



کارگاه ماشین افزار

دانشکده فنیک شیمی

گروه فنیک

گردآوری و تنظیم: مقدم علی صفری

پاییز ۱۴۰۰

به نام خدا

ایمنی در کارگاه

برای پیشگیری از حوادث ناگوار در کارگاه‌ها دانشجویان محترم این مراکز باید مقررات ایمنی لازم را به دقت مطالعه نموده و به خاطر بسپارند. و برای نجات جان خود و دیگران آنها را رعایت نمایند. امیدواریم که با مطالعه این نوشته و رعایت موارد ایمنی تذکر داده شده، شاهد هیچگونه حادثه تلخی نباشیم.



باید بدانیم که همواره شخص مصدوم به تنهایی مقصر نیست، ولی درد و رنج حاصل از سانحه را به تنهایی باید تحمل کند. پس با سهل انگاری، سلامت خود و دیگران را به خطر نیندازیم. در ادامه یک سری مقررات ایمنی و پیشگیری از سوانح در اختیار شما قرار می‌گیرد. تمام دانشجویان و کاربران محترم کارگاه، موظف به مطالعه دقیق و بکارگیری آنها می‌باشند.



عینک



لباس کار مخصوص جوشکاری



دستکش و عینک



ماسک فیلتردار

سهل انگاری، بی احتیاطی و عدم توجه به قوانین و مقررات ایمنی، نه تنها برای خود شخص و دیگران مخاطرات جبران ناپذیری ایجاد می‌کند بلکه برای افراد خانواده و حتی جامعه نیز هزینه‌هایی به همراه دارد.

۱- نظم و انضباط در محیط کارگاه لازمه جلوگیری از سوانح می‌باشد.

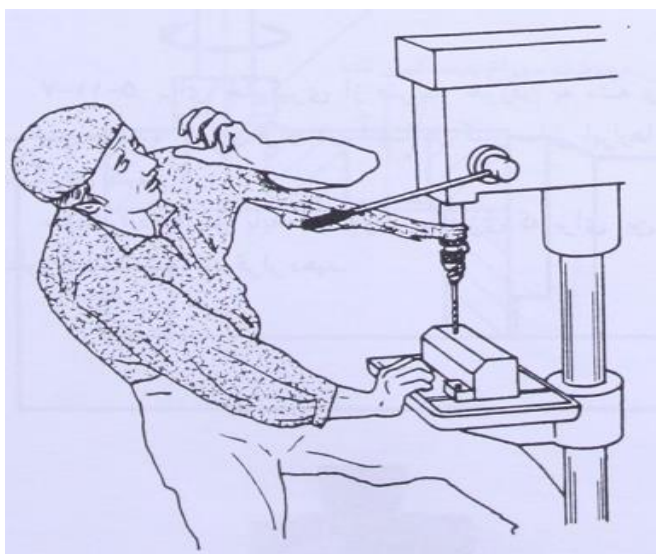
۲- ابزار مورد استفاده در هر جلسه باید قبلاً کنترل شوند و باید از ابزار سالم و بی عیب در کارگاه استفاده شود و میز کارگاه باید مرتب باشد.

۳- قبل از ورود به کارگاه باید از احتمال خطرات بیشماری که در آن کارگاه وجود دارد به طور کامل آگاهی پیدا کرد.

- ۴- به هیچ وجه برای تمیز کردن براده آهن موجود در روی ماشین افزار از باد استفاده نکرده و یا قطعه را برای تمیزکاری فوت نکنید.
- ۵- کف کارگاه باید از هر نوع مواد لغزنده از قبیل روغن و آب صابون و غیره تمیز باشد.
- ۶- محل ذخیره سازی نخ پنبه و مواد قابل اشتعال در جای مناسبی باشد تا از هر گونه حادثه منجر به آتش سوزی جلوگیری گردد.
- ۷- از قرار دادن مواد و هر چیزی که باعث سقوط افراد و یا اشیاء می گردد جلوگیری نمایید.
- ۸- چون اکثر دستگاه های کارگاه از برق سه فاز استفاده می کنند هر از چند گاهی سیم های تغذیه دستگاه ها و سیم زمین کارگاه را سرکشی نمایید تا از سلامت آنها مطمئن شوید.
- ۹- در هنگام تعمیر ماشین ابزار برق آنها را قطع کرده و فیوزها را باز کنید.
- ۱۰- اگر به طرز کار ماشین آشنا نیستید هرگز به آن دست نزنید مگر با اجازه و تحت نظر استاد مربوطه
- ۱۱- در موقع بستن ابزار بر روی ماشین دقت کنید به هیچ وجه آچار را روی دستگاه جا نگذارید.
- ۱۲- از بسته شدن ابزار بر روی دستگاه مطمئن شده سپس دستگاه را روشن نمایید.
- ۱۳- نواقص و معایب ماشین ابزار را فوراً به استاد گزارش نمایید.
- ۱۴- در هنگام کار با ماشین فقط به صحنه کار نگاه کنید و به هیچ وجه ماشین را در حالت روشن رها نکنید.
- ۱۵- به ماشین ابزار روشن تکیه نداده و مواظب باشید که ماشین در حال چرخش قسمتی از لباس تان را نگیرد.
- ۱۶- هرگز به براده های در حال خروج از نمونه دست نزنید زیرا این براده ها علاوه بر داغ بودن، بسیاربرنده و تیز هستند.
- ۱۷- پوشیدن لباس کار در کارگاه الزامی است و علاوه بر جنبه نظافت و کثیف نشدن لباس، بیشتر جنبه حفاظتی دارد و لباس کار خوب باید مناسب تن فرد بوده و گشاد نباشد. سر آستین لباس کار باید دارای بند یا دکمه بوده و بسته باشد در غیر این صورت آستینها را بالا بزنید و از شال گردن و کراوات و ... که احتمال گیر کردن آنها در ماشین بسیار زیاد است استفاده نکنید.
- ۱۸- در مواردی که احتمال سانحه وجود دارد حتماً از وسایل ایمنی نظیر دستکش، عینک، ماسک، کفش کار، پیش بند و کلاه استفاده کنید.
- ۱۹- همیشه قبل از شروع به کار حلقه و انگشتر خود را از دست خارج کنید زیرا ممکن است باعث حادثه گردد.
- ۲۰- از نگاه کردن به جرقه جوش بدون ماسک، حتی از فاصله دور پرهیزید.

- ۲۱- در موقع جوشکاری از ماسک و دستکش مخصوص استفاده کنید، و در نظر داشته باشید که ته الکتروود و قطعه کار همواره بسیار داغند آنها را لمس نکنید. از دور انداختن ته الکتروود داغ که ممکن است سبب آتش سوزی در کارگاه شود خود داری نمایید.
- ۲۲- بعد از اتمام جوشکاری و یا در حین کار مراقب باشید انبر جوش را بر روی نقطه اتصال رها نکنید چون به دستگاه اینورتر صدمه جدی خواهد زد.
- ۲۳- اگر در زمان جوشکاری، الکتروود به محل جوش چسبید، بلافاصله سعی کنید آن را جدا کنید (با فشردن انبر در دست و رها نمودن الکتروود و یا کشید انبر به سمت بالا)
- ۲۴- در زمان تمیز کردن گل جوشکاری با چکش جوش، مراقب باشید خاکستر جوش به سر و صورتتان نپرد چون بسیار داغ و سوزاننده است.
- ۲۵- محل جوش را بلافاصله آب نریزید چون باعث ترک خوردن جوش خواهد شد.
- ۲۶- قبل از روشن کردن سنگ رو میزی، از بالانس و ترک نداشتن آن مطمئن شوید.
- ۲۷- در موقع سنگ زدن حتماً از عینک استفاده کنید.
- ۲۸- مراقب باشید فاصله بین سنگ و تکیه‌گاه به هیچ وجه نباید بیشتر از ۲ الی ۳ میلیمتر باشد. در غیر اینصورت ممکن است قطعه را از دستمان به داخل بکشد.
- ۲۹- قطعه را از بغل به سنگ نزدیک نکنید.
- ۳۰- با دست چرب و روغنی، اقدام به سنگزنی نکنید.
- ۳۱- در موقع روشن نمودن ماشین ابزار، به درجه روغن آن توجه کنید و در هنگام درگیری ابزار ماشین با قطعه، ماشین را روشن نکنید.
- ۳۲- در قلاویز کاری و حدیده کاری توجه کنید تا کاملاً عمود بر قطعه کار حدیده و قلاویز کاری نمایید و برای محافظت از ابزار، با روغنکاری نمودن مداوم قطعه، یکدور به جلو و نیم دور به عقب برگردید.
- ۳۳- برای استفاده از ماشین مته یا دریل، از بسته شدن مته به دستگاه اطمینان حاصل کنید و یکبار آن را روشن کنید چون اگر مته کج و یا شل بسته شده باشد، در موقع چرخش لنگ خواهد زد.
- ۳۴- در سوراخ کاری، اره کاری و قلم کاری در انتهای کار، مواظب باشیم به علت آزاد شدن ابزار، به دستمان آسیبی نرسد.
- ۳۵- از اره ترک دار و دندان معیوب، سوهان بدون دسته، مته سوخته و شکسته استفاده نکنید.
- ۳۶- در موقع استفاده از قیچی اهرمی مراقب خود و اطرافیان باشید و از آن به صورت انفرادی استفاده کنید. چون در صورت استفاده جمعی در یک زمان ممکن است به علت عدم هماهنگی، حوادث ناگواری به وجود آید.

- ۳۷- از آب صابون برای خنک‌کاری ابزار و قطعه در ماشین‌های دورانی، استفاده کنید.
- ۳۸- در زمان اره‌کاری و سوهان‌کاری دستی، به هیچ وجه از روغن برای خنک‌کاری استفاده نکنید.
- ۳۹- در قلاویزکاری برای مراقبت از قلاویز از روغن استفاده کنید. به آرامی و با احتیاط از قلاویز استفاده کنید تا نشکند.
- ۴۰- در زمان جوشکاری، سنگ‌زنی، ساب‌زنی و لحیم‌کاری، باید هواکش کارگاه روشن باشد.
- ۴۱- در زمان لحیم‌کاری از استنشاق بخار ناشی از لحیم‌خودداری کنید.
- ۴۲- از تماس مستقیم با مواد خطرناک و فلزات سنگین و سمی نظیر، پنبه نسوز، پشم شیشه، آجر نسوز و آزیست و همچنین جیوه و سرب بپرهیزید و از استنشاق بخارات و گرد و غبار آنها دوری کنید.
- ۴۳- اگر جرقه حاصل از جوشکاری به هر دلیلی چشم‌تان را زد، در یک ظرف تمیز پر از آب آشامیدنی چشم‌تان را باز کرده و با گذاشتن پنبه استریل بر روی چشم با کمک دوستان خود به بهداری دانشگاه و یا نزدیکترین مرکز درمانی مراجعه کنید.
- ۴۴- در موقع سنک‌کاری بعد از اینکه دستگاه سنگ رومیزی را روشن نمودید بلافاصله اقدام به سنگ‌زنی نمونه نکنید چرا که دستگاه هنوز دور لازم را نگرفته است و با این عمل باعث صدمه به نمونه و دستگاه خواهیم شد.
- ۴۵- رعایت دستورات حفاظتی در کارگاه بسیار مهم بوده و باید تمام مقررات و دستورات حفاظتی کارگاه را با دقت اجرا نمود تا هرگز با سانحه‌ای مواجه نشویم.



مواد شناسی

مواد شناسی علمی است که در مورد ماهیت مواد بحث می کند و هم چنین چگونگی استخراج، تصفیه، ساخت آلیاژ، فرم دادن، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی مواد و عملیات حرارتی آنها را به ما می آموزد.

مواد همواره ابزاری برای پیشرفت بشر بوده اند و علم مواد آنقدر برای انسان ها مهم بوده است که دوره های مختلف تاریخ ما انسان ها بر اساس ماده ای که در آن روزگار بیشترین استفاده را داشته، نام گذاری شده اند. مانند عصر سنگ، عصر آهن و ...

