه می‌کنیم.



اگر در این هنگام یکی از لبه‌های برنده متنه کاملاً با سنگ مماس باشد، با مقداری فشار و چرخش همزمان و هموار بر سطح برش متنه، یک مسیر برشی جدید و تازه با قوس ملایم و نه چندان محسوس در پشت لبه برنده مذکور ایجاد می‌شود. با تکرار این عمل بر روی سطح لبه برنده دیگر و مقایسه مرتب این دو، ضمن حفظ زاویه رأس متنه و حفظ مرکزیت رأس آن، سطوح برشی جدیدی به وجود می‌آید و متنه تیز می‌شود.



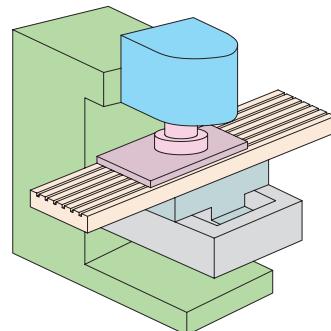
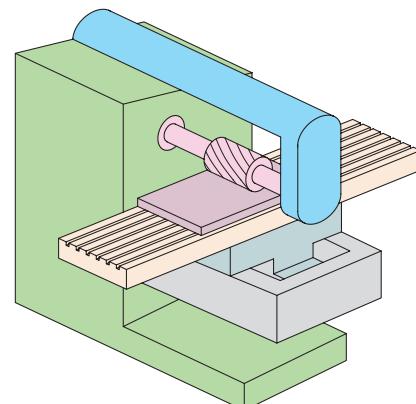
چنانکه قبل نیز اشاره شد، در اثر عدم وجود تجربه کافی در تیز کردن مته، عیوبی در نوک تیز شده آن و در نتیجه در فرایند سوراخ کاری با متنه معیوب بروز می کند که اطلاع از جزئیات آنها شما را در تشخیص صحیح یا غیر صحیح بودن عملیات ابزار تیز کنی، همراهی می کند. نمونه این جزئیات را می توان در جدول زیر ملاحظه کرد.

در نتیجه	متنه با دست و اشتباه تیز شده
 <p>سطح مقطع براده ها نابرابر هستند دوام متنه کم شده و بعضی اوقات موجب شکستن متنه می شود قطر سوراخ بزرگ تر از اندازه اسمی متنه می شود</p>	 <p>رأس متنه خارج از مرکز طول لبه های برنده نامساوی زوایای لبه های برنده نسبت به محور برابر</p>
 <p>سطح مقطع براده ها خیلی نابرابر هستند نیروهای وارد بر لبه های برنده کاملا نابرابر و اغلب منجر به لرزش و شکستن متنه در داخل کادر می شود قطر سوراخ بزرگ تر از اندازه اسمی متنه می شود</p>	 <p>رأس متنه خارج از مرکز طول لبه های برنده نامساوی زوایای لبه های برنده نسبت به محور نابرابر</p>
 <p>فقط یک لبه برنده عمل می کند متنه سریع تر کند شده و احتمال شکستن آن بالا می رود سوراخ کاملا گرد در نمی آید</p>	 <p>رأس متنه در مرکز زوایای لبه های برنده نسبت به محور نابرابر</p>
 <p>زاویه گوه زیاد و زاویه لبه برنده عرضی متنه کم می شود نیروی لازم برای براده برداری افزایش می یابد زمان سوراخ کاری زیاد شده و احتمال شکستن متنه بالا می رود</p>	 <p>زاویه آزاد متنه کوچک شده</p>
 <p>زاویه گوه کم و زاویه لبه برنده عرضی متنه زیاد می شود لبه برنده زودتر کند می شود متنه قلاب می کند و در داخل کادر می شکند</p>	 <p>زاویه آزاد متنه بزرگ شده</p>
در نتیجه	متنه با دستگاه و بدون اشتباه تیز شده
 <p>متنه بدون لرزش و صحیح کار می کند کار اصولی و سوراخ کاری کاملا اقتصادی انجام می شود</p>	 <p>تمامی زوایا و طول لبه های برنده صحیح هستند</p>

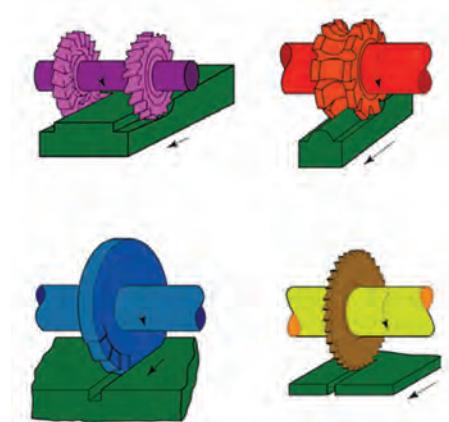
در تصاویر زیر، سنگ‌های ابزار تیزکنی برای تیزکردن تیغه فرز، برقو و تیغه‌اره دیسکی را مشاهده می‌کنید.



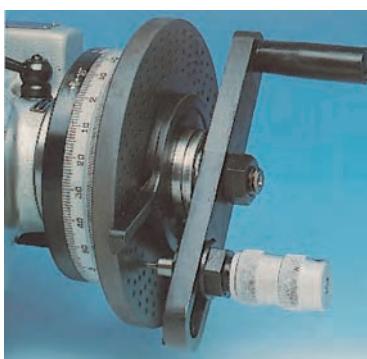
علاوه بر آن دستگاه هرگز ابزار را به پهلوی سنگ نمی‌گیرد. زیرا این کار غیر اصولی بوده، حرارت زیادی را در نقاطی که شعاع دوران کمتری دارند، ایجاد می‌کند و ممکن است به شکستن سنگ منجر شود.



نکته دیگر آنکه با توجه به تفاوت و تنوع زیاد شکل ظاهری ابزارهای براده‌برداری، گاهی باید سنگ سنباده را علاوه بر ساخت با هدف ابزار تیزکنی، اصولاً برای ابزار خاصی ساخت.



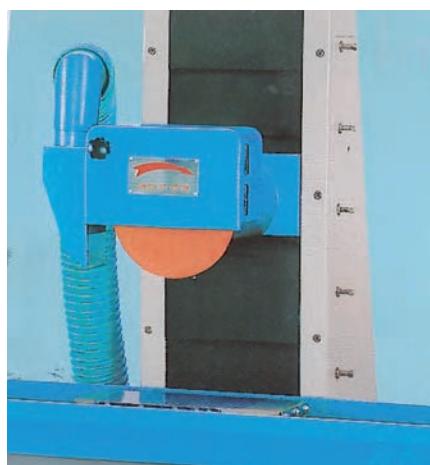
از آنجا که اغلب ابزارهای چندلبه‌ای مدور و دارای تقارن هندسی در مکان لبه‌های برنده هستند، به هنگام ساخت یا تیزکردن آنها، باید از یک سیستم مکانیکی خاص برای چرخش ترتیبی و کاملاً مساوی سه‌نظام قطعه‌گیر استفاده شود. این سیستم که قبلاً نیز با آن آشنا شده‌اید تایکوپ یا قیچی نامیده می‌شود. برای سنگزنانی یک تیغه مانند تصویر، پس از بستن آن در سه‌نظام دستگاه ابزارتیزکنی (به کمک محور ابزارگیر)، قیچی تایکوپ را بر اساس تعداد لبه‌های برنده روی محیط ابزار تنظیم می‌کنند. با این عمل در چرخش ترتیبی سه‌نظام قطعه‌گیر سنگ سنباده فرصت مساوی برای تماس با تک‌تک لبه‌ها را پیدا کرده و آنها را تیز می‌کند.



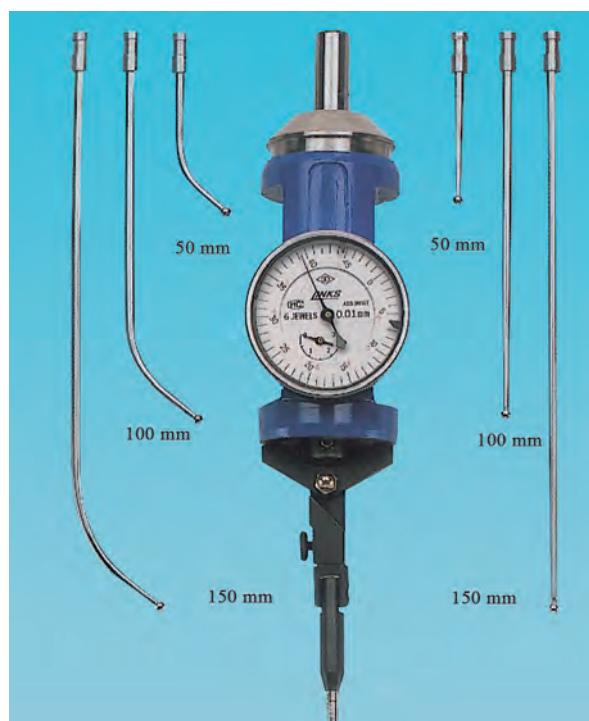
■ با تهیه چند عدد متئه مستعمل (ترجیحاً با قطرهای بیش از 16mm)، زیر نظر مربی خود تیزکردن متئه را تمرین کنید. پس از هر بار تیزکردن متئه آن را با آب صابون سرد کرده و با شابلون یا حداقل خطکش‌های فلزی چک کنید. رأس متئه باید از مرکز متئه خارج شده باشد. در این صورت سوراخ حاصل از سوراخ‌کاری با چنین متئه‌ای حتماً قطرورتر از اندازه اسمی قطر متئه خواهد شد. سنگ سنباده ماشین‌آلات ابزارتیزکنی را اغلب به صورت کاسه‌ای و توخالی می‌سازند تا عمل خنکسازی سنگ از داخل با تهویه هوا انجام پذیرد.



کیلوگرم هم می‌رسد که شکستن چنین وزنه‌ای با سرعت یادشده به انفجار یک خمپاره با ترکش‌های فراوان شبیه خواهد بود. بنابراین از سنگ سنباده‌های نصب شده در تجهیزات استاندارد استفاده کنید. که در آنها مجاری آب صابون سالم و فعال بوده، سنگ دارای روکش محافظ باشد. جهت چرخش سنگ باید بر روی این روکش مشخص شده باشد.



پس از اتمام کار سنگزنی و صافکاری با استفاده از تجهیزات ساده اندازه‌گیری مانند کولیس یا میکرومتر و یا تجهیزات بسیار پیشرفته بازرسی سطح و ابعاد نظیر دستگاه CMM، از صحبت فرایнд سنگزنی یا ابزار تیزکنی، اطمینان حاصل می‌کنند. در تصویر زیر ناخنک‌ها یا سوزن‌های مختلف حسگر یک دستگاه CMM را مشاهده می‌کنید.



۹-۴ موارد ایمنی

چنانکه گفته شده است، فرایند سنگزنی به دلیل نیروی برآده برداری بسیار زیاد، فشار بالای سیالات خنک‌کننده و سرعت دوران بسیار بالای سنگ که گاه تا ۵۰/۰۰۰ RPM (پنجاه هزار دور بر دقیقه) می‌رسد، خطرناک‌ترین فرایند و ماشین‌آلات آن نیز پر خطرترین تجهیزات و ماشین‌های برآده برداری به شمار می‌رودند.

علاوه بر این وزن برخی از این سنگ‌ها، گاه تا هفتاد

استاندارد تجهیزات سنگزنی و بهویژه ابزار تیزکنی به آنها اشاره دارد.

اما مجهزبودن تجهیزات نمی‌تواند توجیه خوبی برای استفاده نکردن از وسایل امنیتی شخصی مانند عینک محافظ و دستکش کار باشد.



اگر از لحظه‌ای که ابزارهای ساده کارگاهی مانند انبردست و سوهان را به دست می‌گیرید، خود را وادر به حس کردن از پس پارچه‌های ایمن کنید، در کار با تجهیزات خطرناک به بهانه عدم لمس و احساس درست از سطوح از پوشیدن دستکش پرهیز نخواهید کرد.



از سوی دیگر به هنگام پرداخت سطوح با استفاده از سنگ سنباده یا کاغذ آن و نیز فرچه‌های سیمی و لیفی، غبار و بُراده‌های بسیار ریز و بسیار خطرناکی از سطح قطعه کار جدا می‌شود که مجاری تنفسی و پوست شمارا

در تصویر زیر یک ماشین سنگزنی مجهز به در «ایترلاک»^۱ را مشاهده می‌کنید.



ماشین آلات مجهز به سپرهای «ایترلاک» تنها هنگامی شروع به کار می‌کنند که سپر ایترلاک آنها جلوی ابزار را گرفته و امنیت کاربر را تأمین کرده باشد.



لزوم داشتن تهویه مطبوع قوی و فعال چراغ روشنایی و خطکش‌های سالم و دقیق از موارد دیگری است که

1. Enter lock

چرا که در لحظه تماس قطعات کار با سنگ‌ها به ویژه هنگامی که نیروی واردی قدری زیاد است، کوچک‌ترین پستی یا بلندی در سطح قطعه کار یا سنگ، تمرکز و تعادل شما را به هم می‌زند و حادثه می‌آفیند. در کار با سنگ‌های دیواری، هرگز برای مماس کردن قطعه کار با سنگ از وسایل نامطمئن و واسطه‌های عمومی مانند انبردست، دمباریک و... استفاده نکنید. به جای این کار از اتصالات موقت پیچ و مهره‌ای و کلافها و بسته‌ها استفاده کنید.