با پیشرفت دانش بشر در ساخت کوره های کامل تر و رسیدن به دماهای بالا، انسان ها توانستند به آلیاژها و ترکیبات مفیدتر و مناسب تر برسند. به گواه تاریخ در حدود ۱۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح، روش احیای اکسید آهن رواج داشت و به احتمال زیاد اولین دسترسی انسان به آهن از شهاب سنگهایی بوده است که در کنار آنها به زمین سقوط کرده اند. در سال ۱۵۰۰ میلادی روش کوره بلند توسعه یافت و چدن ها به طور گسترده وارد ساخت و ساز شدند. تا اینکه در سال ۱۸۵۶ میلادی فولاد به روش بسمر از آهن خام تولید شد که استفاده از آن هنوز هم ادامه دارد.

چند تعریف اولیه

عنصر: موادی که در اثر تجزیه قابل تبدیل به مواد ساده ای نباشند عنصر نامیده می شوند، مانند عنصر مس.

اتم: کوچکترین واحد ساختمانی یک عنصر را اتم گویند. هر اتم از دو قسمت هسته و الکترون هایی با بار منفی تشکیل شده است که به دور هسته می چرخند. هسته اتم از تعدادی پروتون با بار الکتریکی مثبت و نوترون با بار الکتریکی خنثی بوجود می آید.

مولکول: از پیوند بین اتمهای همنام یا غیر همنام مولکول بوجود می آید مثل مولکولهای O_2 و H_2O

ترکیب و تجزیه: الحاق دو یا چند عنصر و یا مولکول را در یک پیوند شیمیایی ترکیب گویند مانند ترکیب سدیم و کلر که حاصل نمک طعام می شود. که هیچکدام از خواص مواد اولیه را به تنهایی ندارند. برعکس شکستن پیوند شیمیایی مولکول ها و تبدیل آنها به عناصر تشکیل دهنده اولیه را تجزیه می نامند.

مخلوط: از آمیختن مواد مختلف به نسبت های دلخواه با یکدیگر، مخلوط به دست می آید. در مخلوط مواد خاصیت خود را از دست نمی دهند و خاصیت آنها به نوع و مقدار مواد تشکیل دهنده آنها بستگی دارد. مثل مخلوط هوا.

محلول معلق: در این نوع محلول، جسم حل شونده به صورت ذرات بزرگتری در حلال، معلق و غوطه ور می گردد. این محلول ها به دو دسته تقسیم می شوند: الف- امولسیون ب- سوسپانسیون

امولسیون: محلول معلق مایع در مایع دیگر را امولسیون گویند. مانند امولسیون روغن آب صابون و یا روغن برش در آب.

سوسپانسیون: محلول معلق ذرات ریز جامد در مایع را سوسپانسیون گویند. مانند سوسپانسیون آب و خاک رس.

خواص فیزیکی: از مهمترین خواص فیزیکی مواد می توان به قابلیت هدایت حرارت و الکتریسیته، نقطه ذوب، استحکام، سختی و الاستیسیته را می توان نام برد.

استحکام: مقاومتی که مواد در مقابل نیروهای خارجی از خود نشان می دهد را استحکام گویند.

سختی: مقاومتی است که مواد در مقابل نفوذ مواد دیگر از خود نشان می دهد.

الاستیسیته یا کشسانی: اگر به اجسامی نیرو وارد شود و تغییر شکل پیدا کنند و بعد از برداشتن نیرو به حالت اولیه خود برگردند می گوئیم آن اجسام خاصیت الاستیسیته دارند.

خواص شیمیایی: قابلیت احتراق، مقاومت مواد در مقابل خوردگی، سمی بودن از مهمترین خواص شیمیایی مواد است.

خواص مکانیکی: قابلیت چکش خواری، ریخته گری، جوشکاری و براده برداری را خواص مکانیکی یا خواص تکنولوژی مواد گویند.

قابلیت چکش‌خواری: قابلیت تغییر فرم مواد به کمک نیروی فشار و ضربه (بدون شکستن) را قابلیت چکش‌خواری گویند.

ریخته‌گری: هر ماده‌ای را که بتوان آن را مذاب نموده و سپس در قالب‌هایی دلخواه به شکل دلخواه درآورد، خاصیت ریخته‌گری دارد.

جوشکاری: هرگاه بتوانیم به وسیله حرارت و یا حرارت توام با فشار، دو تکه از ماده‌ای را به هم وصل کنیم، آن مواد را به هم جوش داده‌ایم. که ممکن است این مواد همجنس و فلز و یا غیر فلز و همچنین غیر همجنس باشند.

براده‌برداری: ماده‌ای دارای قابلیت براده‌برداری خوب است که بتوانیم از آن با سرعت زیاد و صرف نیروی کم براده‌برداری کنیم و سطح آن را نیز پس از براده‌برداری صاف و صیقلی کنیم.

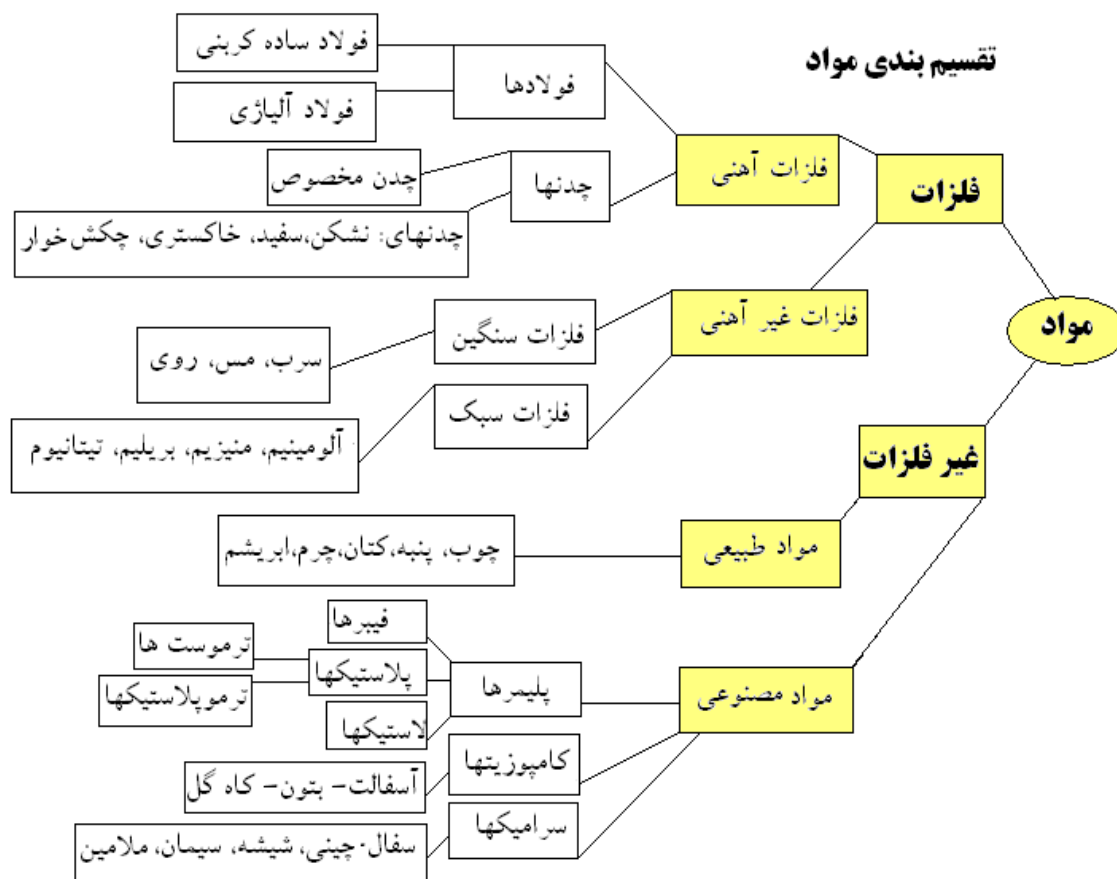
انواع مواد خنک‌کننده و چرب‌کننده در صنعت:

الف-روغن مته: محلول‌هایی هستند از ۵ تا ۲۵ درصد مواد صابونی و روغن‌های معدنی که این محلول‌ها خاصیت چربکاری و خنک‌کنندگی را با هم دارند.

ب-روغن‌های برش: از روغن‌های معدنی و گیاهی و یا مخلوطی از آنها در صنعت استفاده می‌شود. این مواد با آب مخلوط نمی‌شوند و خاصیت چربکاری زیادی دارند.

ج-آب صابون: آب صابون امولسیون از ۱۰ تا ۱۲ درصد روغن مته در آب است که خاصیت خنک‌کنندگی آن از چربکاریش بیشتر است.

د- محلول سود: مخلوطی از ۳ تا ۵ درصد سود در آب است. و گاهی ممکن است آب صابون به آن اضافه کنند. و در سنگ‌زنی برای خنک‌کاری استفاده می‌شود. وجود سود در محلول از زنگ زدن قطعه کار و ماشین جلوگیری می‌کند.



آلیاژ: اغلب فلزات را می توان در حالت مذاب با یکدیگر مخلوط نمود. مخلوط به دست آمده را آلیاژ گویند. مانند آلیاژ مفرغ که آلیاژی است از فلزات مس و قلع با نسبتهای معین

مواد مختص به فلزات نیستند بلکه مواد غیر فلزی نیز بسیار مهم و تأثیر گذار هستند که در صنعت و ساخت و ساز مورد استفاده قرار می گیرند. در بعضی مواقع فلزات را با غیر فلزات می آمیزند و به ماده ای با خصوصیات جدید می رسند. و یا ممکن است چندین ماده غیر فلز را با هم ترکیب کنیم و به ماده مورد نظرمان برسیم. برای اینکه به عناصر موجود در طبیعت نظم خاصی بدهند، دانشمندان زیادی به مطالعه و تحقیق پرداخته و گروه بندی عناصر موجود در طبیعت بر اساس خصوصیات مختلف فیزیکی و شیمیایی آنها تنظیم گردید. بر اساس این جدول بیش از ۸۰ درصد عناصر این جدول را فلزات یا شبه فلزات تشکیل می دهند.

کربن: فراوان ترین عنصر طبیعت در جدول تناوبی با علامت اختصاری C و عدد اتمی ۶ است. کربن عنصری غیر فلزی و فراوان، چهار ظرفیتی که دارای چندین ساختار مختلف به صورت زیر می باشد:

الف- الماس: سخت ترین کانی شناخته شده و دارای بالاترین سرعت صوت و رسانایی گرمایی در میان مواد است.

ب- گرافیت: یکی از نرم‌ترین مواد است که برایر نوک مداد و یا دغال موتورهای الکتریکی و ... مصرف می‌شود.

د- دوده: دوده‌ی چراغ نوعی از کربن است که از آن در لاستیک سازی و ساخت مرکب استفاده می‌شود.

کاربید: ترکیبات کربن با فلزات و غیر فلزات را کاربید گویند مانند کاربید آهن FeC و SiC

سیلیسیم (Si): یکی از غیر فلزات در طبیعت می‌باشد که بصورت خالص یافت نمی‌شود. سیلیسیم یکی از عناصری است که در آلیاژهای مختلف آهن (فولاد و چدن) و آلیاژهای آلومینیم بکار می‌رود.

گوگرد (S): از غیر فلزات است و عنصری است زرد رنگ جامد و شکننده که در کانی‌های سولفید و سولفات وجود دارد. که در ساخت کود شیمیایی، حشره کشها، کبریت سازی و صنایع نظامی کاربرد دارد.

فسفر (P): یکی از غیر فلزات چند ظرفیتی جدول تناوبی بوده که در گروه نیتروژن قرار دارد که یکی از عناصر حیاتی برای بقای ارگانیسم‌های طبیعی موجودات زنده است. فسفر به سه شکل فسفر قرمز، سفید و سیاه وجود دارد. از آن در ساخت کودهای شیمیایی، لامپ سدیم، شیشه‌های خاص، صنایع نظامی، تولید استیل، صنایع بهداشتی و شوینده بکار می‌رود.

آهن (Fe): آهن به عنوان یک عنصر شیمیایی در طبیعت به صورت ترکیب وجود دارد. در حدود ۴.۳ درصد از قشر جامد کره زمین را آهن تشکیل می‌دهد. آهن خالص و خام استحکام چندانی ندارد. ولی در صورت آلیاژ با فلزات و غیر فلزات دیگر، می‌توان به انواع آلیاژهای مهمی چون فولاد و چدن رسید. نقطه ذوب آهن خالص در حدود ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد است. ولی نقطه ذوب فولاد در حدود ۱۶۰۰ درجه سانتیگراد است.

سنگ آهن‌های مهم موجود در طبیعت عبارتند از:

۱- مگنتیت (مغناطیسی $\text{Fe}_3 \text{O}_4$) با فراوانی ۷۲٪

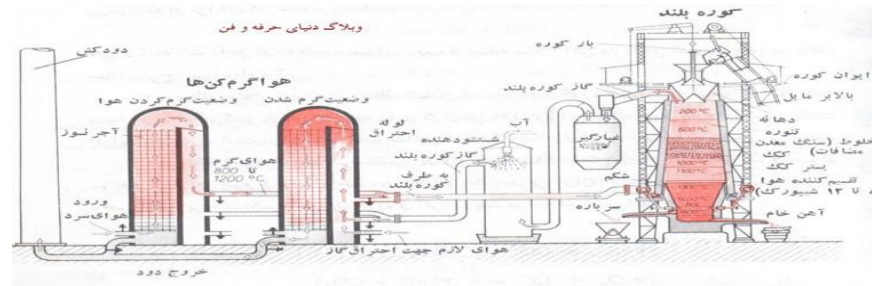
۲- هماتیت ($\text{Fe}_2 \text{O}_3$) با فراوانی ۷۰٪

۳- لیمونیت ($2\text{Fe}_2 \text{O}_3, 3\text{H}_2 \text{O}$) با فراوانی ۶۲٪

۴- سیدریت (FeCO_3) با فراوانی ۴۸٪

سنگ آهن را بعد از استخراج خرد نموده و تصفیه کرده و بعد از تفکیک و سرند نمودن، غلظت آن را بالا می‌برند. برای تهیه آهن خام این مواد را به داخل کوره بلند با نسبت‌های معین به همراه کُک و آهک احیاء می‌ریزند و به آن حرارت می‌دهند تا به صورت مذاب درآید. محصول اصلی کوره بلند را آهن خام گویند. که این

آهن دارای ۳ تا ۴ درصد کربن است و دارای ناخالصی‌هایی مثل گوگرد، فسفر، سیلیسیم و منیزیم است. نقطه ذوب آن ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد است. این محصول اولیه به دلیل عدم استحکام و ناخالصی غیر مفید نمی‌تواند در صنعت بکار رود. نقطه ذوب چدن‌ها در حدود ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد است.



فرآورده‌های تولید: آهن‌گری، نورد، اکستروژن، کشش، ریخته‌گری، ماشینکاری

۱- آهن‌گری: گداختن فلزات در کوره و سپس کوبیدن آنها روی سندان را برای تغییر شکل‌دهی، آهن‌گری گویند. چدن‌ها قابلیت آهن‌گری را ندارند

۲- نورد: گذراندن قطعه فلز (گرم یا سرد) از میان دو غلتک را نورد گویند. در این فرآیند بر اثر نیروی فشار و گرما، قطعه تغییر می‌کند.

۳- اکستروژن: در این فرآیند فلز در حالت خمیری با فشار از قالب می‌گذرد و به شکل قالب درمی‌آید لوله‌های بدون درز و لوله‌های مقطع هندسی پیچیده را از این روش بدست می‌آورند.

۴- کشش: فلز را با نیروی کشش از چندین قالب که دهانه آنها بزرگ و یا کوچک است، می‌گذرانند. و بعد از گذشتن از این قالب‌ها، به شکل دلخواه درمی‌آید.

۵- ریخته‌گری: از روی مدل قالبگیری شده و مواد مذاب در داخل قالب ریخته می‌شوند و در آخر آنها را پلیسه‌گیری می‌کنند.

۶- ماشینکاری: تراشکاری، فرزکاری، سوراخکاری، سنگزنی، برشکاری و جوشکاری را ماشینکاری گویند.

چدن:

اگر به آهن خام به مقدار ۲.۰۶ الی ۴.۵ درصد کربن اضافه شود چدن به دست می‌آید. چدن از محصولات کوره کویل است. یعنی آهن خام را به همراه آهن قراضه و یا ضایعات ریخته‌گری به همراه گک و آهک به صورت لایه

لایه و با نسبت مشخص به داخل کوره کوپل می‌ریزند و ضمن حرارت به داخل آن هوای گرم را می‌دمند. محصول نهایی کوره کوپل را چدن می‌نامند.

مزایای چدن‌ها:

انعطاف‌پذیری در تولید، نقطه ذوب و ریخته‌گری پایین، ارزانی قطعات تولیدی، مقاومت در برابر سایش، قابلیت جذب ارتعاش و صدا، ماشین‌کاری خوب، قابلیت جوشکاری، مقاومت به خوردگی.

معایب چدن‌ها:

مقاومت کششی و ضربه‌ای کم، برشکاری و جوشکاری چدن به سهولت فولاد نیست، مقاومت به سایش چدن ثابت است ولی مقاومت به سایش فولاد را می‌توان با افزودن کربن بالا برد.

انواع چدن

۱- چدن خاکستری GG (با گرافیت ورقه‌ای): به دلیل وجود کربن لایه لایه، سطح مقطع این آلیاژ به رنگ خاکستری است. چدن خاکستری در صنعت از تمامی آلیاژها و فلزات ریخته‌گری، مصرف بیشتری دارد. وجود گرافیت در چدن خاکستری قابلیت براده‌برداری را آسان می‌کند. از این نوع چدن برای تولید قطعات سنگین، بدنه ماشین آلات صنعتی، ابزار کشاورزی، قطعات خودرو و پایه ماشین‌ابزار استفاده می‌شود.

۲- چدن نشکن (با گرافیت کروی) GGG: در این نوع چدن گرافیت به شکل کروی تشکیل می‌شود. برای تولید این چدن، باید به چدن مذاب آلیاژ نیکل-منیزیم یا آلیاژ سیلیسیم-منیزیم اضافه شده و ناخالصی‌های اکسیژن و گوگرد در آهن حذف شوند. این عمل سبب افزایش قابلیت انبساط، خم‌کاری، چقرمگی و استحکام این نوع چدن به اندازه ۳ تا ۵ برابر چدن خاکستری ورقه‌ای می‌شود. از این چدن به دلیل استحکام بیشتر در تهیه قرقره‌ها، محفظه جعبه دنده، توربین‌ها، چرخ لنگ سیلندر و ... استفاده می‌شود.

۳- چدن سفید (سخت GH): چدن سفید وقتی بدست می‌آید که سرعت انجماد چدن مذاب سریع باشد بنابراین قطعات تولیدی از لحاظ ضخامت، در محدودیت هستند. چون مقطع این نوع چدن سفید رنگ است به چدن سفید معروف است. این نوع چدن بسیار سخت، ترد و شکننده و غیر قابل ماشین‌کاری هستند. کربن در این نوع چدن به صورت ترکیب شیمیایی با آهن وارد واکنش شده و تولید Fe_3C

می‌کند. براده‌برداری از چدنهای سخت بسیار دشوار است. در صورت لزوم برای براده‌برداری باید از قلم‌های الماسه یا سرامیکی استفاده شود. از موارد مصرف آن می‌توان به چرخ واگن و پیستون‌های هیدرولیکی و غلتک نورد، اشاره کرد.

۴- چدن چکش خوار (GT تمپرگوس-مالیبل): از چدن سفید به دست می‌آید. برای تولید چدن چکش خوار عناصری نظیر بیسموت یا منیزیم و عناصر قلیایی خاکی به چدن افزوده و با انجام عملیات حرارتی بر روی آن می‌توان چدن سفید ترد و شکننده را به چدن نرم و چقرمه (چدن چکش خوار) که دارای گرافیت‌های شبه کروی در زمینه نرم هستند تبدیل کرد. این نوع چدن دارای گستره وسیعی از استحکام، با کنترل دقیق عملیات حرارتی روی آن می‌باشد

چهار گروه عمده چدن‌ها را ذکر نمودیم. علاوه بر این چهار گروه یک نوع چدن نیز به نام چدن مخصوص معروف است، یعنی انواع چدن‌ها را می‌توان با فلزات دیرگدازی نظیر: کرم، نیکل، وانادیوم و ... آلیاژ نمود. به این نوع چدن‌ها، چدن‌های مخصوص می‌گویند. این چدن‌ها استحکام زیادی دارند و در مقابل عوامل شیمیایی و حرارت بسیار مقاومند.

فولاد:

اگر به آهن خام تا میزان ۲.۰۶ درصد کربن اضافه شود فولاد به دست می‌آید. البته فولادهای آلیاژی ممکن است به مقدار ۲.۲ درصد کربن نیز داشته باشند.

روش‌های مختلف تولید فولاد از آهن خام

۱- روش بسمر - توماس

۲- روش کوره دمش اکسیژن

۳- روش زیمنس - مارتین

۴- کوره قوس الکتریکی

در ادامه به یکی از این روش‌ها به طور خلاصه می‌پردازیم:

روش توماس - بسمر: در این روش آهن خام را به داخل کوره بسمر که به شکل گلابی است می‌ریزند. سازه خارجی کوره از فولاد و سازه داخلی آن از مواد دیرگداز است. کف کوره نیز دریچه‌های برای ورود هوا تعبیه شده است. به همراه آهن خام، آهک نیز به کوره اضافه می‌شود. سپس از دریچه‌های هوا برای ورود اکسیژن به داخل

کوره استفاده می‌کنند. هوا و آهک، باعث اکسایش کربن، سیلیسیم، منگنز و فسفر می‌شود. اکسید کربن به صورت گاز خارج شده و اکسیدهای دیگر نیز به صورت سرباره درمی‌آیند. در این مرحله بعد از خالی نمودن سرباره، فولاد خامی به وجود می‌آید که در کف کوره می‌ماند و آن را برای انجام عملیات حرارتی بعدی مورد استفاده قرار می‌دهند. فولاد حاصل از این کوره به فولاد توماس معروف است. در حدود ۰.۵ الی ۵ درصد کربن دارد. از این فولاد در ساخت تیرآهن نبشی، میلگرد و ... استفاده می‌شود. از معایب مهم این کوره جذب ازت به فولاد در هنگام هوا دهی به کوره است. اگر چه فولادهای ساده کربنی را می‌توان در محدوده وسیعی از استحکام و با هزینه نسبتاً کمی تولید کرد، اما خواص این فولادها همیشه جوابگوی کاربردهای خاص فنی و صنعتی نیست.

دسته‌بندی فولادها

الف- فولادهای کم آلیاژ

ب- فولادهای پرآلیاژ: عناصر آلیاژی که در تولید فولادهای آلیاژی بکار می‌روند عبارتند از: نیکل، کرم، مولیبدن، منگنز، سیلیسیم، وانادیوم، مس و سرب و برخی عناصر دیگر از جمله کبالت، تنگستن و تانتالیم. برای آنکه به فولاد سختی عمقی دهند منگنز به آن اضافه می‌کنند. بعد از انجام مراحل حرارتی لازم، فولادی با استحکام بالا و سختی عمقی خوب به دست می‌آید.

فولادهای نجیب:

آلیاژ فولاد با فلزات دیرگداز نظیر تنگستن، مولیبدن و تانتالیم را فولادهای نجیب گویند. زیرا فولاد حاصل از این عمل دارای درجه حرارت بسیار بالا و استحکام فوق‌العاده‌ای دارد.

آلومینیم: در حدود ۷.۵ درصد کل پوسته زمین از آلومینیم تشکیل شده است که پس از اکسیژن و سیلیسیم که سهم آنها به ترتیب ۴۹.۲ و ۲۵.۸ درصد می‌باشد، فراوانترین عنصر طبیعی است. این در حالی است که آهن با مصرف زیاد آن در صنعت فقط ۴.۳ درصد پوسته زمین را تشکیل می‌دهد.