سنگ‌های فرز (تیغه‌های نازک ماسه‌ای) خطرناک‌ترین ابزار خانواده سنگ‌ها و در نتیجه حادثه‌سازترین ابزار کارگاه‌های فلز کاری‌اند. حتی شدت پرتاب براده‌ها و

تهدید می‌کند. در حالی که به سادگی می‌توان غبارهای کارگاهی را توسط هودها به بیرون محل کار هدایت کرد و براده‌های آلوده را با تدبیری (مانند استفاده از آهنربای) در یکجا جمع‌آوری کرد.



قاییده‌شدن ابزار یا دست به هنگام سنگزنی از شایع‌ترین حوادث گزارش شده در کار با سنگ دیواری است. بنابراین ضمن پوشیدن لباس‌های کاملاً جذب و بسته از به همراه داشتن ساعت، انگشت‌تری یا زیورآلات آویزان به هنگام کار با سنگ‌ها جداً پرهیز کنید



شنوایی در محیط پُر خطر کارگاه برای لحظاتی محروم می‌سازد. بنابراین این عمل را در مکان مناسبی انجام دهید.

□ آیا با توجه به تصاویر، ایده‌ای برای ابزارهای سنگزنه ساده‌تر به ذهن شما می‌رسد؟



جرقهای آتشین از این ابزار به راحتی می‌تواند حادثه آتش‌سوزی یا صدمات مکانیکی ایجاد کند.

قبل از تجربه تماس سنگفرز دستی با قطعات کار حتماً چندین بار این ابزار حادثه‌آفرین را بدون تماس دادن با اشیاء روشن کرده و در حالت‌های مختلف بدن، مهار کنید.



به هنگام کار با سنگفرز دستی زیر نظر مربی خود لحظه‌ای تردید در موقعیت دست‌ها و بازوها و تلاش برای تغییر این موقعیت‌ها با رهاسازی سنگ، مطمئناً به فاجعه می‌انجامد. بنابراین به محض احساس خستگی، ابزار را خاموش کرده و استراحت کنید. صدای آزاردهنده این ابزار علاوه بر صدمه مستقیم شما را از داشتن حس



دستور کار

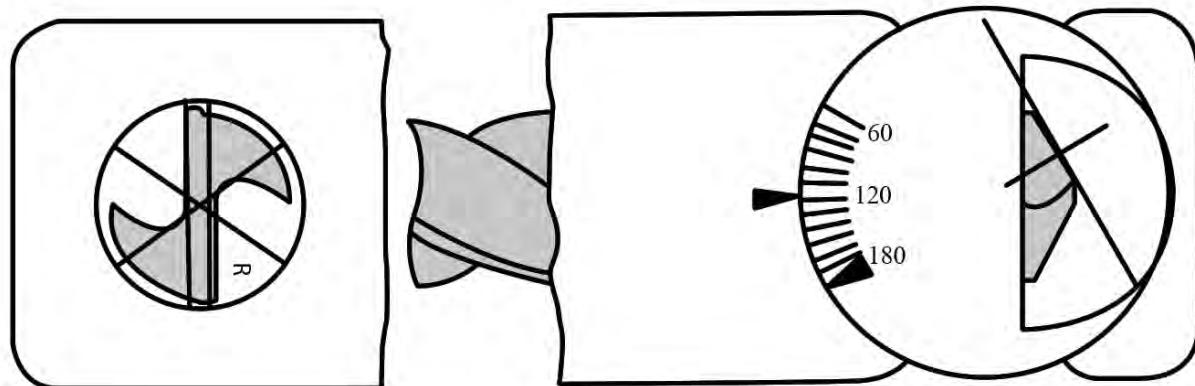
سنگزندی و پولیش

* با استفاده از فرچه‌های سیمی، برخی صفحات یا ابزارهای صفحه‌دار و دیسکی را پرداخت بزنید. سپس تجربیات خود در استفاده از فرچه و نحوه کنترل سایه‌های حاصل از آن را بروی کاغذ آورده به استاد ارائه دهید.

* با استفاده از سنباده‌های متفاوت موجود در بازار، به پرداخت و زنگزدایی ابزارآلات کارگاهی بپردازید. آیا هر نوع کاغذ سنباده‌ای برای این کار مناسب است؟ شماره کاغذ و درجه زبری آن را با نتیجه کار حاصل از استفاده آن جدول‌بندی کنید.



* در یک کارگروهی، ایده‌ای را برای ساخت شابلون بازرسی مته طراحی و آن را با استفاده از مواد سبک و قابل ظرفیت کاری بسازید. سپس نتیجه بازرسی مته با آن را با بازرسی توسط شابلون‌های استاندارد مقایسه کنید.





* در اجرای پروژه پایانی کتاب فلزکاری به شماره پروژه (۴۰)، از یک تخته‌سیاه در پس زمینه عکس‌برداری از یک گیره کارگاهی استفاده کنید. سپس با بستن قطعاتی از جنس فلزات مختلف به گیره و سنگ‌زنی آنها، انواع جرقه‌های ایجادشده را عکس‌برداری کرده به انضمام نام فلز سنگ‌خورده، جدول‌بندی کنید.

* با استفاده از سنگ‌های انگشتی موجود در جعبه دریل‌های ساده خانگی، تعدادی قطعه سوراخ‌دار را سنگ زده و میزان برآده برداری خود را از اندازه قبلی سوراخ گزارش کنید. چطور می‌توان با کمک دریل دستی مجهر به سنگ، به سطح کاملاً صاف و همواری دست یافت؟

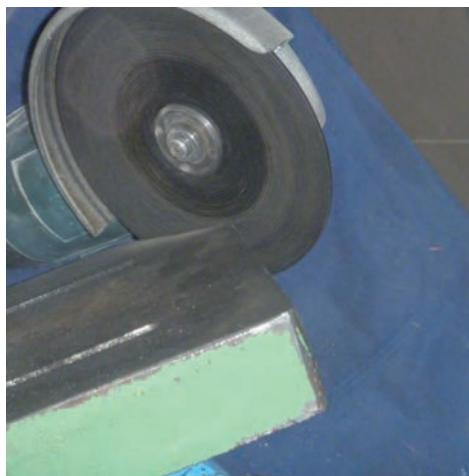


آیا می‌توان یک الحاقی برای ثابت نگه‌داشتن موقعیت دریل در هنگام سنگ‌زنی پیشنهاد کرد؟



مراقب باشید که کناره‌های سنگ مدت طولانی با قطعه در تماس و اصطکاک نباشند زیرا این عمل به افزایش حرارت و شکست سنگ منجر می‌شود.

مراقب باشید که در مسیر انجام این پروژه با استفاده از سنگفرز دستی، مرتكب اشتباهاتی از قبیل بستن نادرست و نامطمئن قطعه در گیره یا زاویه نامناسب بدن و یا عکسبرداری هم‌گروه در مسیر پرتاب جرقه‌ها و... نشود.



همچنین باید دانست که جرقه‌های فلزی تا چهار سال می‌توانند انرژی خود را حفظ کنند. بنابراین سنگزنی با لباس آغشته به مواد نفتی یا روغنی، به احتمال زیاد می‌تواند به آتش گرفتن لباس منجر شود. شاید شما بلا فاصله توان خاموش کردن آن آتش را داشته باشید. اما آیا سنگفرز هم در آن لحظه خاموش است؟



در کار با سنگفرز دستی از مرتب و بسته‌بودن کامل لباس خود اطمینان حاصل کنید. کمتر از یک دقیقه پاشش مستقیم جرقه‌ها بر روی لباس پلاستیکی (مواد) کافی است تا آن را به آتش بکشد.



ارزشیابی پایانی

◀ نظری

۱. سنگزنی از خطرناک‌ترین فرایندهای ساخت و تولید به شمار می‌آید.

درست نادرست

۲. در جریان سنگزنی، ذرات ماسه در تماس با قطعه کار ساییده شده و از بستر خود جدا می‌شوند.

درست نادرست

۳. اگر چسب سنگ سخت باشد:

الف) عملیات سنگزنی با سرعت بیشتری انجام می‌شود. ب) عملیات سنگزنی با سرعت کمتری انجام می‌شود.

ج) ذرات ماسه کُند شده ولی از سنگ جدا نمی‌شوند. د) ب و ج

۴. برای سنگزنی مواد نرم از سنگ با استفاده می‌شود.

الف) دانه‌بندی ریز درست

ج) دانه‌بندی متوسط درست

۵. روش سنگزنی متدها برای تیزکردن نوک مته را تشریح کنید.

۶. دو نکته ایمنی در کار با سنگ‌فرز دستی را بیان کنید.

واحد کار دهم: ف (سرهم‌بندی)

هدف کلی: تقویت سطح و سرهم‌بندی سطوح

زمان			عنوان توانایی
جمع	عملی	نظری	
۴۴	۲۴	۲۰	توانایی توسعه طرح‌ها و مونتاژ قطعات

توانایی تکمیل کاری و مونتاژ

◀ پس از آموزش این توانایی، از فرآگیر انتظار می‌رود:

- «فرایند تکمیل» را تشریح کرده تفاوت آن را با «تکمیل فرایند» بیان کند.
- برای «تکمیل پذیر بودن» یک ایده صنعتی، مثالی را بیان کند.
- شرایط امتیاز بالاتر یک ایده نسبت به ایده دیگر را نام ببرد.
- مفهوم «تولرانس» و «تولرانس انطباق» را بیان کند و بر آنها مثالی بزنند.
- مفاهیم «صیقل کاری و آبی کاری» را شرح دهد.
- علت نیاز برخی قطعات به آب کاری را بیان کند.
- روش‌های رنگ‌زنی و نقاشی قطعات صنعتی را بیان کند.
- اتصالات دائم و موقت را با هم مقایسه کند و برای هریک مثالی بزنند.
- مفهوم «چک لیست» را در کارگاه فلزکاری شرح دهد.

پیش آزمون

۱. بهترین ایده صنعتی، ایده‌ای است که قابل تغییر نباشد.

درست نادرست

۲. «خطای» به وجود آمده در ساخت قطعات صنعتی، باید مجاز شناخته شود.

درست نادرست

۳. در نظر گرفتن محدوده‌ای از خطا برای ساخت یک قطعه، به عنوان «خطای مجاز»:

الف) باعث تقویت ایده در طراحی قطعه می‌شود ب) باعث تقویت ایده انتخاب ابزار درست می‌شود

ج) باعث تقویت ایده در انتخاب روش ساخت می‌شود د) همه موارد

۴. برای انطباق دو قطعه (سوراخ و میله) بر یکدیگر:

الف) تنها یک روش و حالت وجود دارد ب) تعداد حالات و روش‌های مشخصی شناخته نشده است

ج) هفت حالت مختلف وجود دارد د) هیچ‌کدام

۵. برای تقویت استحکام پیچ‌های خودکار، آنها را می‌کنند.

الف) آب‌کاری ب) آبی‌کاری

ج) لاک‌زنی د) صیقل‌کاری

۶. اتصال پیچ و مهره جزو روش‌های اتصال است.

الف) دائم ب) نیمه‌وقت

ج) موقت د) متغیر

۷. دو روش اصلی جوشکاری را بیان کنید.

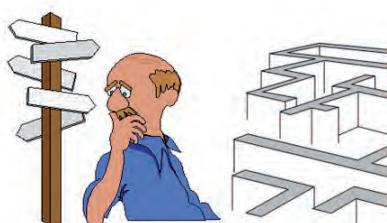


روش ولی به صورت سریع و دقیق‌تر انجام می‌پذیرد.



اکنون تمامی مراحلی که به‌هنگام ساخت، صاف‌کاری، مونتاژ و انطباق اجزاء به صورت واقعی برای رسیدن به طرح اولیه و اجزاء آن همراه با تغییرات طی می‌شود، فرایند «تمییز کاری» گفته می‌شود. این مفهوم با نام محصول نهایی مثلاً «ساخت ساعت» شناخته شده و با عنوان «پروسه^۱ (فرایند) ساخت ساعت» یا هر کالای دیگر به صورت طرح بیان می‌شود.

چنانچه کالا، تک جزئی باشد، تمییز کاری شامل فرایند ساخت خواهد شد و اگر کالا از چند قسمت مجزا تشکیل شده باشد، مونتاژ و سرهمندی اجزا را نیز باید به تمییز کاری آنها افزود.



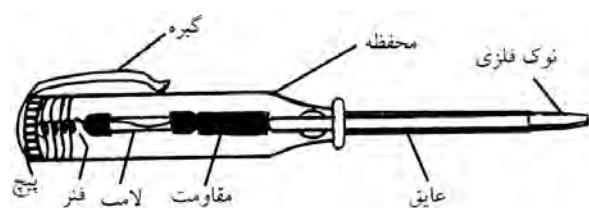
۱. Process

۱۰-۱ مفهوم «تمییز کاری» و فرایند تمییز

❑ قسمت‌های مختلف موتوری دیزلی در تصویر زیر با رنگ‌های مختلف از هم جدا شده‌اند. چند جزء در این تصویر قابل تشخیص هستند؟ چه اجزایی به روی یکدیگر سوار شده و روی توی هم نشسته‌اند؟



معمولًاً اولین گام پس از نوشتن و ترسیم خواسته‌ها و نیازهای صنعتی بر روی کاغذ توسط طراح، ترسیم شکل کلی محصولی است که بتواند به آن نیاز پاسخ دهد. درست در همین تصویر به تدریج اجزاء به صورت دستی مشخص شده و شکل و جنس آنها نیز احتمالاً تعیین می‌گردند.



در مهندسی معکوس (تهیه نقشه از روی قطعه موجود) نیز با داشتن محصول نهایی و جداسازی اجزای آن، همین

با توجه به مطالب فوق «فرایند تکمیل» جدا از «تکمیل فرایند ساخت» در کارگاه‌ها و کارخانه‌های صنعتی، به صورت یک واحد مستقل با وظیفه رفع نواقص و بهبود شرایط کاری با توجه به تحقیقات وسیع اجتماعی و فنی برای قطعات کار درآمده و عنوان واحد «تحقیق و توسعه^۱» را به خود اختصاص داده است.