تهیه آلومینیم خالص:

آلومینیم را از نوعی مواد معدنی به نام بوکسیت که معمولاً به صورت اکسید آلومینیم است استخراج می‌کنند. سنگ معدن آلومینیم را بعد از خرد کردن و تغلیظ و اضافه نمودن سود و عملیات حرارتی به هیدرات آلومینیم

تبدیل می کنند. سپس با خالص سازی به آلومین می رسند. سپس از آلومین به روش الکترولیز، آلومینیم خالص به دست می آورند. نقطه ذوب آلومینیم خالص در حدود ۶۶۰ درجه سانتیگراد است.

آلومینیم و سیلسیم:

آلومینیم خالص و تجاری خواص ریخته گری نامناسبی دارد. با افزودن ۰.۵ تا ۰.۱۲ درصد سیلسیم خواص ریخته گری این فلز بهبود می یابد. از این آلیاژ در ریخته گری قطعات ریز و سبک استفاده می شود مثل سرسیلندر خودروها.

آلومینیم و مس:

این آلیاژ دارای خواص ماشین کاری خوبی بوده و استحکام و سختی بالایی دارد. ولی به خوردگی مقاوم نیست.

آلومینیم-سیلسیم و مس:

این آلیاژ دارای استحکام بالا و قابلیت ریخته گری خوب است. در اگزوز ماشین از این نوع آلیاژ استفاده می شود.

آلومینیم و منیزیم:

این نوع آلیاژ از مقاومت خوبی در برابر خوردگی برخوردار است و سبک نیز می باشد و در کشتی سازی و هواپیما سازی مورد استفاده قرار فراوان قرار می گیرد.

مس

مس قدیمی ترین فلز صنعتی است که انسان از چندین هزار سال پیش تا حالا با آن سر و کار دارد. در حدود ۰.۰۰۳ درصد پوسته زمین را پوشانده است. نقطه ذوب مس ۱۰۸۳ درجه سانتیگراد است و این دما از نقاط ذوب آهن و فولاد کمتر است. مس بعد از نقره رساناترین عنصر است. قابلیت رسانش حرارتی و الکتریکی مس بالا است. فلز مس خالص، فلزی سنگین، سرخ رنگ و نرم و بسیار چکش خوار است. همچنین تنوع آلیاژی آن با دیگر فلزات، بسیار بالاست.

سنگ معدن مس را از معادنی که درصد مس در آن ۲ الی ۵ درصد باشد استخراج می کنند. بدین صورت که بعد از رساندن غلظت به ۲۰ درصد، آنها را داخل مبدل های مخصوصی می ریزند و بعد از دمیدن هوا و گرفتن سرباره عیار آن به ۷۵ درصد می رسانند. سپس به روشی مشابه تغلیظ آلومینیم، یعنی از طریق الکترولیز، مس خالص را استحصال می کنند.

آلیاژهای مهم مس

برنج (Brass):

آلیاژ مس و روی را برنج گویند. برنج معمولی حاوی ۳۰ درصد روی و ۷۰ درصد مس است. اگر در آلیاژ برنج نسبت مس بیشتر باشد (۸۰٪) به آلیاژ حاصل، برنج قرمز گویند و اگر مقدار روی بیشتر باشد (۴۰٪) به آن برنج زرد گویند. از برنجی که در آن حدود ۱ الی ۳ درصد سیلسیم باشد برای ساخت انواع شیر آلات و مخازن رادیاتورها و لوازم لوله کشی استفاده می‌شود.

مفرغ یا برنز (gunmetal):

آلیاژ مس و قلع را مفرغ گویند. از برنز در ساخت مجسمه‌ها و چرخ‌دنده‌ها و همچنین از ترکیبات برنز با آلومینیم به خاطر مقاومت به خوردگی در ساخت توربین‌ها و قطعات پمپ‌ها و پروانه کشتی‌ها استفاده می‌شود. همچنین از برنز سرب‌دار در ساخت یاتاقان‌ها استفاده می‌کنند.

نیکل (Ni): نیکل فلزی با نقطه ذوب بالا مقاوم در مقابل خوردگی و اکسید شدن و کاملاً شکل‌پذیر و چقرمه است. در دماهای بالا و پایین استحکام خوبی دارد. ولی بسیار گران قیمت است. از نیکل در ساخت فولادهای زنگ نزن و در صنایع غذایی و ساختمانی و اجزای کوره‌های الکتریکی و و موتورهای درون سوز استفاده می‌شود. بیشترین کاربرد نیکل در ایجاد پوشش محافظ برای مقاومت در برابر خوردگی و سخت‌کاری فولاد است.

روی (Zn)

دارای نقطه ذوبی برابر ۴۱۹ درجه سانتیگراد است. از مزایای دیگر آن قیمت پایین و قابلیت ریخته‌گری و استحکام خوب آن است.

برای تهیه ورقه گالوانیزه، ورق فولاد را در درون حمام روی مذاب در دمای ۴۵۰ درجه قرار می‌دهند تا لایه‌ای از روی بر روی فولاد بنشیند که به آن ورق گالوانیزه گویند. علاوه بر روش غوطه‌وری بالا، می‌توان از روش آبکاری و پاشش حرارتی روی، برای پوشش سطح فولاد استفاده کرد.

سرب (Pb)

فلزی نرم، سنگین، براق، چکش‌خوار، مقاوم در برابر خوردگی است. نقطه ذوب آن ۳۲۷ درجه سانتیگراد است و در صنایع باتری سازی، رنگ، سرامیک، نظامی و همچنین در لحیم کاری و حفاظت در مقابل اشعه کاربرد فراوان دارد.

قلع (Sn)

فلزی نرم و براق و مقاوم در مقابل خوردگی با نقطه ذوبی برابر ۲۳۲ درجه سانتیگراد است. از قلع در صنایع بسته بندی کنسرو و کمپوت برای پوشش داخلی ظروف بسته بندی و همچنین در لحیم کاری و ساخت یاتاقان ها استفاده می شود.

جیوه (Hg)

تنها فلز مایع در دمای اتاق است. بخار جیوه به شدت سمی است. در ساخت دماسنج ها، ملقمه دندانپزشکی، در لامپ های روشنایی و باتری ها استفاده می گردد. به دلیل مضرات آن امروزه سعی می شود مصرف آن در صنعت محدود گردد.

بریلیم (Be)

بریلیم فلزی سبک و دارای استحکام بالا و مقاوم در مقابل اکسایش است که در ساخت قطعات هواپیما و قطعات کامپیوتر استفاده می شود.

منیزیم (Mg)

فلزی سفید و نقره ای و از سبکترین فلزات صنعتی است. چکش خوار و مقاوم در برابر خوردگی است.

تیتانیوم (Ti)

فلزی سبک و مقاوم به خوردگی با نقطه ذوب بالا و در دمای بالا خواص خود را حفظ می کند، است. از این فلز در صنایع هوایی و نظامی، تجهیزات پزشکی، صنایع نفت و سوپاپ خودروها استفاده فراوان می شود.

فلزات دیرگداز

فلزات تنگستن، مولیبدن، نایوبیم، تانتالیم، تیتانیوم، زیرکونیم، هافنیم، وانادیوم، رنیم و کروم را فلزات دیرگداز گویند.

وانادیوم به دلیل سمی بودن در صنعت کاربرد بسیار کمی دارد.

مولیبدن (Mo):

مولیبدن فلزی است مقاوم به حرارت و دارای نقطه ذوب ۲۶۰۰ درجه سانتیگراد و چکش خوار و قابل جوشکاری و به علت ارزان بودن در صنعت استفاده زیادی دارد. مثلاً در المنت‌های حرارتی، پوشش پیستونها و لوازم آزمایشگاهی دمای بالا کاربرد فراوان دارد.

تنگستن (W):

تنگستن یا همان ولفرام فلزی است با بیشترین دمای ذوب (۳۲۷۰ درجه سانتیگراد) که از آن در فیلامان لامپها، ترموکوپل، الکترو جوشکاری، تولید اشعه ایکس و ... استفاده می‌شود.

کرم (Cr):

کروم فلزی است با دمای ذوب ۱۹۰۳ درجه سانتیگراد در تولید آلیاژهای مختلف استفاده می‌شود. به عنوان مثال از آلیاژ کرم در ساخت آچار آلات مکانیکی به دلیل استحکام و مقاومت به خوردگی و اکسایش استفاده می‌شود.

منگنز (Mn):

از این فلز برای حذف اکسیژن و گوگرد در فولاد استفاده می‌شود. از پودر فلز منگنز در الکترو جوشکاری، در باتری‌های خشک، رنگدانه سرامیک و تصفیه آب استفاده می‌شود.

فلزات گران بها: فلزاتی نظیر طلا، نقره، پلاتین، اوسمیم، ایریدیم، روتنیم، رودیم و پالادیم را فلزات گران بها گویند و هیچکدام زنگ نمی‌زنند.

پلاتین (Pt):

از پلاتین به دلیل مقاومت به خوردگی سازگاری با بافتهای بدن برای ساخت مواد کاشتنی در بدن استفاده می‌شود. همچنین از دیگر کاربردهای آن می‌توان به ساخت ترموکوپل، و دیسکهای کامپیوتری نام برد.

طلا (Au): فلزی است گرانبها، زنگ نزن و نرم و براق و دارای هدایت الکتریکی و حرارتی بالا و چکش خوار که در دمای ۱۰۶۳ درجه سانتیگراد ذوب می‌شود که در تهیه زیور آلات و صنعت لیزر و اپتیک و صنایع الکترونیک و کامپیوتر کاربرد زیادی دارد.

نقره (Ag):

فلزی است براق و دارای هدایت الکتریکی بسیار خوب که در دمای ۹۶۰ درجه سانتیگراد ذوب می‌شود. از نقره در ساخت زیور آلات، ساخت ملقمه، آینه‌ها و تلسکوپ‌ها، در باروری ابرها و ... استفاده می‌شود.

شیشه و سفال

سفال‌های ساده که از خاک رس و الیاف گیاهان و پشم حیوانات ساخته می‌شدند. بدین صورت که خاک رس را با الیاف گیاهی و پشم حیوانات و آب مخلوط می‌نمودند و آنها را به خوبی هم می‌زدند و بعد از درست شدن گل آن را چند روز به صورت گل نگه می‌داشتند و مرتباً مجموعه را به هم می‌زدند و آب اضافه می‌نمودند. گل اگر به این صورت تهیه شود در موقع پخت، ترک برنمی‌دارد. از گل به دست آمده وسایل مورد نظر را با دست و یا وسایل موجود، حجم‌هایی را می‌ساختند. و سپس این وسیله‌ها را برای پخت به داخل کوره می‌بردند و کوره را روشن می‌کردند. بعد از پخت کامل وسایل، کوره خاموش می‌کردند و بعد از سرد شدن کوره، سفالهای پخته را از کوره خارج می‌نمودند. و برای ساختن سفالهای رنگی، روی همین سفالهای پخته نقش و نگاری با رنگهای طبیعی، ایجاد می‌کردند، و دوباره سفالها را به درون کوره منتقل می‌نمودند و کوره را روشن می‌کردند. در این مرحله احتیاج به دمای زیادی نیست، چون تنها باید رنگها را پخته و به سطح سفال بچسبانند.

بعد از مدتی که رنگها کاملاً جذب سفالها شدند، کوره را خاموش می‌کردند و سفالها را بیرون می‌آوردند. کوره‌های ابتدایی که انسانها با آن وسایل صنعتی خود را می‌ساختند از هیزم به عنوان سوخت استفاده می‌کردند. و برای ازدیاد دمای کوره، به وسیله دمنده‌های دستی، هوا را به داخل کوره هدایت می‌کردند. این عمل باعث ازدیاد دمای کوره می‌شد.