نمونه واضح و ملموسی از تأثیر عملکرد واحد «تحقیق و توسعه» بر ساخت قطعات صنعتی، اسلحه‌سازی است که بازخوردهای آن بهدلیل حساسیت جنگ‌ها، سریعتر از دیگر محصولات گزارش می‌شود و در نتیجه تغییرات سریع آن با تغییر سیستم‌های غیرمکانیکی مانند قطعات الکترونیکی و علم رایانه یا نرمافزارها قابل مقایسه یا رقابت است.



گاهی ارتقاء کیفیت یا کاربری یک کالای تک‌جزئی نیز «تکمیل» آن جزء به حساب می‌آید. مثلاً شیارهایی که اخیراً بر پشت قاشق‌های سرامیکی و سنگین ایجاد شده تا از سُرخوردگی آنها به درون ظرف غذا یا بیرون ممانعت کند، نوعی «فرایند تکمیل» و ارتقاء محسوب می‌شود که با «فرایند تکمیل ساخت» متفاوت است و به آن «توسعه^۱» نیز گفته می‌شود.



این «توسعه» حتماً باید براساس «تحقیقاتی» باشد که بر روی مزايا و معایب محصول ساخته شده قبلی انجام شده است. حتی اگر آن محصول یک شیء فلزکاری شده زیستی باشد، باید رضایت مشتری و افزایش این رضایت را به عنوان بازخورد (فیدبک^۲) بازار و شرایط فنی محصول در توسعه ویژگی‌های آن و «تکمیل کاری» دخالت داد.

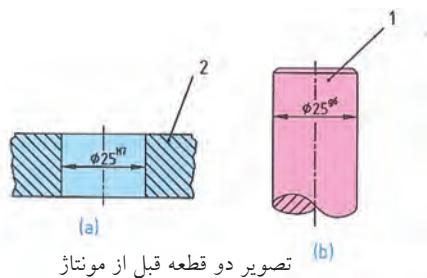


۱. Research & Development (R & D)

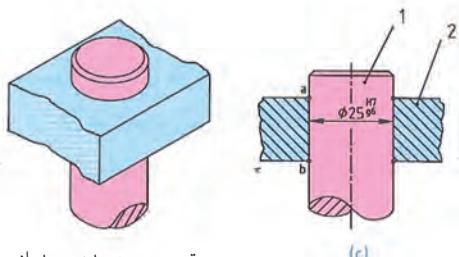
۱. Development

۲. اطلاعات برگشته از مشتری به سازنده: Feedback

□ می خواهیم (مطابق تصویر) چهارپایه مکعبی بازویی را در سوراخ های گرد دیسک جازده و تثیت کنیم. با تحقیق کافی این ایده را توسعه داده به اتصال محکم تری نسبت به شیوه به تصویر درآمده، دست پیدا کنید.

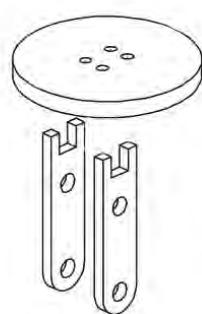


تصویر دو قطعه قبل از مونتاژ



تصویر سه بعدی بعد از مونتاژ

تصویر دو قطعه مونتاژ شده
(در حالت برش)

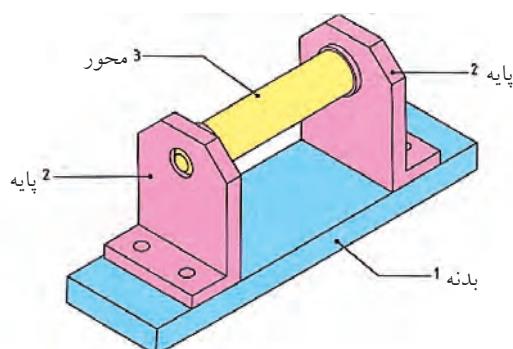


یک نمونه از «فرایند تکمیل» یا توسعه صنعتی را در تصویر زیر و در جازئی دسته این قلاویز گیر (قلاویز گردان) مشاهده می کنید. در این ایده جدید ساقمه فنری که در

چنانکه در تصاویر زیر ملاحظه می شود، اسلحه کمری، با توجه به ضرورت های کاربری سریع، دقیق و ساده آن برای نیروی پلیس یا نگهبان مرزی، باید پیوسته با توجه به آخرین گزارش های تهیه شده از کاربران که اشکالات کار را مشخص می کند، از روی پروفیل های اولیه برش خورده و با نقشه های جدید اره کاری، سوراخ کاری، سوهان کشی، برقوزنی، رزووه کاری و پوشش عایق شود.



بنابر نظر نخبگان صنعت مکانیک، بهترین طرح های مکانیکی، آنهایی است که فضای برای بهبود و ارتقا و «فرایند تکمیل» در آنها باز مانده باشد. مثلاً در تکمیل فرایند ساخت محصولی مطابق تصویر مقابل که پایه محور گردانی را نشان می دهد، هرگونه ابتکار برای تقویت پایه ها و یاتاقان بندی محور به «تکمیل کاری» ایده پایه و ارتقاء کیفی آن منجر می شود. «تکمیل کاری» طرح ها در هنگام مونتاژ قطعات آنها به روی یکدیگر مانند جایگیری میله ها در سوراخ ها، بیشتر بروز می کند.



بنابراین طراح قلاویزگردان با دسته جوشکاری شده، طرح قابل توسعه‌ای ارائه نکرده بود. این مطالب در هنگام ارتقاء علم مکانیک به علم مکاترونیک^۱ (مکانیک + الکترونیک) و ساخت ربات‌های پیشرفته، اصل اساسی امتیازبندی طرح‌ها و ابتکارات بشمار می‌رود. خاصیت «قابلیت ارتقاء» پس از «تکرارپذیری» که اساسی ترین شرط تولید یک محصول «قابل ساختن» است، دومین امتیاز مهم طرح محسوب می‌شود.



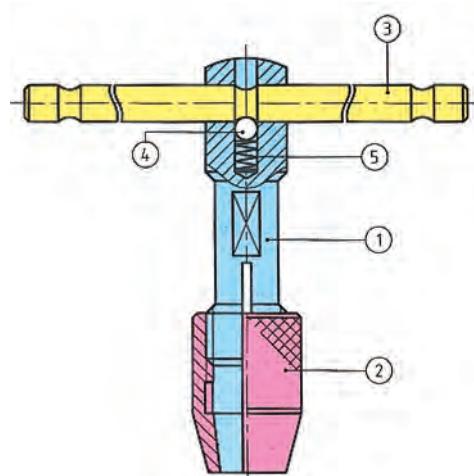
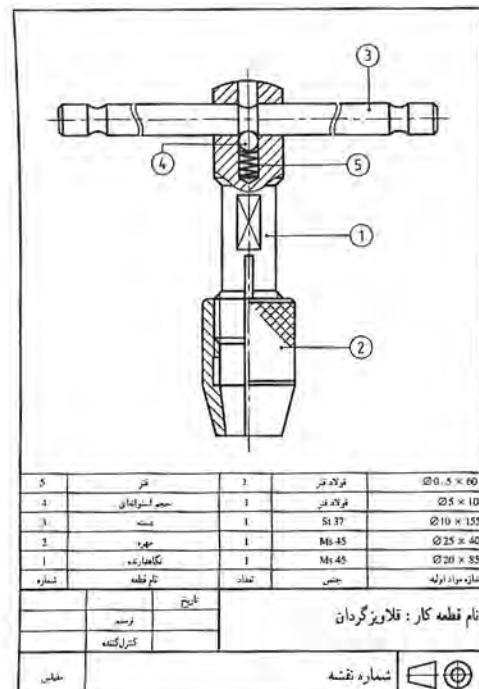
کارگاه‌های فلزکاری خود نیز باید به گونه‌ای ساخته و تجهیز شوند که با افزایش سفارشات ساخت و تنوع فرایندهای قابل انجام در آنها، بتوان تجهیزات بیشتر و کارآمدتری را به داخل آنها آورد و در جای مناسب نشاند. در تصویر زیر این شگرد چیدن یا چیدمان^۲ را مشاهده می‌کنید. همچنین در تصویر دیگر چیزی مناسب و قابل بهبود ابزارآلات کارگاه فلزکاری برای آموزش همزمان چند هنرجو در فضای انداشت کلاسی را مشاهده می‌کنید.



1. Mechatronic (Robotic)

2. Lay out

شیار دسته یا هندل قرارگرفته است، به عنوان ضربه‌گیر و جذب‌کننده شوک^۳‌های مکانیکی ناشی از گیرکردن براده‌ها در رزووه‌ها و خیاره‌های قلاویز عمل کرده تا حد ممکن خطر شکستگی قلاویز را در اثر این فشارها کم می‌کند. در حالی که اگر دسته قلاویز به جای سوراخ کردن بدنه قلاویزگردان و عبور از سوراخ، به آن جوش خورده بود، دیگر این ایده به وجود نمی‌آمد.



3. Shock Absorber

▣ کدام تصویر استفاده صحیح از قیچی‌های «چپ‌بر» و «راست‌بر» را نشان می‌دهد؟

آیا طرح خاص لبه و زاویه آن به سمت پایین یا بالا تأثیری در شناسایی درست قیچی داشته است؟

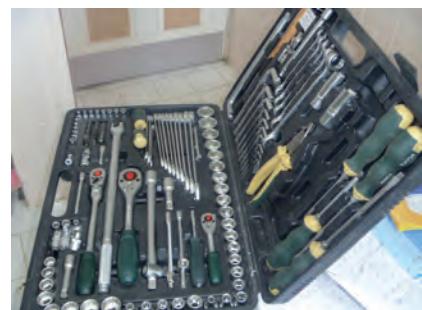


ابزارهایی که با توجه به نیاز خاص و با قابلیت‌های محدود ولی ویژه ساخته می‌شوند، «ابزار مخصوص» نامیده شده و اصلی‌ترین وظیفه بخش «تحقيق و توسعه» در کارخانه‌های ابزارسازی، به طراحی آنها مربوط می‌شود.



در سوی دیگر، طراحی ابزارها و یا ماشین ابزارهایی که از قابلیت‌های بسیار اما مشترک برخوردار باشند،

تکنیک‌های چیدمان در طراحی کیت‌ها و جعبه‌ابزارهای مهندسی که شامل لقمه‌های فراوان ابزارهای استاندارد هستند، به یک زمینه رقابت در بین ابزارسازان مطرح دنیا تبدیل شده است.



پس از «ایده‌پردازی محصول» و «چیدمان مناسب تجهیزات در کارگاه»، زمینه دیگر برای «تحقيق و توسعه» یا R&D در صنعت فلزکاری، آراندی برای توسعه طراحی و کارآمدی «ابزارها» است.

قیچی‌های ورقبری مثال مناسبی برای این زمینه فعالیت هستند که در نمونه‌های امروزی طراحی لبه‌ها و بازوهای اهرمی و حتی سیستم قفل‌کننده و ایمنی، تغییرات محسوسی برای سهولت کاربری داده شده است.



ایدهٔ بی‌نظری این دستگاه وسیله‌ای برای برآهه‌برداری از داخل، برآهه‌برداری از خارج، سوراخ‌کاری مخروط‌تراشی، رزوه‌کاری و حتی جوشکاری به روش اصطکاکی به وجود آورده است که شایسته لقب یونیورسال (همه کاره) خواهد بود.

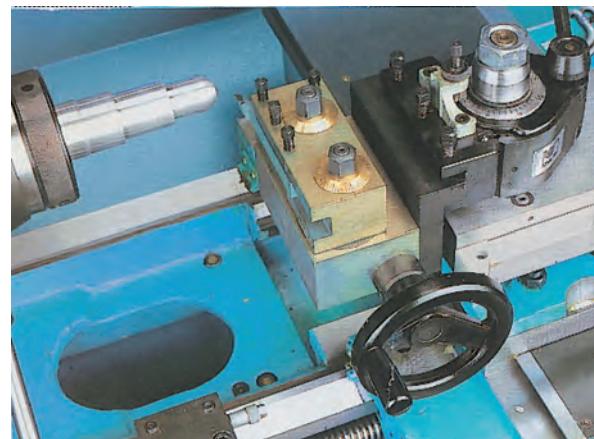
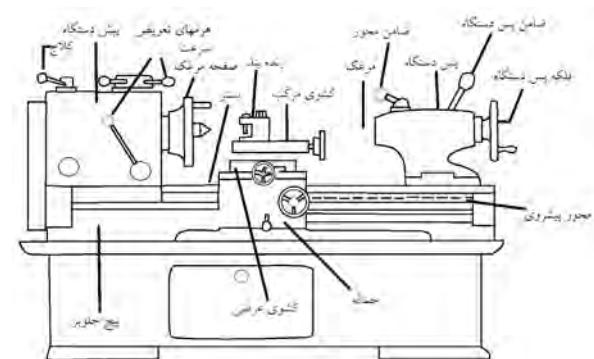
اما با تبدیل شدن کارگاه فلزکاری به کارخانه و میزهای ساده به خط تولید، به تدریج از همه کاره بودن تجهیزات کارگاهی کاسته شده و هر دستگاه به کار خاصی، اختصاصی می‌یابد. در این صورت می‌توان به این دستگاه‌های اختصاصی نام «سلول» را نهاد. بهویژه هنگامی که با استفاده از گیره‌های هوشمند و کنترل الکترونیک، رساندن قطعات کار به ماشین ابزار، چرخش و زاویه‌گذاری و دریافت قطعه تمام شده از دستگاه میسر می‌شود.