صنعت سفال و شیشه تقریباً شبیه هم است با کمی تفاوت. تاریخ دقیق کشف شیشه توسط انسان مشخص نیست ولی مطمئناً قبل از کشف آهن و چدن به آنها دست یافته‌اند. چون تکنولوژی شیشه همانند سفال و سرامیک است و انسانهای اولیه به خصوص تمدنهای بین النهرین پیشرفتهای بسیاری در ساخت سفال و سرامیک داشتند. سفالهایی با رنگهای طبیعی و بسیار زیبا از تمدنهای گذشته به جای مانده است.

به طور کلی ترکیبی از اکسید سیلیسیم و یا اکسید ژرمنیم با اکسید اکثر عناصر دیگر، شیشه را نتیجه می‌دهد. با وجود به دست آمدن صدها فرمول برای ساخت شیشه، هنوز هم در اکثر مواقع از فرمول هزار سال پیش، یعنی: کربنات سدیم + سیلیس + آهک و دمای ذوب زیر ۱۰۰۰ درجه به شیشه می‌توان رسید.

فرمول اصلی شیشه های معمول $Sio_2 + Cao + Na_2 Co_3$ = شیشه

شیشه کوارتز: اگر Sio_2 را که دمای بالایی دارد و به سیلیس مشهور است و در ساحل دریاها فراوان یافت می‌شود را ذوب نموده و قالب‌گیری کنیم به شیشه‌ای دست خواهیم یافت که دمای ذوب آن $2000^{\circ}C$

می‌باشد این شیشه بسیار گران‌قیمت بوده و جذب نور توسط این شیشه بسیار کم است و اشعه UV را نیز از خود عبور می‌دهد.

شیشه پیرکس: اگر به شیشه مذاب معمولی، اکسید بور اضافه شود، شیشه حاصل بی‌رنگ بوده، و به دلیل مقاومت حرارتی و شیمیایی خوب و مقاوم به ضربه در ساخت ظروف آزمایشگاهی و عدسی‌ها از آن استفاده می‌شود.

شیشه‌های رنگی: اگر در ترکیبات شیشه اکسید فلزات را اضافه کنیم، شیشه‌های رنگی بدست می‌آید. مثلاً با افزودن اکسید آهن شیشه به رنگ سبز درمی‌آید.

شیشه‌های فوتوکرومیک: اگر به شیشه‌های معمولی ترکیباتی از نقره و هالوژنها را اضافه کنیم، شیشه به فوتوکرومیک تبدیل می‌شود. این شیشه‌ها در مقابل امواج مرئی الکترومغناطیس، تغییر رنگ می‌دهند.

شیشه‌های سرب‌دار: این نوع شیشه‌ها از شیشه‌های دیگر شفاف‌تر و سنگین‌تر هستند و دارای ضریب شکست بالا در حدود $n = 1.545$ می‌باشند. به دلیل وجود ترکیبات سربی، این شیشه‌ها، حفاظ خوبی برای پرتوهای X و رادیواکتیو می‌باشند و در جابه‌های لامپها کاربرد دارد. و به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند:

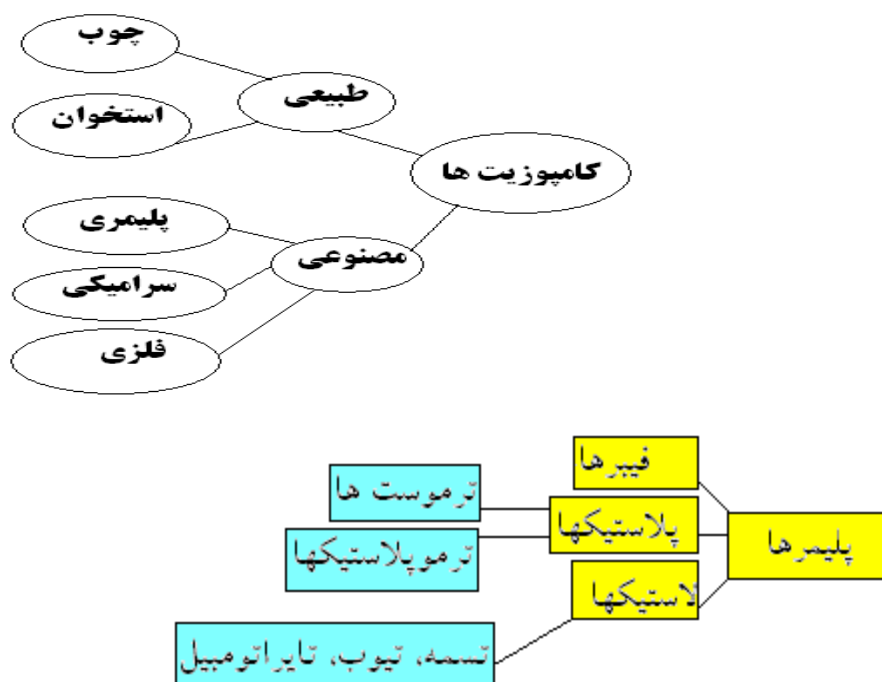
الف- کریستال‌ها: دارای ترکیبات سربی بود و بسیار شفاف و سنگین و صدا دار و قابل تراش هستند و طیف رنگی می‌دهند.

ب- اشتراس‌ها: در ساخت جواهرات مصنوعی کاربرد دارند

ج- فلینت‌ها: در تهیه عدسی دوربینهای عکاسی و لوازم اپتیکی بکار می‌رود و ۸۰٪ سرب دارند.

کامپوزیتها:

مواد کامپوزیتی از ترکیب دو یا چند ماده با خواص متفاوت به وجود می‌آیند و از لحاظ ساختار به راحتی قابل تشخیص هستند و با هم حل نمی‌شوند. ساده‌ترین و قدیمی‌ترین ترکیب کامپوزیتی، که دست ساخت انسان است کاه‌گل می‌باشد. که در آن از موادی ساده و دم‌دستی مثل خاک رس، ذرات کاه و آب استفاده می‌شود. همچنین از دیگر کامپوزیتها که همگی با آنها آشنا هستیم می‌توانیم به آسفالت، بتن، تایلر خودرو و ... اشاره کرد. چوب و استخوان نیز نوعی کامپوزیت طبیعی هستند.



فیبرها: از فیبرها در صنایع نساجی، بسته‌بندی، ام دی اف و ... استفاده می‌شود

ترموستها: پلاستیکهایی هستند که با ذوب کردن دوباره، قابل قالبگیری و استفاده مجدد نیستند. مثل: پلاستیکهای داخل اتومبیل، توپ بازی، پرز برق و غیره

ترموپلاستیکها: بارها می‌توان آنها را ذوب کرده و قالبگیری نمود. که دامنه وسیعی دارند. مانند: نایلونها، تفلونها، پلگسی گلاسها، پی وی سی، پلی آمیدها، پلی پروپیلن و ABS و ...

فایبرگلاس: اولین کامپوزیت صنعتی است که از رشته‌های شیشه که در زمینه پلیمری قرار گرفته‌اند تشکیل شده است.

نانو ذرات: به ذره‌ای گفته می‌شود که ابعاد آن در حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است. ذرات نانو رایج‌ترین عناصر در علم و فناوری نانو بوده و خواص جالب توجهی دارند. این نانو ذرات به انواعی چون نانو ذرات فلزی، سرامیکی، پلیمری و نیمه هادی تقسیم می‌شوند.

اندازه گیری

اندازه گیری شاید قدمتی به اندازه تمدن بشری دارد و انسانها از دیرباز به فکر اندازه گیری کمیت‌های فیزیکی مختلف به وسیله ابزار آلات ابتدایی بودند. شاید اولین ابزار اندازه گیری، استفاده از اعضای بدن انسان به عنوان واحد اندازه گیری باشد. در گذشته‌های دور از اعضای بدن انسانهای شاخص، مانند پادشاهان و یا فرمانروایان هر دوره به عنوان واحد اندازه گیری طول استفاده می کردند. و یا از پیمانه‌های تعریف شده برای هر قومی، به عنوان واحد اندازه گیری محصولات کشاورزی برای داد و ستد استفاده می کردند. به علت مشکلاتی نظیر هماهنگ نبودن همه ملتها در استفاده از یک واحد تعریف شده مشخص و یا از بین رفتن واحدهای طول با مرگ و میر افراد شاخص، انسانها به فکر استفاده از واحدهای دقیق تر و پایاتری افتادند.

نمونه‌هایی از واحدها را در زیر می آوریم:

$$1\text{mile} = 1760\text{yard} \quad \text{و} \quad 1\text{yard} = 3\text{ft} = 36\text{inch} = 91.44\text{cm}$$

$$1\text{inch} = 2.54\text{cm} = 25.4\text{mm} \quad \text{و} \quad 1\text{ft} = 12\text{inch} = 30.48\text{cm}$$

در سال واحدهای مختلف استاندارد بین المللی تعریف شد که یکی از آنها واحد SI یا سیستم متریک است. اولین تعریف متر استاندارد ۱۷۹۱ میلادی بیان شد و بر طبق آن: متر عبارت است از یک بر چهل میلیونوم طول نصف النهاری است که از پاریس می گذرد. بر اساس همین تعریف متری ساخته شد به شکل منشوری از جنس پلاتین ایریدیم و با مقطع X و در اولین کنفرانس اوزان و مقادیر مورد تصویب قرار گرفت. متر مبنای فوق در موزه اوور فرانسه نگهداری می شود. آخرین و دقیق ترین تعریف متر استاندارد به صورت زیر است: یک متر عبارت است از مسافتی است که نور در خلاء و در کسری از ثانیه $\frac{1}{299792458}$ طی می کند.

واحدهای اندازه گیری زاویه:

$$\text{که در آن } D \text{ بر حسب درجه، } R \text{ بر حسب رادیان و } G \text{ بر حسب گراد است.} \quad \frac{D}{360} = \frac{R}{2\pi} = \frac{G}{400}$$

کمیت: به هر چیزی که قابل افزایش و کاهش باشد و نیز بتوان تساوی میان دو مقدار از آن را با دقت بیان کرد کمیت فیزیک گویند.

کمیت اصلی: به کمیتی که به صورت مستقل از سایر کمیات در یک دستگاه بیان می‌شود، کمیت اصلی یا پایه گویند. مثل: M طول - Kg جرم - t زمان و

کمیت فرعی: کمیتی است که بر اساس کمیت‌های اصلی تعریف می‌شود. مانند شتاب و نیرو و ...

دستگاه بین‌المللی واحدها (SI): این دستگاه بر اساس هفت کمیت اصلی پایه بیان می‌شود:

طول	جرم	زمان	جریان الکتریکی	دما	مقدار ماده	شدت روشنایی
M (متر)	(کیلوگرم) Kg	t (ثانیه)	A (آمپر)	K (کلوین)	m (مول)	Ca (کاندلا)

وسایل اندازه‌گیری:

الف- وسایل اندازه‌گیری متغیر: با این وسایل می‌توان چندین بعد یک قطعه را اندازه‌گیری کرد. مانند کولیس، خط کش و ...

ب- وسایل اندازه‌گیری ثابت: با این وسیله فقط می‌توان یک بعد خاصی را اندازه‌گیری نمود. مانند: فیلر، شابلن زاویه و ...

خطا: اشتباهی که در اندازه‌گیری حاصل شود را خطا گویند. برای اینکه این خطا را کم کنیم معمولاً باید آن اندازه‌گیری را چندین بار تکرار کنیم و میانگین بگیریم. خطای مطلق عبارتست از بزرگترین اختلاف بین اندازه‌گیریها و میانگین می‌باشد.

خطای نسبی: خطای نسبی از خطای مطلق دقیق‌تر است. از تقسیم خطای مطلق بر اندازه واقعی به دست می‌آید.