حتی اگر با استفاده از ایده دستگاه تراش، فرز یا دریل اقدام به بازسازی یک دستگاه کوچک رومیزی در ابعاد دلخواه کرده باشیم، درواقع یک ماشین ابزار همه کاره را به یک ماشین اختصاصی یا سلول کاری تبدیل کرده‌ایم.



امروزه به مدد کنترل الکترونیک ماشین آلات صنعتی می‌توان برنامه اصلی ساخت و تولید یک محصول (CP) را بگونه‌ای طراحی کرد که فرایندهای مشابه به طور دسته‌بندی شده در داخل یک سلول قابل انجام باشند. به عنوان مثال در کلگی تصویر زیر انواع ابزارهای کار بر

قرار دارد. این ماشین ابزارها را ماشین ابزار «همه کاره»^۱ می‌نامند و مثال روشنی برای آنها، «ماشین تراش» است. اجزای عمومی دستگاه‌های تراش را در تصویر زیر ملاحظه می‌کنید.



¹ universal

یافتن روش مناسبی برای مشخص شدن خطکشی بر روی فلز و پاک نشدن آن در طول فرایند به جای استفاده از مازیک، که منجر به ایده استفاده از کات کبود و سوزن فولادی شد و نیز تقویت زوایای سنبه یا مقاومت آن (به ضربه) از مأموریت‌های واحد «تحقیق و توسعه» بوده است که به روش‌های قابل قبولی از عهده آنها برآمده و به هدف رسیده است.



روی یک سوراخ و میله سازگار برای ساخت سریع یک پیچ و مهره دقیق در یک نوبت چند دقیقه‌ای (در کورس زمانی کمتر از دو دقیقه) تعییه شده است که خود مثال مناسبی از R&D در طراحی ماشین ابزارهاست.



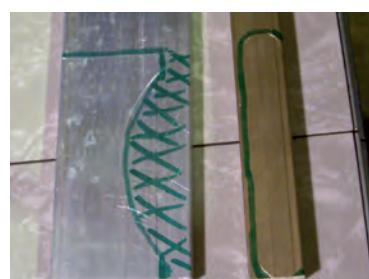
□ با مشاهده تصویر زیر، ایده‌های مختلف و احتمالی که منجر به ساخت و تکمیل ایده کلت‌های شکافدار و فشنگی گیرهای این چنین منجر شده‌اند را به صورت طرح‌های ساده و تکمیل تدریجی بر روی کاغذ ترسیم و با یکدیگر مقایسه کنید.



□ آیا در طول فعالیت خود در کارگاه فلزکاری به تجربه خاص دیگری برای انجام سریع و دقیق‌تر فرایندهای مختلف برش، اندازه‌گذاری، سوهانکاری، سوراخکاری و رزوهزنی دست یافته‌اید؟ آیا بهبود ایده خود و صنعتی کردن آن اندیشیده‌اید؟

□ در مورد روش‌های تحقیق و توسعه (R&D) اطلاعاتی را جمع‌آوری و در کلاس ارائه دهید.

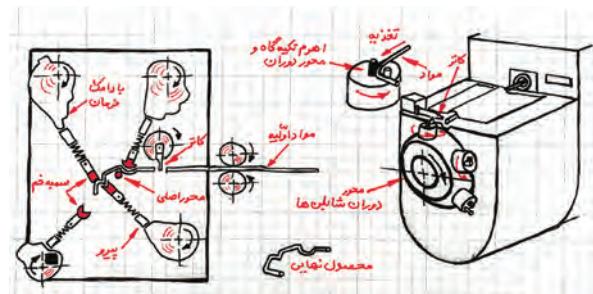
برای تمرین اولیه «تحقیق و توسعه» و مسیر آب به ساده‌ترین فرایند (پروسه) کارگاه فلزکاری که خطکشی و سنبه‌زنی ورق فلزی است، باز می‌گردیم.



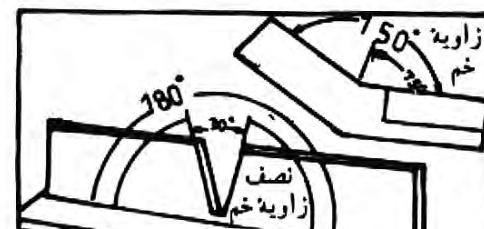
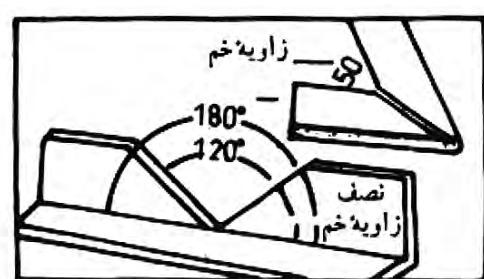
این پروژه ممکن است یک حلقه یا بست ساده باشد و یا یک قلاب یا اهرم پیچیده که ساخت آن به روش های سنتی بیش از دو ساعت طول می کشد ولی با هماندیشی دو صنعتگر فوق زمان تولید آن به کمتر از دو دقیقه رسیده است. تصویر زیر دو ایده جالب برای ساخت دستگاه های خم کاری پیشرفته را نشان می دهد که از عهده مأموریت فوق به خوبی بر می آیند.



شاید یکی از پر رونق ترین زمینه های تحقیق و توسعه در کارگاه فلز کاری و «فرایند تکمیلی»، زمینه خم کاری ورق ها و پروفیل ها یا میلگرد ها باشد که از زمان ابداع دستگاه های خم سنتی تا کنون تحول بسیار عظیمی را به خود دیده است.



چنانچه اطلاعات یک صنعتکار با تجربه در مورد روش محاسبه زاویه خم و به دست آوردن شکل دلخواه، با اطلاعات یک صنعتگر جوان آشنا به منطق الکترونیک و هوشمندسازی حرکت ها توسط نرم افزارها، جمع شود و در کنار هم قرار بگیرد، منجر به خلق «سیستم های خبره^۱» در صنعت خواهد شد که قادرند هر پروژه خاصی را در اندازه زمان ممکن با دقت بسیار بسازند.



1. Expert sys

به فرایندهای تکمیلی (تحقیق و توسعه) تسلط بر ایده، طراحی آن و لوازم دسترس مابرانجام پروژه الزامی است. اما این تسلط نباید در حد یک تصور باشد. مثلاً چنانچه برای تسلط بر کارخود از میزکارگاهی بالا بروید و یا ارتفاع خود را با کمک تجهیزات غیر استاندارد تغییر دهید، برخلاف تصور شما تسلط بر شرایط افزایش نیافته است بلکه با این کار فقط احتمال خطاهای جدید و مخاطره را افزایش داده اید. بنابراین برای تکمیل یک پروژه یا انجام تحقیق در مورد توسعه آن فقط به روش های استاندارد افزایش تسلط بر کار پردازید و از تصور اینکه آنچه را که باید بدانید می دانید، پرهیز کنید، زیرا این تصور بزرگترین دشمن مهندسان است.



□ در تصاویر زیر، یک مقطع دایره ای یا دارای اضلاع صاف از وسط ورقی چوبی یا فلزی بریده می شود.



چه چیز در هنگام انجام چنین فرایندی برای صنعتگر ایجاد مشکل خواهد کرد؟ بی شک پاسخ شما به دشواری تبعیت برشکار از خط برش ترسیم شده، اشاره خواهد داشت. بنابراین لازم است تا صنعتکار مورد نظر، در هنگام انجام این فرایند از تسلط کافی بر درز برش برخوردار باشد. در غیر این صورت فرایند در مسیر خود پیش نخواهد رفت.

با دقیقی نظیر دقت مثال یادشده باید گفت که در تکمیل فرایند ساخت یک قطعه و پس از آن اندیشیدن

۱۰-۲ مفهوم تولرانس و تولرنس انطباق

اگل بخطاهای در ساخت قطعات کارگاهی، بهدلیل عدم برنامه‌ریزی مناسب و صبورانه یا خطای اندازه‌گیری و اندازه‌گذاری بویژه در انتقال اندازه‌هاست. به همین دلیل توصیهٔ صنعتگران خبره و کارآزموده به صرف هشتاد درصد زمان ساخت در محاسبه و نوشتن برنامه مرحله‌ای ساخت و اجرای به موقع هر مرحله است.



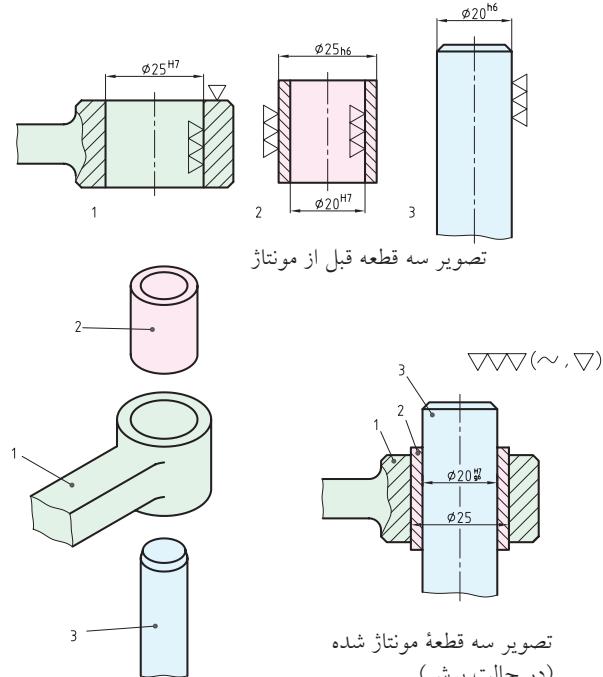
علاوه بر آن هزینه‌ای که برای ابزارهای اندازه‌گیری و اندازه‌گذاری دقیق قطعات در کارگاه می‌پردازید، بهدلیل ماندگاری آنها – به شرط رعایت نکات فنی – در واقع یک سرمایه‌گذاری برای پیشگیری از خطاهای آینده است. گاهی قیمت یک گونیای خطکشی بیش از یک‌صد برابر قیمت مشابه آن است. ولی این مسئله در مقابل خطای خسارت‌های ناشی از خطاهایی که ممکن است در

تصویر زیر، اشتباه صنعتگر در هدایت برنامه‌ریزی شده یک تیغه فرزانگشتی (تیغه دم‌چلچله) و در نتیجه خطای در ورود به قطعه را نشان می‌دهد. هرچند وی این خطای را اصلاح کرده و سوراخ ذوزنقه‌ای لازم را به درستی کامل کرده است، اما خسارت به وجود آمده در قطعه قابل ملاحظه و احتمالاً غیر قابل قبول است. اینکه آیا «کارفرما^۱» با توجه به تأثیر اندک این خطای در کار سیستم دم‌چلچله، آن را می‌پذیرد یا نه و قطعه را از سازنده تحویل گرفته پایان فرایند ساخت توسط «پیمانکار^۲» را تأیید می‌کند یا خیر، به میزان انعطاف مهندسی برمی‌گردد. گاهی مهندسان مقدار چشم‌پوشی خود را بسیار محدود می‌کنند. زیرا گاهی هرگونه خطای در ابعاد، بلاfaciale در عملکرد محصول اثر منفی می‌گذارد.



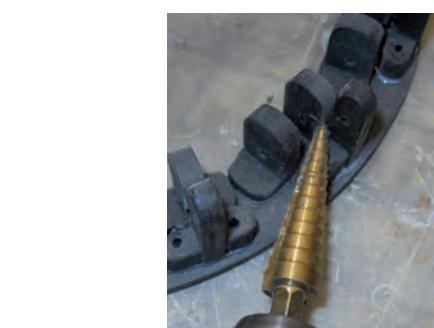
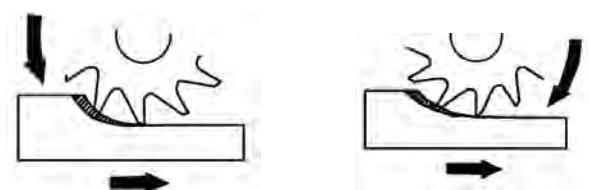
^۱. کارفرما؛ درخواست کننده و بازرگان کلیه مراحل کار
^۲. پیمانکار؛ انجام‌دهنده پروژه و مسئول کلیه مراحل کار

به همین منظور و برای برنامه‌ریزی در ساخت هرچه دقیق‌تر اجزا و سرهمندی موفق آنها، در نقشه‌های کارگاهی، علاوه بر ابعاد و اشکال هر جزء میزان خطای قابل قبول در ساخت قطعات را مشخص می‌کنند. به این ترتیب، ضمن توجه یافتن طراح به نقاط ضعف طراحی انجام شده در هنگام مشخص کردن میزان خطای قابل چشم‌پوشی، سازنده قطعه یا قطعات نیز در انتخاب روش ساخت و تجهیزات لازم با توجه به دقت مورد انتظار کارفرما، راهنمایی لازم را دریافت می‌کند.