خطاهای روشمند: خطاهایی هستند که در ضمن اندازه‌گیری ممکن است بوجود آیند و با رعایت بعضی از نکات می‌توان آنها را به حداقل رساند ولی به هیچ وجه به صفر نخواهند رسید مانند:

الف- فشار درگیری: در موقع اندازه‌گیری قطعات با کولیس و میکرومتر، فشاری که فکهای این وسایل در موقع اندازه‌گیری به سطح قطعه وارد می‌کنند، باید در حد مماس شدن باشد نه بیشتر. چرا که در صورت فشار بیشتر به سطح قطعه، فکها در سطح به مقدار جزئی فرو خواهند رفت. و این فرو رفتگی علاوه بر ایجاد خطا در

اندازه‌گیری، باعث خرابی وسیله اندازه‌گیری و ناصافی سطح قطعه خواهد شد. بنابراین باید میزان فشار درگیری متناسب با حد مماس شدن دو فک بر روی سطح قطعه کار باشد.

ب- انتخاب وسیله اندازه‌گیری مناسب: برای اندازه‌گیری هر قسمت یک قطعه بهتر است از وسیله اندازه‌گیری مناسبی استفاده شود. مثلاً برای اندازه‌گیری طول یک سطح خمیده، یک متر نواری بهتر از خط‌کش است.

ج- خطای مثلثاتی (کسنوسی): در اثر عمود نبودن بعد اندازه‌گیری بر فکهای وسیله اندازه‌گیری، خطای کسینوسی بوجود می‌آید.

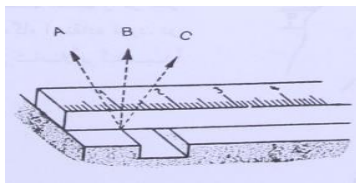
د- خطای عدم کالیبراسیون: کلیه وسایل اندازه‌گیری باید کالیبره باشند و بعضی از آنها هر از چند گاهی باید توسط افراد خبره، کالیبره گردند.

ه- آلودگی: آلودگی چون دارای بعد است در اندازه‌گیری‌های دقیق خود را نشان داده و ایجاد خطا می‌کند. بنابراین برای جلوگیری از این خطا باید وسایل اندازه‌گیری و قطعه مورد نظر، دستها و لباسهای شخص اندازه‌گیر و مکان اندازه‌گیری، فاقد هر گونه آلودگی باشد.

و- دما: بعضی از قطعات مخصوصاً فلزات با تغییر دما، تغییر بعد می‌دهند که در اندازه‌گیری دقیق، خطای فاحشی را نشان خواهند داد.

ز- رطوبت: این عامل نیز علاوه بر ایجاد زنگ‌زدگی در قطعات و وسایل اندازه‌گیری، به علت داشتن بعد، در اندازه‌گیری نیز خطا ایجاد می‌کند.

ح- خطای چشم: در اثر عمود نگاه کردن به نقطه اندازه‌گیری می‌توانیم مقدار دقیق اندازه آن را بخوانیم. در غیر اینصورت دچار خطای زیادی در خواندن خواهیم شد.



ط- ارتعاش: وجود هر گونه ارتعاش اعم از لرزش دست، ساختمان آزمایشگاه، میز اندازه‌گیری، صفحه صافی و غیره ممکن است ایجاد خطا کند.

ی- خطای کمانشی: چنانچه قطعه یا صفحه بلندی داشته باشیم و بخواهیم طول و عرض آن را اندازه بگیریم، اگر آن قطعه را روی یک سطح کاملاً صاف قرار ندهیم، ممکن است در موقع اندازه‌گیری بر اثر خمش متر اندازه‌گیری، دچار خطای کمانشی شویم.

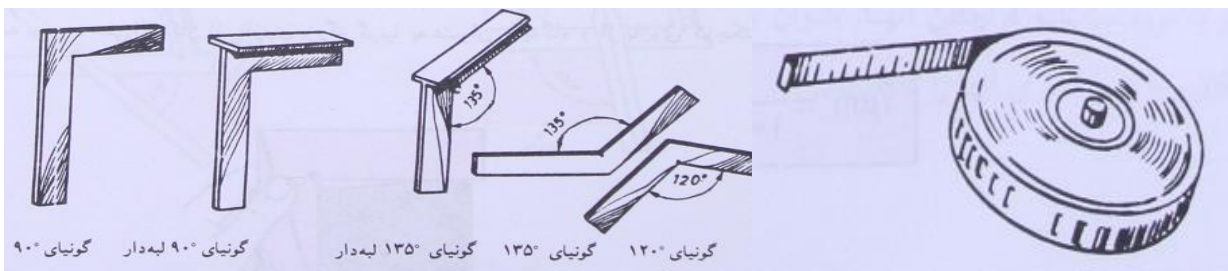


ک- خطای اندازه‌گیر: شخص اندازه‌گیر نیز باید دقت، حوصله، مهارت و تجربه و بینایی کافی داشته باشد تا خطای اندازه‌گیر را تا حد ممکن کاهش دهد.

ل- خطای ریاضی: ممکن است مقدار اندازه‌گیری را درست نخوانیم و یا در جمع و تفریق اشتباه کنیم
خطاهای اتفاقی:

هر خطایی که به صورت ناگهانی رخ دهد را خطای اتفاقی گویند. مانند: ارتعاش، زلزله، تغییر شرایط محیطی، جریان هوای ناگهانی
وسایل اندازه‌گیری:

ساده‌ترین و معمول‌ترین وسیله اندازه‌گیری طول، متر و خط‌کش می‌باشند که بر حسب میلی‌متر یا اینچ درجه بندی می‌شوند. مترها به صورت انواع مختلفی همچون، متر نواری فبری، متر تاشو، متر نواری پارچه‌ای و متر فلزی دیده می‌شوند.



چرخ اندازه‌گیر: چرخ اندازه‌گیر نیز جزو گروه مترها می‌باشد که بیشتر برای اندازه‌گیری سطوح منحنی، سطوح صاف و یا طولهای زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در بعضی مواقع برای راحتی خواندن دور این وسیله اندازه

گیری، به آن شمارنده اضافه می کنند تا مقدار دور را مشخص کند. که یک نمونه پیشرفته این وسیله در سیستم شمارنده کیلومتر اتومبیل نصب شده است.

خط کش: وسایلی برای اندازه گیری بعد هستند و دقتشان از مترهای نواری بیشتر است که ممکن است بر حسب میلیمتر یا اینچ باشند.

نکات لازم برای درست خواندن خط کش:

۱- بهتر است برای خواندن خط کش به محل مورد نظر به صورت کاملاً عمود نگاه کنیم.

۲- باید طول خط کش به لبه قطعه عمود باشد.

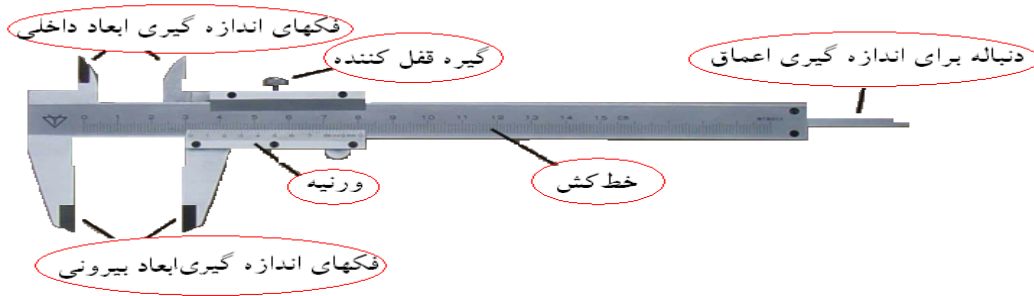
۳- برای اندازه گیری قطر یک قرص بهتر است یکی از خطوط خط کش را بر لبه قرص منطبق کنیم و انتهای خط کش را روی لبه روبرویی آن بچرخانیم هر جا بیشترین اندازه را داد، قطر قرص مشخص می شود.

پرگارها: از وسایل کمکی در اندازه گیری کارگاهی هستند که از آنها برای رسم دایره و کمان، خط کشی، علامت گذاری، اندازه گیری و انتقال اندازه از قطعه به روی ابزار و یا برعکس استفاده می شود. که این پرگارها انواع مختلفی دارند و در دو شکل ساده و یا ورنیه دار (یا دیجیتالی) ساخته می شوند.



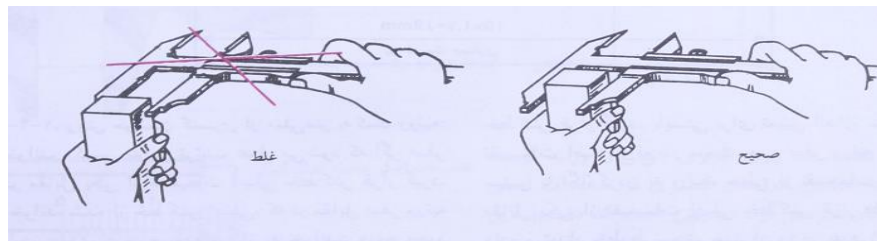
نقاله و گونیا: از نقاله برای رسم زوایای مختلف، و از گونیا برای خط کشی و تست زوایای ۹۰ و ۴۵ و یافتن مرکز قطعه استوانه‌ای استفاده می شود.

کولیس: در حدود ۳۰۰ سال پیش کولیس توسط یک ریاضی دان فرانسوی به نام پی‌یر ورنیه ساخته شد. این وسیله اندازه گیر خیلی دقیق‌تر از متر و خط کش می باشد و می تواند با دقت ۰.۰۲ میلیمتر و یا ۰.۰۰۱ اینچ اندازه گیری کند. قسمت‌های مختلف یک کولیس عبارتند از:



۱- فک و شاخک ثابت ۲- فک و شاخک متحرک ۳- خط کش ۴- زبانه اندازه گیر عمق ۵- پیچ قفل دهانه ۶- ورنیه

کولیس ها معمولاً بر حسب میلیمتر و اینچ درجه بندی دارند. که خط کش و ورنیه پایین بر حسب میلیمتر و خط کش و ورنیه بالا بر حسب اینچ می باشند. در کولیسها، فک ثابت از سه قسمت چاقویی، تخت و پله ای تشکیل شده و با خط کش یکپارچه است و فک متحرک، از سه قسمت چاقویی، تخت و پله ای تشکیل شده است و با کشو یکپارچه است. از فکهای ثابت و متحرک برای اندازه گیری خارجی و از شاخک ثابت و متحرک برای اندازه گیری داخلی و از زبانه برای اندازه گیری عمق استفاده می شود.



نکته: از قسمت چاقویی کولیس برای اندازه گیری گلولی ها و شیارهای باریک استفاده می شود.

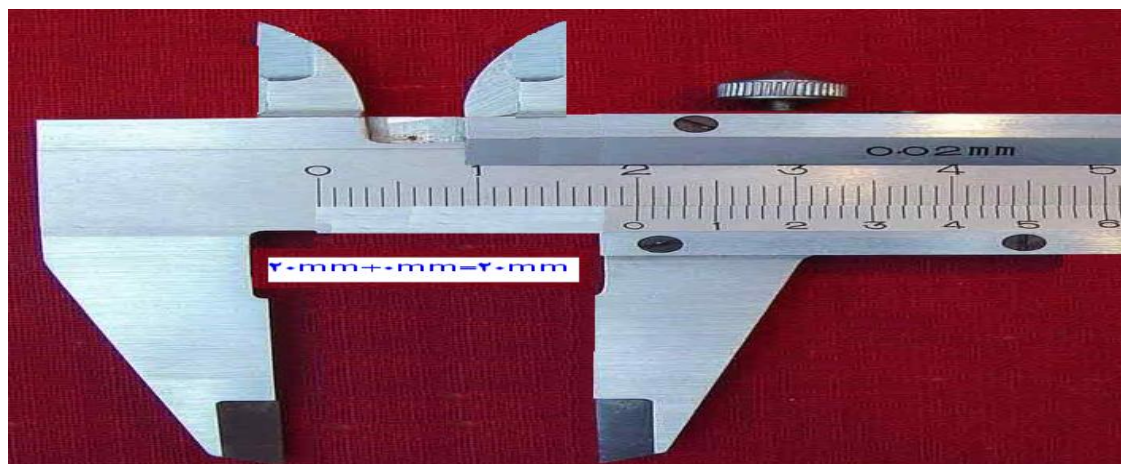
دقت یک کولیس: عبارت است از تقسیم کوچکترین اندازه خط کش کولیس، بر تعداد درجات ورنیه. اگر دقت کولیس را با A و کوچکترین واحد خط کش را با b و تعداد تقسیمات ورنیه را با c نشان دهیم آنگاه خواهیم داشت:

$$A = \frac{b}{c}$$

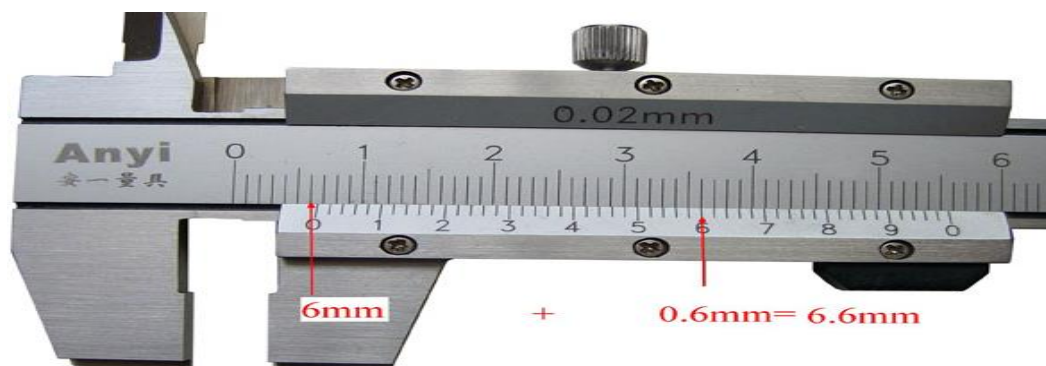
یعنی اگر ورنیه به پنجاه قسمت مساوی تقسیم شده باشد و خط کش نیز بر حسب میلیمتر باشد، از تقسیم یک

بر ۵۰، دقت کولیس بدست خواهد آمد: $A = \frac{1}{50} = 0.02$ دقت کولیس

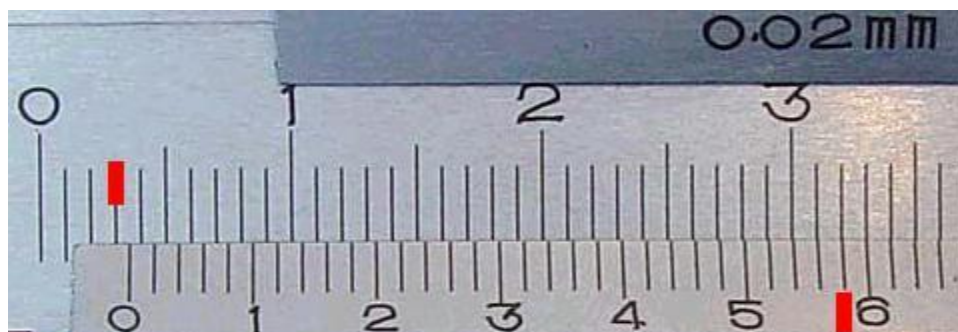
نحوه خواندن کولیس: راحت ترین حالت خواندن کولیس، موقعی است که صفر ورنیه در امتداد یکی از خطوط خط کش باشد. در این صورت از صفر خط کش تا صفر ورنیه را بر روی خط کش و بر حسب میلیمتر می خوانیم. در این حالت مقداری که ورنیه نشان می دهد صفر است. شکل پایین را ببینید.



ولی اگر صفر ورنیه بر روی یک عدد خط کش منطبق نباشد، برای خواندن کولیس، ابتدا از صفر خط کش تا صفر ورنیه را بر حسب میلیمتر می خوانیم، و برای خواندن ورنیه، دنبال خطی از تقسیمات ورنیه می گردیم که منطبق بر امتداد یکی از تقسیمات خط کش باشد. از این خط ورنیه تا صفر ورنیه را می شماریم تا ببینیم به چند قسمت تقسیم شده است. تعداد تقسیمات به دست آمده را در دقت کولیس ضرب می کنیم و با عدد روی خط کش که قبلاً خواندیم جمع می کنیم. این همان عددی است که کولیس نشان می دهد. شکل های زیر را راببینید:



مقداری که کولیس نشان میدهد برابر است با: $6\text{ mm} + 30 \times 0.02 = 6.6$



همانطور که در شکل می بینید ابتدا از صفر خط کش تا صفر ورنیه را از روی خط کش بر حسب میلیمتر می خوانیم که برابر است با ۳ میلیمتر و حالا از صفر ورنیه به بعد از روی ورنیه نگاه می کنیم تا خط منطبق ورنیه را با خط کش پیدا کنیم، همانطور که در شکل می بینید این خط ۲۹ ورنیه است و دقت کولیس هم ۰.۰۲ است لذا دقت را در تعداد تقسیمات شمرده شده ضرب می کنیم و با عدد خط کش که قبلاً خواندیم جمع می کنیم:

$$3mm + 0.02 \times 29 = 3 + 0.58 = 3.58mm$$

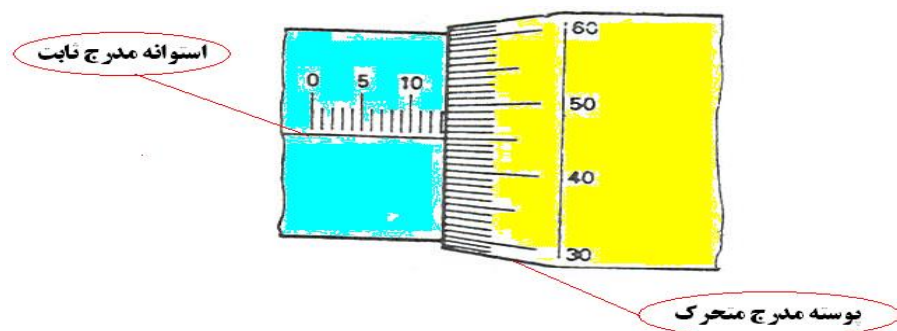
میکرومتر (ریزسنج)

میکرومتر کی دیگر از وسایل اندازه گیری متغیر است. میکرومتر از کولیس دقیق تر است و انواع مختلفی دارد که برای اندازه گیری ضخامتهای مختلف اعم از داخلی، خارجی و عمق قطعات بکار می رود. که اساس کار آنها شبیه هم بوده و در اینجا به معرفی معمولی ترین آنها که میکرومتر خارجی است می پردازیم:

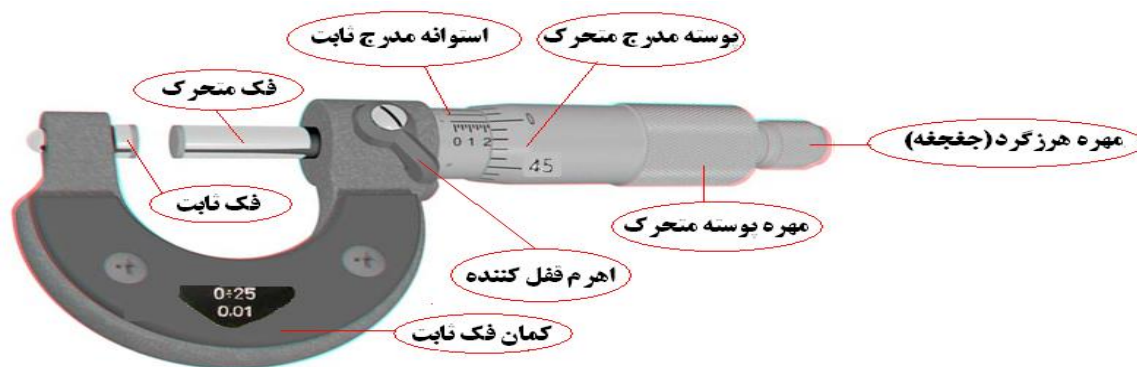
میکرومتر خارجی: میکرومتری است که برای اندازه گیری ضخامت خارجی قطعات بکار می رود. و دارای قسمتهای زیر است:

- ۱- فکهای اندازه گیری (ثابت و متحرک) ۲- کمان محافظ ۳- اهرم قفل کننده دهانه ۴- استوانه مدرج ثابت ۵- پوسته مدرج متحرک ۶- مهره تنظیم ۷- هرزگرد (جغغه)

دقت میکرومتر و بیشترین مقدار باز شدن دهانه آن را معمولاً روی قسمت کمانی میکرومتر می نویسند. که ممکن است بر حسب میلیمتر و یا اینچ باشد. میکرومترهای خارجی معمولاً در چهار سایز ۲۵-، ۵۰-، ۷۵- و ۱۰۰- در بازار موجودند. که برای قطعات ریز از سایز ۲۵- استفاده می شود. معنی ۲۵-۰ یعنی: "دهانه میکرومتر در نهایت به اندازه ۲۵ میلیمتر باز می شود"



قبل از استفاده از میکرومتر باید دهانه میکرومتر را کاملاً ببندیم (با استفاده از هرزگرد جغجغه) و سپس صفر دستگاه را بررسی کنیم. باید موقعی که دهانه میکرومتر کاملاً بسته است، دستگاه صفر را نشان دهد، در غیر این صورت باید میکرومتر را برای کالیبراسیون به مسئول کارگاه تحویل دهیم.



نکته - اگر در موقع بستن دهانه میکرومتر، و در آستانه تماس شدن فک متحرک بر قطعه، از هرزگرد استفاده نکنیم، ممکن است میکرومتر را از کالیبراسیون خارج کنیم. بنابراین دقت کنید در موقع تماس شدن فک متحرک بر قطعه، حتماً از پیچ هرزگرد جغجغه (در این مرحله باید سه مرتبه پیچ هرزگرد را بپیچانیم) استفاده کنیم.

دقت میکرومتر: اگر پوسته متحرک یکدور کامل بچرخد برابر با گام پیچ میکرومتر است. طبق تعریف پیچها، گام پیچ برابر است با فاصله دو قله کناری در رزوه هر پیچ، گام پیچ را معمولاً با عدد P نشان می‌دهند. اگر دقت

$$\text{میکرومتر را با } B \text{ نشان دهیم و تعداد تقسیمات پوسته هم } T \text{ باشد داریم: } B = \frac{P}{T}$$

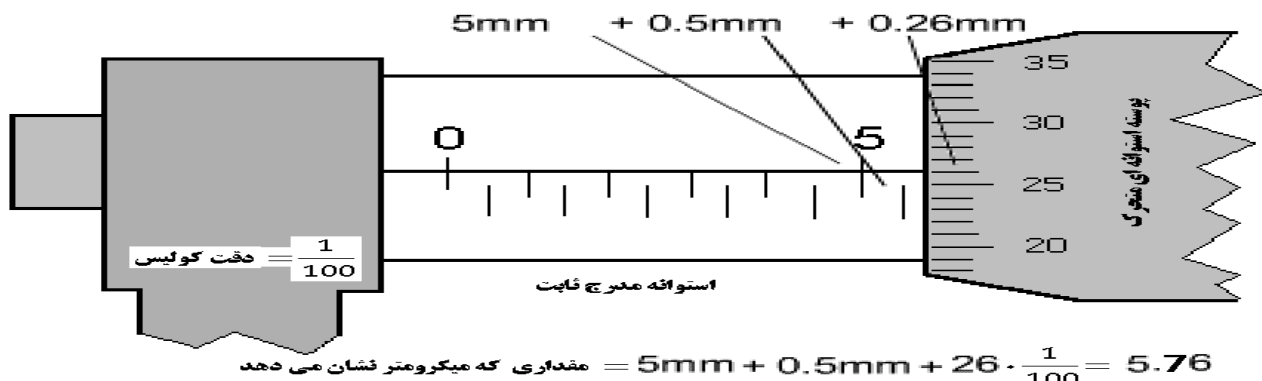
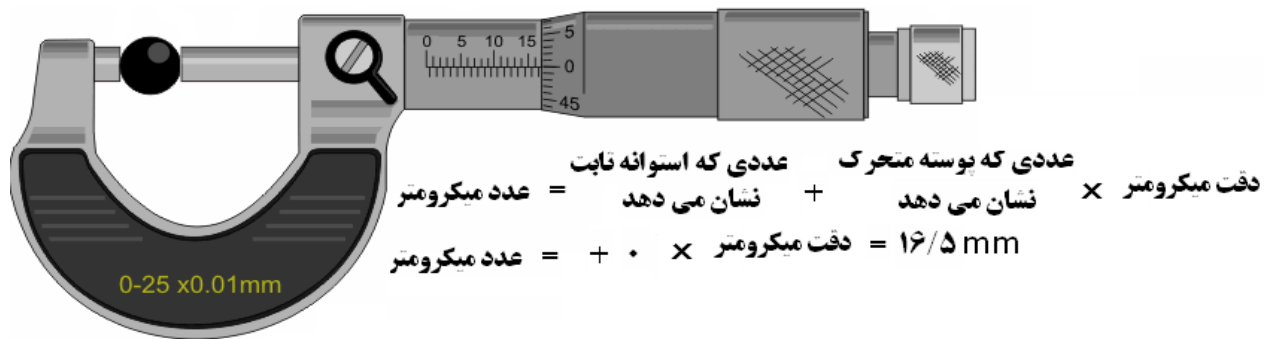
مثال: اگر با چرخاندن یک دور کامل پوسته متحرک، پوسته به اندازه نیم میلیمتر جابجا شود و تعداد تقسیمات

$$B = \frac{P}{T} = \frac{0.5}{50} = 0.01 \quad \text{پوسته نیز ۵۰ قسمت باشد دقت میکرومتر چقدر است؟}$$