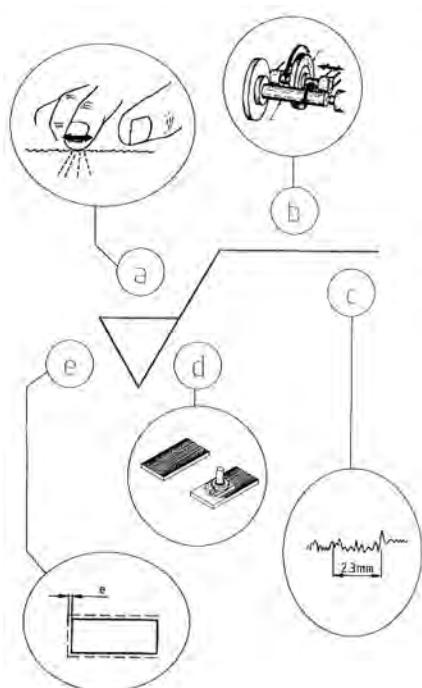
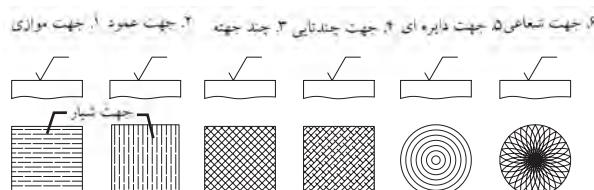
استاندارد بین‌المللی طراحی و ساخت قطعات و محصولات صنعتی «ISO» (DIN) که بعدها به «ISA» و «Tolerance» یافت عالمی را برای تعیین ابعاد مورد نظر کارفرما و میزان «خطای مجاز» یا «تولرانس» در ساخت هر اندازه مشخص کرده است. با کمک این عالم و دستورالعمل‌ها می‌توان از ساخت و سرهمندی اجزاء یک کالای صنعتی

اشر دقت پایین ابزارهای اندازه‌گیری به کارگاه وارد شود ناچیز خواهد بود. بهویژه آنکه عوامل دیگر مانند سرعت حرکت برشی، دبی و جریان مواد خنک‌کننده در فرایندهای ساخت، جهت برآهه برداری سطوح با استفاده از یک ابزار خاص و انجام یا صرف نظر کردن از انجام عملیات‌های صاف‌کاری، همه و همه بر روی ابعاد مورد نظر در اندازه‌گیری و اندازه‌گذاری‌ها اثر منفی داشته و به میزان خطای ابعاد و اشکال می‌افزایند.

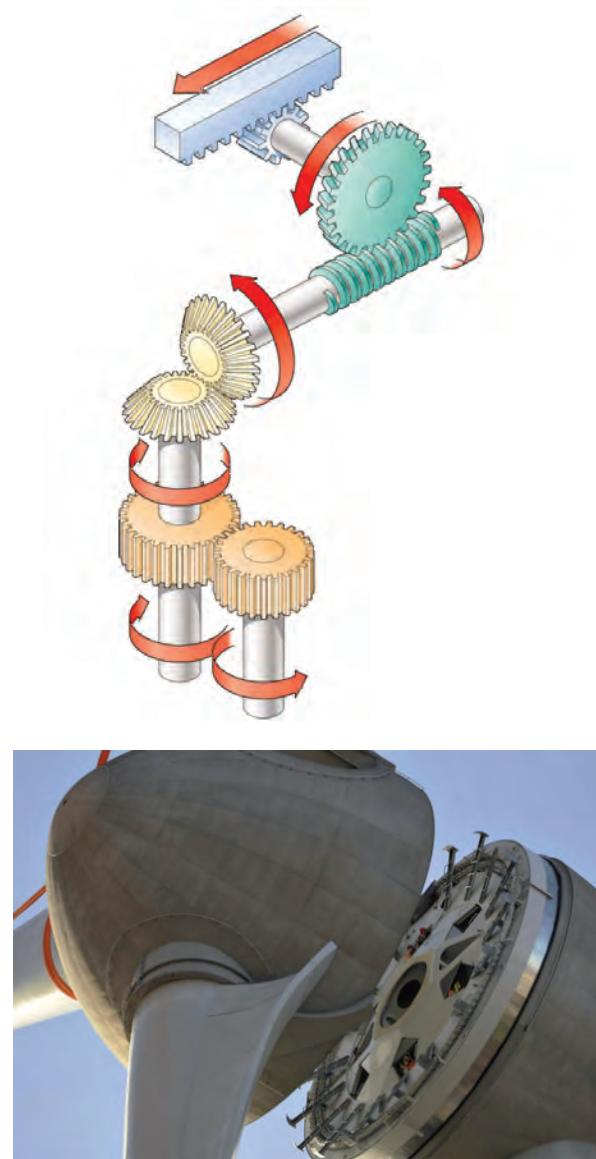


□ سیر تحول استاندارد بین المللی ساخت قطعات صنعتی از DIN به ISA و سپس ISO را پس از تحقیق و بررسی در کلاس بررسی کنید. همچنین منظور از شمارگانی مانند ISO9001 یا ISO9002 را مشخص کنید.

میزان خطای مجاز در ساخت قطعات فلزی امروزه به مدد تجهیزات و روش‌های مدرن ساخت بسیار کاهش یافته و حتی جهت خواب، شیارهای میکرونی حاصل از روش براده‌برداری خاص سطح قطعه را نیز در بر گرفته است. بر این اساس و همان‌گونه که پیشتر گفته شده با استفاده از علائم استاندارد DIN یعنی علائم مثلثی و یا علائم استاندارد کیفیت سطح ایزو، یعنی علامتی که در پیش رو ملاحظه می‌کنید، میزان زبری سطح و خطای مجاز در ساخت آن به سازنده سطح گزارش می‌شود.

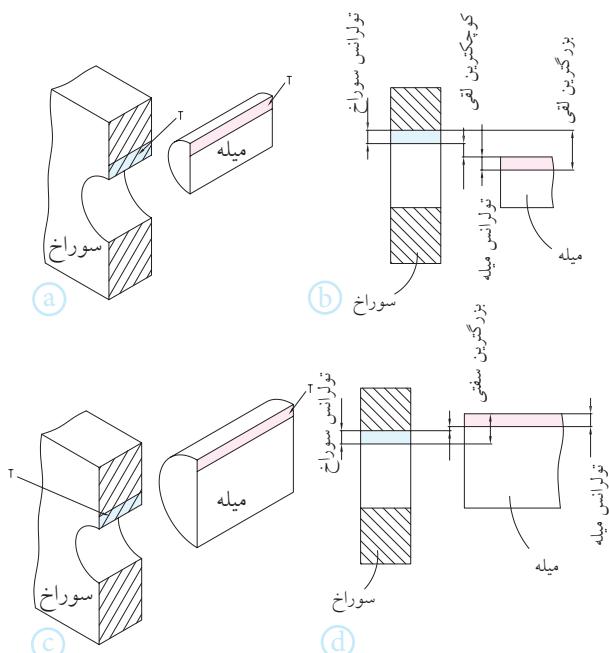


مطابق نقشه طراحی و مونتاز اطمینان حاصل کرد. در صورتی که خطای اندازه‌های ساخته شده در یک کارگاه از میزان خطای مجاز فراتر رفته باشد، نماینده کارفرما موظف است که نقشه یا قطعه ساخته شده را تأیید نکرده و از تولید آن ممانعت به عمل آورد. زیرا این قطعه ممکن است بخشی از یک گیربکس یا قسمتی از یک توربین بادی عظیم‌الجهة و یا جزئی از تجهیزات بسیار حساس پزشکی باشد که با خطای جزئی ولی غیرمجاز خود، منجر به تخریبی بزرگ و یا فاجعه‌ای جبران ناپذیر شود.



است می‌نویسند.

به عنوان مثال « $Ø40_{-0.2}^{+0.2}$ » به معنی ساخت یک سوراخ یا میله‌گرد به قطر 40 mm با مجوز خطا در ساخت دو ده میلی‌متر بیشتر یا کمتر از این اندازه است. از سوی دیگر ما علاقه‌ای به بزرگتر شدن قطر سوراخ قطعه یا کوچکتر شدن قطر میله که هردو تقریباً جرمان ناپذیرند نداریم. بنابراین توصیه می‌شود که خطای مجاز برای سوراخ‌ها فقط منفی (کوچکتر از قطر اصلی ساختن) و برای میله‌ها فقط مثبت (بزرگتر از قطر اصلی ساختن) باشد. به عنوان مثال اگر از همان قطر نیاز به جفت در هم روندهای باشد، پیشنهاد طراح برای سوراخ $Ø40_{-0.2}^{+0.2}$ و برای میله $Ø40_{-0.2}^{+0.2}$ یا به اختصار $Ø40_{-0.2}^{+0.2}$ است.



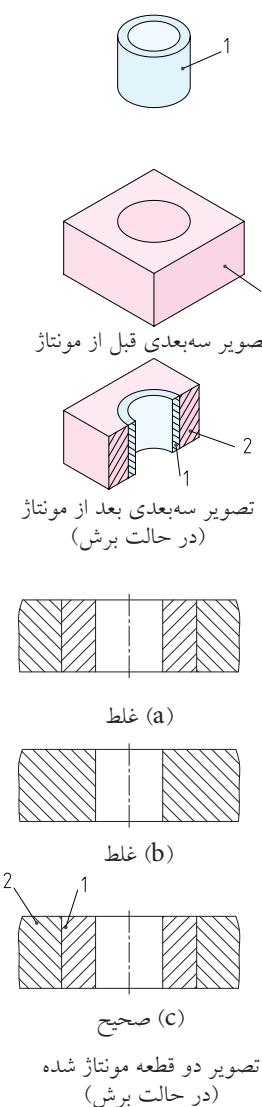
نکته مهم‌تر اینکه قرار است این دو با روند مشخص شده‌ای (روان، فیت یا سفت) در کنار یکدیگر و با موفقیت کار کنند. بنابراین خطای هر یک باید با خطای دیگری مقایسه و مشترکاً خطای قابل قبولی در حرکت مشترک را به وجود آورد که سه عامل صدا، ارتعاش و مخاطره آن

علت این همه حساسیت، در نظر گرفتن شرایط کاری دشواری است که قطعات ساخته شده پس از موئاز و در جریان استفاده باید تحمل کنند. به عنوان نمونه اجزاء یک موتور خودرو در بیش از یکهزار و پانصد نقطه دارای حرکت‌هایی هستند که گاه دمای 900°C نیز بر روی این حرکت‌ها سایه افکنده و شرایط را دشوارتر کرده است. در نتیجه پس از مدتی، حتی سطوح صیقل یافته دچار افت جلای آینه‌ای و کیفیت کار می‌شوند.

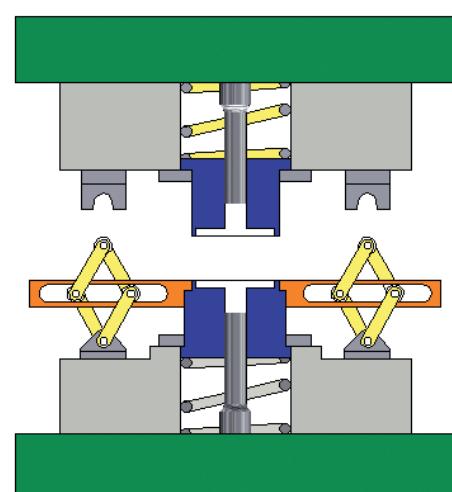


خطا در ساخت یک اندازه معمولاً شامل بزرگ‌تر یا کوچک‌تر شدن آن اندازه می‌شود. این دو خطرا با علامت مثبت برای خطای بزرگ شدن و منفی برای خطای کوچک شدن به همراه مقدار مجاز هر یک از آنها با واحد میلی‌متر یا میکرومتر در مقابل «اندازه اسمی» آن قسمت از قطعه که نظر اصلی کارفرما و تهیه کننده نقشه

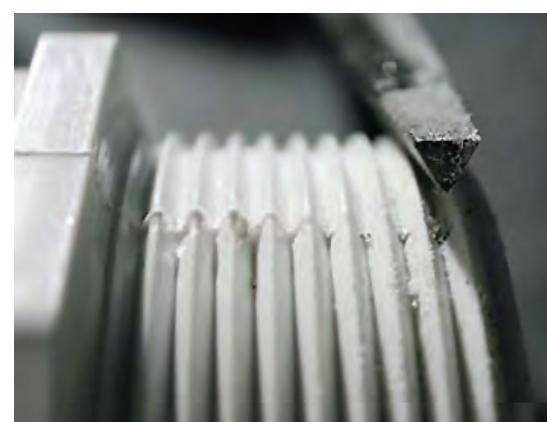
اندازه‌گیری کارگاهی محدودیت دارد و بیش از هزارم میلی‌متر دقت را نمی‌توان از آن انتظار داشت. علاوه بر آن متأسفانه به دلیل وجود حداقل سیزده خطای معمول در حین ساخت قطعات به کمک فرایندهای برآده برداری ساخت سوراخی با خطای مجاز فقط منفی یا میله‌ای با خطای مجاز فقط مثبت یا اصولاً سوراخ و میله‌ای بدون خطای هندسی امکانپذیر نیست. بنابراین با توجه به نوع انطباقی که بین سوراخ و میله لازم است ایجاد شود، میزان تولرانس (مقایسه خطای مجاز سوراخ و خطای مجاز میله در کنار هم) مناسبی برای سوراخ و میله آن تعريف می‌شود.



برای طراح قابل چشم‌پوشی باشد. در این صورت خطای هر یک از آنها «تولرانس» و خطای هم‌پوشانی و کار مشترک آنها را «تولرانس انطباق^۱» می‌نامند. مثلاً در یک دستگاه پرس (مطابق تصویر)، تولرانس انطباق سیلندر و پیستون‌های هیدرولیک فقط می‌تواند به اندازه‌ای باشد که در حرکت روان فک بالایی (سننه) به سوی فک پایین (ماتریس)، به هیچ وجه مشکلی ایجاد نگشته و به قطعات خسارتی وارد نکند.



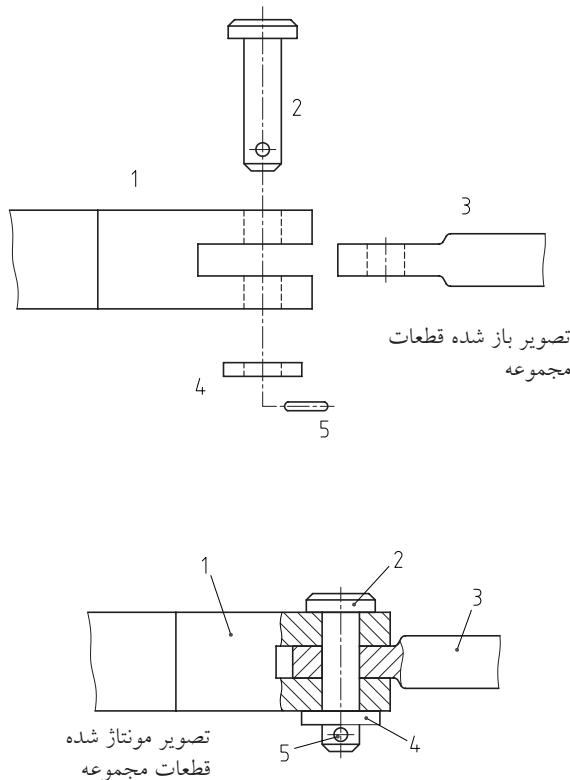
□ آیا در ساخت پیچ و مهره‌های معمولی نیز تولرانسی برای انطباق در نظر گرفته می‌شود؟ چرا؟



1. machining tolerance

به دلیل اهمیت مبحث انطباق علائم استاندارد زیادی برای نشان دادن موقعیت‌های مختلف آن در کتابهای آموزش صنعتی مطرح شده است.

□ در تصویر زیر چند سطح انطباقی قابل تشخیص است؟ به نظر شما نوع انطباق این سطوح لق، روان، فیت، سفت یا خیلی سفت است؟ پیشنهاد خود را برای ساخت هر یک از اجزاء با کمک علائم مثلثی استاندارد دین DIN (شکل) بر روی قسمت باز شده قطعات ترسیم کرده، صحت رسم خود را به تأیید مرتبی رسم فنی خود برسانید.



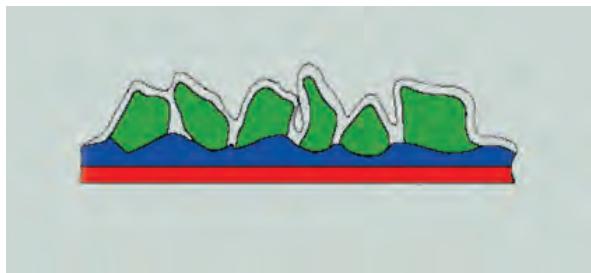
۱۰-۳ حفاظت سطوح

اکنون که با دشواری ساخت سطوح مختلف قطعات فلزی با کمک ابزارهای کارگاهی و طبق استانداردهای «تولرانس» و احتمالاً «تولرانس انطباق» آشنا شده‌اید،

جدول زیر نمونه‌ای از جداول پیشنهادی برای انطباق سوراخ و میله به صورت روان، فیت (متوسط) و محکم را نشان می‌دهد که در آن برای معرفی موقعیت انطباقی سوراخ‌ها براساس استاندارد از حروف بزرگ لاتین و برای موقعیت انطباقی میله‌ها از حروف کوچک لاتین استفاده شده است. همچنین حرف H یا h نشانه انتخاب سوراخ یا میله به عنوان سطح بدون خطای انطباق است. در این صورت به سطح بدون خطای سطح ثابت می‌گویند. مثلاً H^{+0.062}_{-0.080} یعنی سوراخی بدون خطای مجاز انطباق از کلاس تولرانس «۹۰» (با بزرگ شدگی نسبت به قطر اسمی). چنین سوراخی می‌تواند با میله‌ای که کوچک‌تر از اندازه واقعی خود ساخته شده‌است (به اندازه ۰/۱۸۰ mm تا ۰/۰۸۰ mm) به صورت لق و یا روان انطباقی را تشکیل دهد.

ردیف	نوع انطباق	میدان تولرانس	مثال برای قطر	تصویر مونتاژ شده قطعات مجموعه
			سوراخ	میله
۱	انطباق آزاد لق	H9/d10	۴۰ ^{+۰.۰۶۲} _{-۰.۰۸۰}	
۲	انطباق آزاد روان	H9/e9	۴۰ ^{+۰.۰۶۲} _{-۰.۰۹۲}	
۳	انطباق آزاد معمولی	H8/f7	۴۰ ^{+۰.۰۳۹} _{-۰.۰۵۰}	
۴	انطباق آزاد دقیق	H7/g6	۴۰ ^{+۰.۰۲۵} _{-۰.۰۲۵}	
۵	انطباق ثابت متوسط	H7/h6	۴۰ ^{+۰.۰۲۵} _{-۰.۰۱۶}	
۶	انطباق نسبتاً محکم	H7/n6	۴۰ ^{+۰.۰۲۵} _{-۰.۰۱۷}	
۷	انطباق محکم	H7/p6	۴۰ ^{+۰.۰۲۵} _{-۰.۰۲۶}	
۸	انطباق خیلی محکم	H7/p6	۴۰ ^{+۰.۰۲۵} _{-۰.۰۲۳}	

با «کاغذ سمباده^۱» یا «ذرات ساینده^۲» می‌گویند. چنانکه در تصویر مشاهده می‌کنید، ذرات ماسه‌ای ساینده بر روی بستری از کاغذ چسبانده شده‌اند.



برای صیقل کاری کالاهای تزئینی و غیر صنعتی می‌توان از صیقل دهنده‌هایی مانند خاکاره و یا خاک‌اجر خیس نیز استفاده کرد. این کار باعث جلای چشم‌نوازی در آنها می‌شود. در صنعت این‌گونه جلای خاص را با کمک خمیرهای حاوی ذرات الماس به ابعاد $0/04\text{mm}$ ایجاد کرده و به نتیجه کار که سطحی با قابلیت انعکاس تقریبی تصویر است، «جلای آینه» می‌گویند.



1. Emery paper

2. Abrasive MAT

باید ترتیبی داد که سطوح مورد نظر در طول کار خود، تا جای ممکن در مقابل عوامل مخرب مقاومت کرده و مشخصات فنی خود را حفظ کنند. این مسئله به تعریف عمر مفید (بر حسب صحت - ساعت) برای محصولات مکانیکی منجر می‌شود.

چنانچه تدبیر لازم برای حفاظت سطح پیش‌بینی نشده باشد، عوامل ساینده و خورنده در طول زمان و نیروهای ناگهانی یا مستمر، شرایط جدول شده سطح قطعه را از بین برده و خواست اولیه از طراحی قطعه را ناکام می‌کنند.

برای تحقق خواسته‌ها و انتظارات فنی از یک سطح باید آن را صیقل داد و به روش آبی‌کاری، آب‌کاری، لак و رنگرزی در مقابل عوامل مخرب ایمن و مقاوم ساخت.



۱۰-۳-۱ صیقل کاری^۱

اگر به جای استفاده از ابزارهای فلزی، از ذرات ماسه برای سایش و براده‌برداری استفاده شود، خارج از بحث سنگرزی و تجهیزات نیمه‌سنگین آن، فرایند را صیقل کاری

1. Pdishing

۱۰-۳-۲ آبکاری

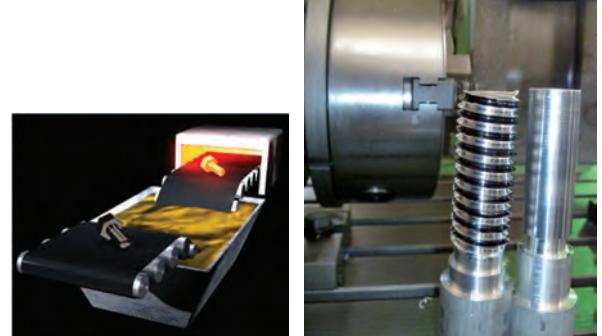
واژه «آبکاری» در صنعت متأسفانه به دو منظور متفاوت در پوشش دهی سطوح فلزی استفاده می شود (همانند واژه آببندی). در مورد ابزارآلات یا قطعاتی با تنש‌های کاری بسیار زیاد مثل شمشیر یا بوش منظور از آبکاری، حرارت دادن تا سرخ شدن فلز و سرد کردن در محلول‌هایی با خواص متفاوت است.



تقریباً تمامی فلزات (بجز چهار نوع) زنگ می‌زنند و این زنگ (اکسید) رنگی متفاوت با رنگ یا جلای فلز دارد. اکسید تمامی فلزات از خود آنها سخت‌تر است. بنابراین اگر با یک حرارت کنترل شده قطعه فلزی تا حدودی اکسید شده و بلاfaciale در روغن سرد شود، لایه اکسیدی آبی رنگی روی آن را می‌پوشاند که سخت‌تر از سطح صیقل خورده قبلی است. این عمل را معمولاً به روی پیچ‌های خودکار که بسیار پر مصرف هستند، انجام می‌دهند.



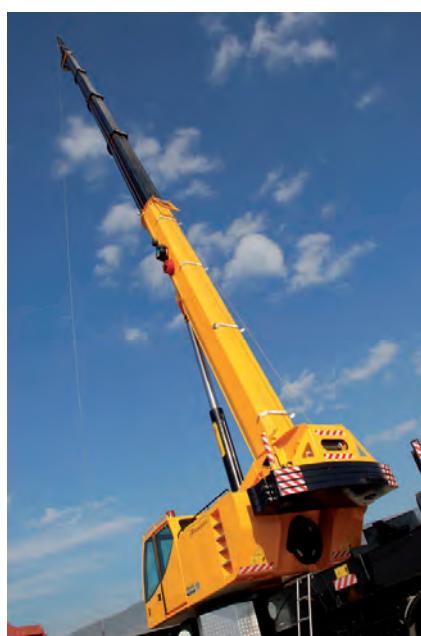
□ نام فلزاتی که زنگ نمی‌زنند کدام است؟
«آبکاری» برای سخت‌کاری فلزاتی پیشنهاد می‌شود که اکسید یا زنگ آنها به دلیل درصد کربن پایین چندان متخلخل و فعال نباشد. زیرا در غیر این صورت زنگ فلزی خاتمه پذیر نبوده و ادامه می‌یابد. در این صورت پدیده «خوردگی^۱» در قطعه حتمی است.



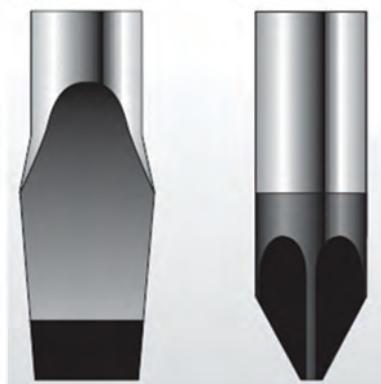
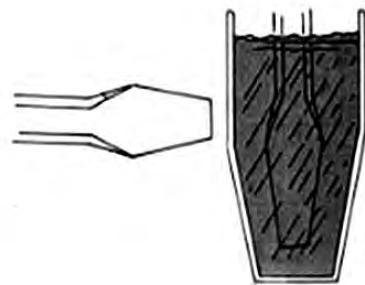
1. Coresion

معنی دوم «آبکاری» نشاندن پوشش نازکی از یک فلز گرانقیمت با خواص بالا بر روی یک فلز پایه با کمک انرژی و محلولی مناسب است. این عمل در داخل پیلهای الکتریکی انجام شده و نتیجه‌ای به مراتب بهتر از گرمایش و تبرید (سردکردن) یک جنس ثابت را دارد.

رشته‌های سیم بکسلی که گاهی وزنه‌ها را تا ارتفاع ۱۱۵m بالا می‌برند، یا در شرایط جوی بسیار ناگوار کوهستانی از استقامت دکلهای عظیم برق محافظت می‌کنند، همگی برای پرهیز از خوردگی یا خستگی با فلزاتی مانند کروم، نیکل، مس و کادمیم پوشش داده می‌شوند.



□ چرا لبه برخی ابزارها دارای رنگی متفاوت با بدنه آنهاست؟



این عمل را «کوئینج» کردن یا «آبداده» کردن می‌گویند.

البته در ابزارهای امروزی تکنولوژی نصب لبهایی از جنس فلزات تندبر بر روی بدنه ظاهری یک فلز ارزانتر، جایگزین این روش شده است.

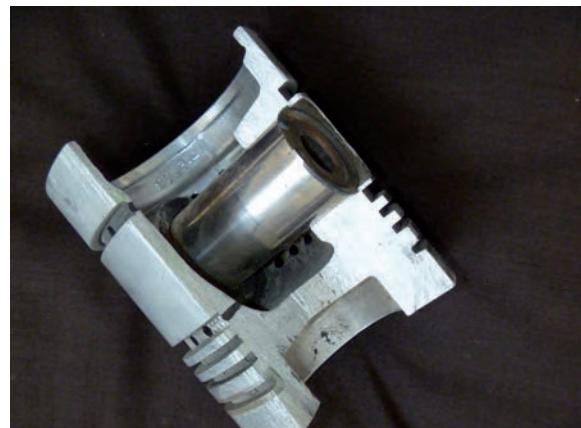


شیر آلات ساختمانی، مجسمه‌های شهری و لوازم تزئینی یا بدليجات از نمونه کالاهای دیگری هستند که ممکن است به روش آب‌كاری اجزاء آنها را در برابر خوردگی یا ضربه مقاوم کرده باشند.



در پیستون موتورهای دیزل که حرارت 900°C در هر ثانیه چهارصد بار تحمل می‌کنند، بالاترین رینگ پیستون حرارت‌ها و تنש‌های خاصی را تحمل می‌کند و بنابراین بسیار سخت‌کاری شده‌است.

حتی شیار مربوط به این رینگ نیز آب داده شده و سخت شده‌است. به تفاوت رنگ آلومینیم پیستون در قسمت زیرین رینگ نزدیک به پیشانی (رینگ آتشی) دقت کنید.



عمل آب‌كاری را معمولاً در ظروف چدنی انجام می‌دهند زیرا در جریان آب‌كاری یک سطح توسط فلز گرانبها و خوش خواص، محلول داخل پیل (الکترولیت) تجزیه می‌شود.

در تصویر زیر یک مهر را مشاهده می‌کنید که جنس زمینه آن از قسمت پشت قابل مشاهده است. این ابزار برای آنکه در برابر ضربات پیاپی مقاوم باشد آب‌كاری شده‌است.



رنگ شده‌ای است که تلولی دانه‌های رنگ پاشیده شده روی آن به خوبی قابل مشاهده بوده و جلوه زیبایی به نام رنگ متالیک را به وجود آورده است. این روش را روش «الکتروستاتیک» در رنگ‌کاری می‌نامند.



رقیب جدی این روش، روش غوطه‌وری در رنگ است که دارای اطمینان بالا ولی نمایی ساده پس از اتمام کار است.



۱۰-۴ اتصالات موقت و دائم

در پایان ساخت موفقیت‌آمیز قطعات یک محصول کارگاهی، با استفاده از سه روش اجرایی آنها را به هم متصل می‌کنند. این سه روش عبارت‌اند از:

چنانچه به جای سخت کردن سطح کالا قصد افزایش جلوه و زیبایی آن را داشته باشد باید از رنگ‌های سلولوزی (طبیعی) یا رزینی (مصنوعی) استفاده کنید. این کار قطعات را در مقابل خوردگی نیز مصون می‌دارد.



رنگ‌ها را می‌توان با یک قلم خوب بر روی کار کشید و یا با پیستوله به روی آن پاشید. روش دوم اگرچه گرانتر است اما نتایج بهتری دارد.



در کارخانه‌های خودروسازی و در روش رنگ پاشی پیستوله‌ای که این‌بار با کمک تفنگ‌های پاشش انجام می‌شود، برای اطمینان از کامل شدن رنگ‌کاری و پوشش تمام قسمت‌ها، به ذرات رنگ با الکتریکی منفی و به بدنه عریان خودرو بار الکتریکی مثبت می‌دهند تا شلیک رنگ به سمت بدنه کامل و دقیق شود. نتیجه کار سطح

ابزارک، می‌تواند آن را به یک اتصال از دسته «اتصالات دائم» تبدیل کند. اتصالاتی که با بازشدن آنها معمولاً تخریبی در قطعات کار متصل شده، به وجود می‌آید. بنابراین این دسته‌بندی‌ها به شرایط ایده‌آل اتصال کاری و موئتاز وابسته هستند.



- روش اتصال با ابزارک‌ها (mekanikي)

- روش اتصال با چسب‌ها (shimiyi)

- روش اتصال با فشار و حرارت (metallurgyi)

در تصویر زیر ابزارک‌هایی مانند سوزن، میخ و پیچ را که به علاوه خار، پین و گوه در اتصال موقت قسمت‌های مختلف یک محصول صنعتی استفاده می‌شوند، ملاحظه می‌کنید.



روش‌های «اتصال موقت» روش‌هایی از اتصال هستند که قصد برقراری ارتباط دائم بین اجزاء را در این روش‌ها دنبال نکرده‌باشیم. و راه برای تجدید نظر یا تعویض ساده و بی تخریب اجزاء فراهم باشد. از آنجا که «تخرب نشدن» به هنگام باز شدن اتصال شرط اساسی دسته‌بندی آنها به اتصال موقت، نیمه موقت و دائم است بنابراین، انجام غیر اصولی و عجولانه روش اتصال موقت با استفاده از یک

1. Mechanical Fasteners

2. Chemical FAS.

3. Metallurgy FAS.

از سوی دیگر در محاسبه و ساخت اتصالات پرچ‌ها، بر خلاف پیچ، میخ و منگنه یا حتی میخ پرچ‌ها، محاسبات دقیق انقباض و انبساط در جریان کار نیز لازم است. اتصالات شیمیایی، نوع و ایده دیگری از روش‌های اتصال قسمت‌های هم‌جنس یا غیر هم‌جنس یک کالای کارگاهی هستند که استفاده از چسب‌ها را دربر می‌گیرند.

چسب‌های امروزی با ترکیبات مختلف، روش‌های آماده‌بکار و قدرت چسبندگی متفاوتی دارند و از برخی از آنها می‌توان برای اتصال مواد غیر هم‌جنس و حتی با قابلیت اتصالات دائم بهره‌گرفت.



■ با چه روش‌هایی می‌توان چسب‌ها را برای کار آماده کرد؟ (عمل آوری چسب‌ها) از کتاب‌هایی مانند کتاب اجزای ماشین کمک بگیرید.

«لحیم‌کاری» پیشنهاد دیگری برای اتصال قطعات به یکدیگر است که برخی آن را جزء اتصالات نیمه‌موقت و برخی از اتصالات دائم می‌دانند. در این روش مواد واسطه لحیم‌کاری در دمایی پایین‌تر از دمای ذوب مواد متصل شدنی، نرم شده و پس از در بر گرفتن محل اتصال

به این ترتیب، در برخی تقسیمات «پرچ‌کاری» جز اتصالات دائم بشمار رفته است. بهویژه آنکه در اغلب موارد جدا کردن اتصال پرچی برای تعویض اجزا (مانند اجزای به کار رفته در پیکرۀ یک هواپیما)، با تخریب آن جزء همراه می‌شود.

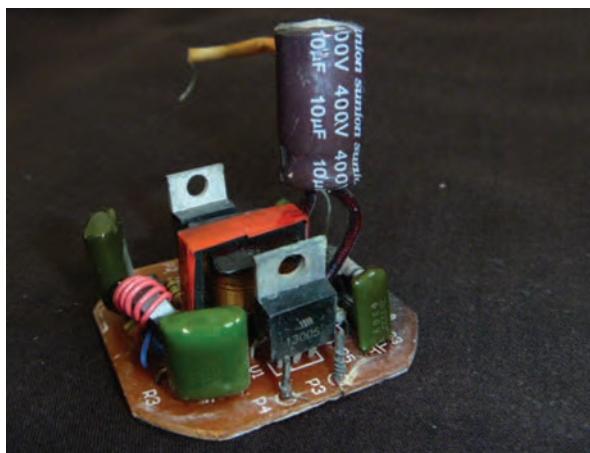


امروزه روش‌های اتصال جوشی فلزات به حدود ۲۰۰ دویست (۲۰۰) حالت مختلف تقسیم‌بندی شده‌اند که تفاوت آنها در انرژی مصرفی برای ایجاد حرارت مستقیم (ذوب) یا غیر مستقیم (در اثر مالش و اصطکاک) قدرت یا استحکام درز اتصال (غیر تخریبی) و البته خطرات و الزامات فرایند آنهاست.



با استفاده از روش‌های جوشکاری می‌توان مواد هم جنس (مثل دو قطعه فولاد) و یا غیر هم جنس (مانند فولاد با چدن) را در موقعیت‌های مختلفی که هر یک را با علامت

(ترکنندگی)، سرد شده و اتصال را کامل می‌کند.

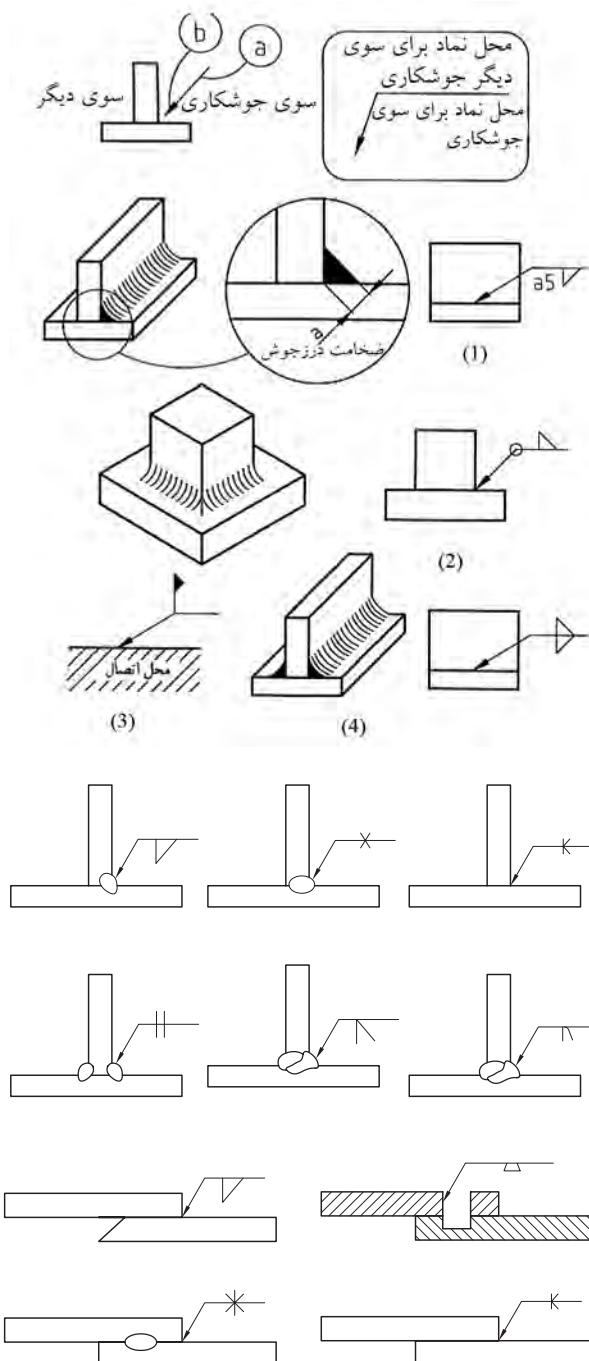


◻ جنس سیم لحیم معمولی چیست؟

پس از روش‌های موقت اتصال فلزات کاربردی‌ترین روش پیوند اعضاء کالای کارگاهی، روش اتصال ذوبی یا جوشکاری است که می‌تواند به دو صورت کلی، «حال جوش» و یا «درز جوش» و بصورت «ذوبی» یا «اصطکاکی» پیوند بین اجزاء را فراهم کند.



با توجه به تصاویر و مقایسه آنها، واژگان لاتین تصویر زیر را به فارسی برگردانده و جدول کاملی از استانداردهای نشانه‌گذاری اتصالات جوشی را با کمک کتاب‌های جداول استاندارد تهیه کنید. سپس این جدول (جدول‌ها) را در ابعاد A3 ترسیم و در کلاس درس نصب کنید.



استاندارد شده‌ای معرفی می‌کنند، پیوند دائمی داد.



چنانکه ملاحظه می‌کنید، حالت‌های اتصال جوشی نیز متعدد و بسیار است و نام‌های مختلفی دارد که آگاهی از آنها به کمک کتاب‌های «جدوال و استاندارد» (وستران) برای ورود به بازار اتصالات دائمی الزامی است. طبق آخرین آمارهای مرکز پژوهش و مهندسی جوش ایران، سالانه بیش از ۳۶۵ میلیارد تومان (یعنی معادل روزی یک میلیارد تومان) دستمزد جوشکاری بخش‌های مختلف صنعت کشور، به گونه‌ای پرداخت می‌شود که متأسفانه به دلیل حرفه‌ای نبودن جوشکاران ایرانی، بخش زیادی از آن نصیب مهاجرین دیگر کشورها می‌گردد.

نام اتصال	نقطه جوش	خطی	سطوحی
نماد	گوشه	○	⊖
نماد	نیم لاله‌ای	لاله‌ای	=

نام اتصال	نماد	نیم جناغی کند	جناغی کند	نیم لاله‌ای
نماد	Y	Y	Y	Y
نماد	نماد	نماد	نماد	نماد

نام اتصال	نماد	گرده ماهی	لب به لب	نیم جناغی تیز
نماد	Y	Y	Y	Y
نماد	نماد	نماد	نماد	نماد

مجاری و لوله‌های گاز در کارگاه‌های جوشکاری با گاز «اکسی استیلن» که مجهز به شبکه گازرسانی ویژه جوشکاری هستند، باید مطابق تصویر باشد. انشعاب گیری لوله‌ها از خط لوله اصلی گاز به سمت پایین (آویزان)، مانع از پس زدن شعله‌ها از مشعل جوشکاری به سمت انبار اصلی کپسول‌های گاز می‌شود.



در تصویر زیر میز و الحاقی‌های لازم برای جوشکاری گاز که توسط خود جوشکار برای سهولت عملیات جوشکاری ساخته شده و در آن مشعل گیر و جایی برای پودر کاربید ایجاد شده است، ملاحظه می‌کنید.



از آنجا که فرایند جوشکاری اغلب با انتشار بخار و دود یا نور شدید و اشعه‌های خطرناک همراه است، در کارگاه‌های آموزش تخصصی این حرفه از کابین‌های فلزی و یا اتافک‌های مجزا، برای جدا کردن هر هنرجو از دیگران بهره‌گرفته شده است. به این ترتیب محافظت عمومی از اشعه‌ها، اجسام داغ، دخالت افراد غیرحرفه‌ای یا غیر مسئول مهیا می‌شود.



□ در مورد شماره شیشه‌های ماسک جوشکاری و میزان شفافی یا کدری آنها تحقیق و نتیجه را در کلاس درس ارائه کنید.



□ با کمک مربی خود درز اتصالی را ایجاد و برجستگی‌های اضافی آن را سنج بزنید. چنانچه از پروفیل‌های در و پنجره‌سازی استفاده کرده‌اید، دستگاه جوش را روی ۵۰، ۷۵، ۱۱۰ آمپر تنظیم و نتیجه آن را یادداشت کنید.



انتخاب چفت و بست و گیره مناسب با موقعیت دهی لازم برای اتصال، ۸۰٪ زمان فرایند جوشکاری را به خود

از ابزارهای اصلی کارگاه جوشکاری، اره آتشی است که کار با آن، برای برش پروفیل‌ها و میل‌گردها، بسیار حساس و خطرناک است بهویژه هنگامی که اطراف این ماشین ابزار فضای کافی برای حرکت صنعتگر (مانور) نباشد. در صورتی که در کارگاه میزبان خود از اره آتشی‌های سنتی (مانند تصویر) استفاده می‌کنید، حتماً سرعت دوران و جهت چرخش دیسک یا تیغه برشی را روی کلگی دستگاه و در محل مناسب بنویسید و اطراف آن را از وسایل مزاحم یا قطعات مستعمل خالی کنید.



در کارگاه‌های جوشکاری برق، مراقب رطوبت اشیاء پیرامون و اشعه آزاردهنده جوشکاری باشید. همچنین استفاده از ماسک مناسب و لباس جذب و بی چروک، دستکش و لوازم جابه‌جاوی و تبرید (سردکردن) قطعه کار را به هیچ وجه ترک نکنید.



انتخاب آمپر مناسب (شدت جریان الکتریکی مورد نیاز جوشکاری) بر اساس ضخامت قطعات کار و با استفاده از تجهیزات مختلف مانند ترانس جوش پله‌ای (با انتخاب محدود)، ترانس جوش فلکه‌ای (با انتخاب آمپر نامحدود) و ترانس‌های جوش پیشرفته، به مهارت جوشکار و زاویه مناسب کاری وابسته است. اما انتخاب الکترود یا روش درست جوشکاری باید با توجه به استانداردهای صنعت جوشکاری انجام شود.



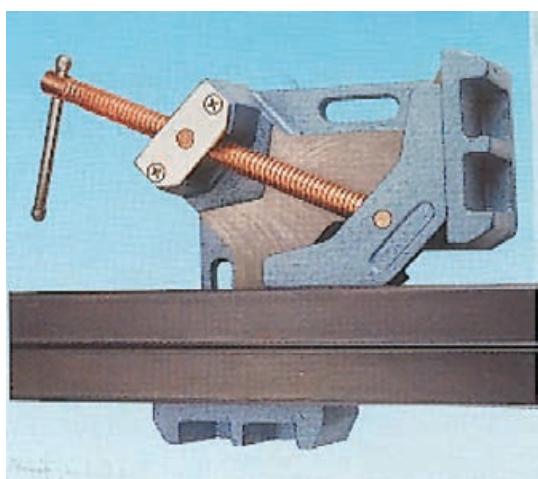
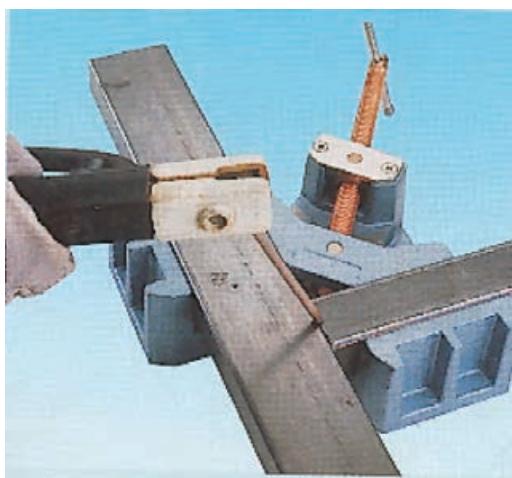
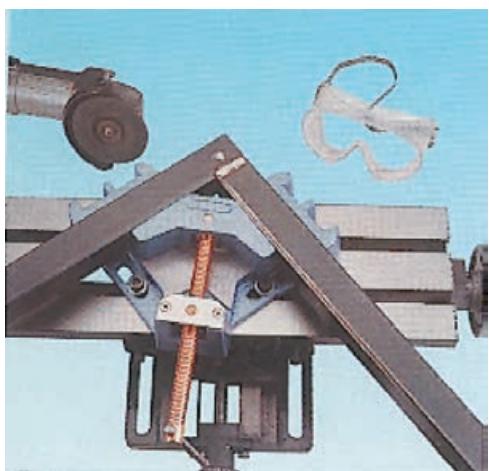
روش‌هایی مانند جوشکاری «تیگ^۱» و «میگ^۲» و «مگ^۳» می‌توانند جوش‌هایی با حدود دو برابر استحکام نسبت به جوش برق معمولی با الکترودهای روکش‌دار در فلزات آهنی را به وجود بیاورند ولی به همان نسبت به حساسیت و حرارت و اشعه‌های مضر بیشتری نیز برخوردارند.

^۱. روش جوشکاری با استفاده از الکترود تمام نشدنی تنگستنی و گاز محافظه خنثی (تیگ TIG)

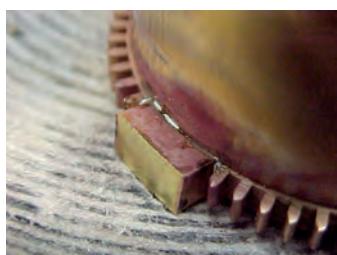
^۲. روش جوشکاری با استفاده از الکترود (سیم جوش) قرقه‌ای و گاز محافظه خنثی مانند آرگن (میگ MIG)

^۳. روش جوشکاری با الکترود قرقه‌ای و گاز محافظه فعال مانند (MAG) CO₂

اختصاص می‌دهد. تصویر زیر یک گیره مونتاژ کاری را نشان می‌دهد که عمود کردن اجزاء نسبت به هم با کمک آن آسان و دقیق خواهد شد.



خسارت دیده تا مرحله احیای کامل دنده‌های از دست رفته را ملاحظه می‌کنید.



جوشکاری با تجهیزات و مواد برخی از این روش‌ها مثل جوشکاری با گاز «آرگن» نیاز به لباس مخصوص (قرمز کامل) دارد تا از آسیب‌های اشعه جوشکاری در آن در امان باشد.

با توجه به آمپراژ بالای فرایندهای جوشکاری برق و حساسیت بدن انسان در مقابل جریان‌هایی با آمپر کمتر از 0.5A ، فضای انتخاب شده جهت انجام جوشکاری را به دور از رطوبت‌ها و در محیطی ایمن و عایق در نظر بگیرید تا علاوه بر حفظ سلامت خود، از سلامت اتصال دائم به وجود آمده نیز اطمینان حاصل کنید.



در کارگاه مونتاژ و سرهم‌بندی، گاهی از تجهیزات اتصال کاری دائم فلزات برای ترمیم قسمت‌های شکسته و از هم گسیخته قطعات نیز استفاده می‌شود. در واقع جوشکاری را می‌توان در دو حوزه «ساخت» و «تعمیر» انجام داد. حتی گاهی هدف از جوشکاری، تنها احیای مجدد بخشی از قطعه برای آماده‌سازی جهت برآورده‌داری است که به آن «جوشکاری‌های ترمیمی» گفته می‌شود. در تصویر زیر، جوش ترمیمی یک چرخ دنده برنجی

اگل، سلامت قطعات ساخته شده (بهویژه اگر غیر فلزی باشند) و حتی گاهی فرد مونتاژکننده به خطر بیفتد. این مشکل در عجله برای مونتاژ قطعات و ناموفق بودن تلاش - که باید قدری عادی تلقی شود - شدت می‌گیرد.



□ اصل ۸۰/۲۰ پاراتو در انجام مرحله‌ای کارها را برای کلاس خود یادآوری کنید.

بهترین راه برای حفظ سلامت خود و کارگاه و در نهایت محصول و نیز حفظ سلامت فرایندهای ساخت و تولید، تهیه «چک لیست^۱ هایی» جهت مقایسه و بازرگانی صحت انجام تک تک مراحل کار است که به آن پایش

۱. Checklist

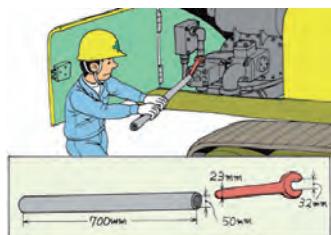
پس از پایان اتصال قطعات بهویژه در روش‌های اتصال دائم، باید از صحت اتصال در حد انتظاری که از محصول می‌رود، اطمینان حاصل کرد. زیرا اغلب نارضایتی‌ها نسبت به شکستگی و از هم گسیختگی اجزاء کالاهای صنعتی قبل از پایان عمر مفید آنها یا کل کالاست. مثلاً در فرایند کامل جوشکاری فلزات، روش‌هایی برای تست درستی جوش‌های به وجود آمده توصیه شده و با استفاده از اسپری‌های ترکیاب یا امواج صوتی یا رادیویی می‌توان بدون تخریب کالا از صحت اتصال آن اطمینان حاصل کرد.



۱۰۵ موارد ایمنی

برخلاف روش‌های ساخت قطعات فلزی و غیر فلزی که هر یک دارای دستورالعمل مشخص و الزامات و نکات ایمنی از پیش تعریف شده هستند، متأسفانه دستورالعمل‌های سرهم‌بندی و مونتاژ صحیح قطعات و اجزای صنعتی چندان استاندارد و مکتوب نشده است. این مسئله در کنار شور^۱ به پایان رساندن کار و اتمام مراحل مختلف ساخت تا رسیدن به محصول نهایی که قادری بر روی دقیق اثربخشی دارد، باعث می‌شود که

نظر شما وجود و درج آن در چکلیست فرایند مذکور الزامی است.



.....*



.....*



.....*



.....*



.....*

صحت یا کنترل کیفیت (QC) گفته و حتی برای آن برچسبی به همین نام طراحی کرده‌اند. در کارگاه‌ها و کارخانه‌های دارای عنوان مطرح (برند) صنعتی، در پایان ساخت هر جزء اساسی از محصول نهایی، بر روی آن جزء برچسب «QC» زده می‌شود تا شما را از صحت عملکرد و ابعاد آن جزء و حتی حداقل بودن صدا، ارتعاش و مخاطرات (H.V.N) در حین ساخت آن قطعه بر اساس شماره استاندارد مشخص، مطمئن سازد.



■ با کمک مربی خود یک چکلیست (لیست کنترل مراحل کار) با بندهای پیشنهادی خودتان برای فرایندی خاص طراحی و در طول انجام کار کارگاهی به تکمیل آن پیردادیز.

■ برای هر یک از تصاویر زیر، جمله‌ای بنویسید که به

1. Quality Control

برای این منظور محل جمع‌آوری قطعات از جنس‌های مختلف، قطعات سالم، قطعات معیوب و زیاله‌های کارگاهی را از یکدیگر جدا کنید. وسایل حرارتی را به صورت ایمن روشن کرده در پایان کار از خاموشی کامل آنها اطمینان حاصل کنید و کپسول‌ها، شیلنگ‌ها و مجاری را در موقعیت کاملاً حفاظت‌شده و در معرض اطفای حریق (آتش‌نشانی) سریع قرار دهید.



در کارگاه فلزکاری و سایت‌هایی که عملیات فلزکاری در آنها انجام می‌شود، دو کپسول اکسیژن (سوزاننده) و اکسیاستیلن و گاز کاربید (سوختنی) به‌طور معمول استفاده‌های زیادی برای اتصال (جوشکاری) و یا برش کاری دارند که در کنار کپسول‌های گاز آرگون و CO₂ برای جوشکاری‌هایی به همین نام، نیاز شما برای شناخت روش کار با کپسول‌های گاز تحت فشار، رنگ و

گاهی مونتاژ قطعه‌پایان یافته باشیستی بر روی قطعات و اجزای دیگری انجام شود که اطلاعات فنی آنها در دست صنعتگر نبوده و آنها را در کارگاه‌ها و کارخانه‌های دیگری ساخته‌اند. در این صورت باشیستی توصیه‌های مونتاژکاری و نظرات خاص صنعتگران دیگر مؤثر در ساخت اجزای مختلف آن کالای صنعتی را جویا شوید. مثلاً اگر حاصل کار شما در کارگاه فلزکاری طراحی (یا بازسازی) و ساخت قطعه‌ای معیوب از یک بیل مکانیکی بوده است. بهنگام مونتاژ آن علاوه بر رعایت احتیاط و عدم تحرک اجزای دیگر، باید از برنامه نوشته شده مونتاژکاری برخوردار باشید. به این ترتیب خسارتی متوجه شما یا اجزاء ماشین به‌ویژه جزء تازه ساخته شده – که نیاز به آب‌بنای جهت خوشکار شدن دارد – نمی‌شود. به همین دلیل در هنگام طراحی قطعات صنعتی لحظه مونتاژ آنها را باید در نظر داشت!

کارگاه‌های مونتاژکاری و یا کارگاه‌های فلزکاری که در آنها کار مونتاژ و سرهم‌بندی اجزاء محصول نیز انجام می‌شود، معمولاً محیط‌های نسبتاً شلوغ و آکنده از اجزایی با ابعاد و جنس‌های مختلف هستند که اگر تخریب و دورریزشدن برخی قطعات هنگام مونتاژ یا جداسازی قسمت‌هایی از آنها را هنگام نصب بر روی یکدیگر به این مسئله اضافه کنیم، محیط کاری حساس با امنیت پایینی را به وجود می‌آورد.

بنابراین دور نگهداشتن سه جزء مثلث آتش‌سوزی یعنی، حرارت، اکسیژن و ماده سوختنی از یکدیگر، در این کارگاه‌ها، اولین اقدام ایمنی است.



۱. در نظر داشتن مونتاژ به هنگام طراحی یک محصول را «DFA» می‌گویند (Design For Assembling)

الزامات مراقبی کپسول‌ها، آشکار می‌سازند. فراموش نکنید که کنترل یک شعله برافروخته شده یا جرقه ایجاد شده مشکل و بسیار حساس‌تر از ایجاد آن است همان‌گونه که در صنعت خودرو متوقف کردن اتومبیل از به حرکت در آوردن آن اهمیت بیشتری دارد.