نحوه اندازه گیری با میکرومتر خارجی: ابتدا قطعه و فکهای ثابت و متحرک میکرومتر را از آلودگی احتمالی تمیز می کنیم و بعد از اطمینان از سالم بودن میکرومتر، دهانه آن را به اندازه کمی بیشتر از بعد قطعه باز می کنیم. و قطعه را از یک طرف به فک ثابت مماس می کنیم و مهره تنظیم فک متحرک را آنقدر می پیچانیم تا این فک در آستانه مماس شدن به قطعه باشد، حالا از پیچ هرزگرد (جفجغه) برای مماس شدن فک به قطعه استفاده می کنیم. بعد از تماس اولیه از جفجغه صدایی می شنویم. دو دور دیگر در این حالت جفجغه را در جهت ساعتگرد می پیچانیم. حالا دیگر اطمینان داریم که فکها کاملاً به قطعه مماس شده اند. در این حالت مقدار میکرومتر را می خوانیم.

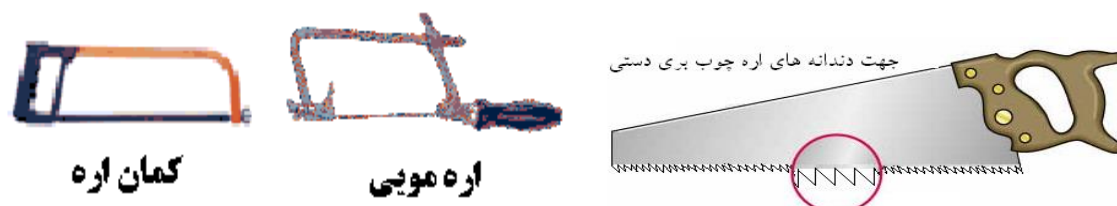
نحوه خواندن مقدار میکرومتر: ابتدا از صفر استوانه مدرج ثابت تا لبه پوسته متحرک را بر حسب میلیمتر می خوانیم. سپس از صفر پوسته متحرک تا خط افقی روی استوانه ثابت را می خوانیم و در این قسمت هر چه خواندیم در دقت میکرومتر ضرب می کنیم و با عدد قبلی جمع می کنیم، حاصل همان مقدار نشان داده شده توسط میکرومتر است.

مثال: در شکل زیر میکرومتر چه عددی را نشان می دهد؟



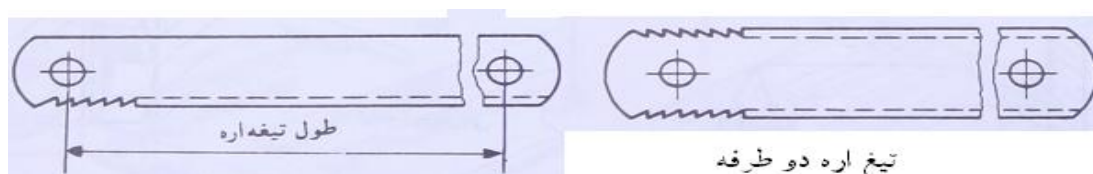
اره کاری

فرآیندی است که با براده برداری از قطعه کار، آن قطعه را می بریم و یا در آن شیار ایجاد می کنیم. که ممکن است این اره کاری با نیروی دست و یا با نیروی الکتروموتور باشد.



اره ها، یا آهن بر و فولادبر هستند و یا چوب بر، دندانه های اره های آهن بر و فولادبر ظریف تر هستند و دندانه های اره های چوب بر درشت تر می باشند. جنس تیغ اره های آهن بر از فولاد ابزارسازی و جنس تیغ اره های فولادبر از فولاد سخت می باشند. تعداد دندانه های تیغ اره در واحد اینچ یکی از معیارهای شناسایی نوع تیغ اره می باشد. مثلا اگر تعداد دندانه های تیغ اره ای ۱۴ الی ۱۶ عدد در واحد اینچ (۲.۵۴ سانتیمتر) باشد، به آن تیغ اره دندانه خیلی درشت گویند و برای برش فلزات نرم مثل مس و آلومینیوم و پلاستیکها از آنها استفاده می شود. و اگر تعداد دندانه ها در یک اینچ ۲۸ الی ۳۲ عدد باشد به آن تیغ اره دندانه ظریف گویند و برای برش فلزات سخت بکار می رود.

استاندارد اندازه های تیغ اره های آهن بر به صورت زیر است:



طول تیغ اره ها، ۲۰۰ و ۲۵۰ و ۳۰۰ میلی متر و عرض آنها ۱۲ الی ۱۶ میلی متر و ضخامت آنها ۰.۶ الی ۰.۸ میلی متر می باشد. در بعضی از تیغ اره ها ممکن است هر دو طرف تیغ اره دارای دندانه باشد. که با کند شدن یک طرف می توان از طرف دیگر تیغ اره نیز استفاده کرد. در ضمن منظور از طول تیغ اره فاصله بین دو سوراخ ابتدا و انتهای تیغ اره است. مانند شکل زیر

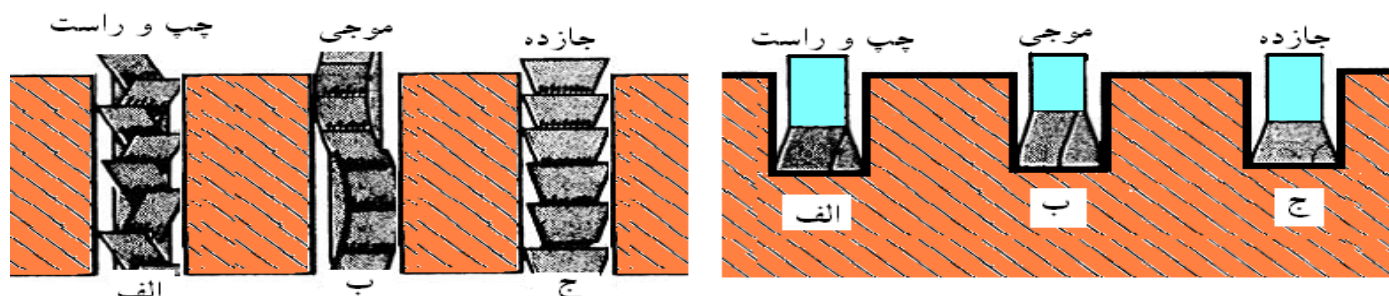


آزادبری اره‌ها: برای اینکه تیغ اره‌ها در حین کار، در شیار ایجاد شده گیر نکنند و به صورت آزاد حرکت کنند، دندانه تیغ اره‌ها را به سه شکل زیر می‌سازند:

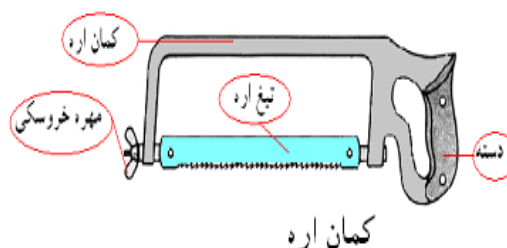
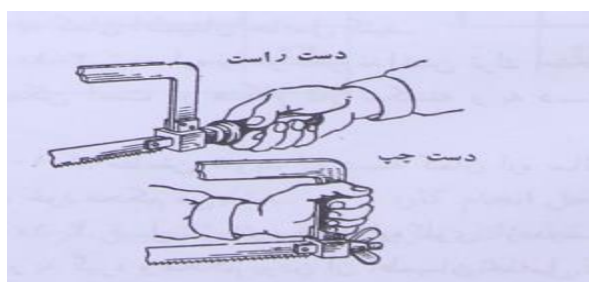
الف- دندانه‌های تیغ اره را به صورت یکی متمایل به چپ و یکی متمایل به راست می‌سازند. تا عرض شکاف از ضخامت تیغ اره بیشتر شده، و تیغ اره در شکاف گیر نکند. شکل (الف)

ب- دندانه‌های تیغ اره را به صورت موجی سینوسی می‌سازند به طوری که صفحه گذرنده از این موج بر راستای برش عمود باشد. در این صورت نیز عرض شیار ایجاد شده، از ضخامت تیغ اره بیشتر خواهد شد. شکل (ب)

ج- اگر دندانه‌های تیغ اره را جداگانه به صورت دوزنقه متساوی الساقین بسازیم و آنها را تک تک از روی قاعده کوچک بر روی بدنه تیغ اره و در راستای طولی آن به صورت پشت سر هم جوش دهیم، تیغ اره با دندانه جازده تشکیل خواهد شد. شکل (ج)

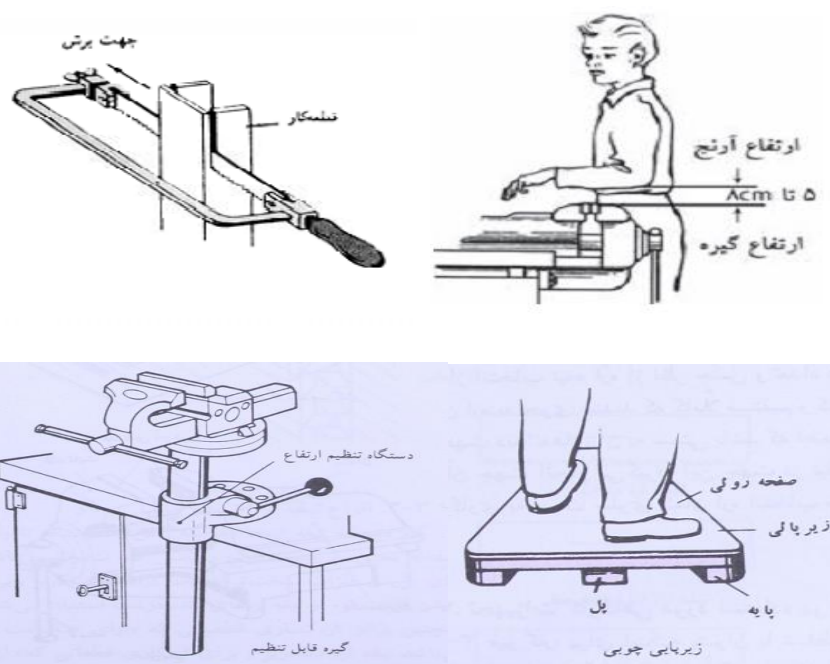


کمان اره دستی: وسیله‌ای است که تیغ اره در آن بسته می‌شود. باید موقع بستن تیغ اره دقت نمود تا جهت دندانه‌ها به سمت جلو باشد تا کاربر در موقع حرکت به جلو، اره را بر سطح کار بفشارد و موقع کشیدن به سمت خود، به آرامی اره را بکشد.

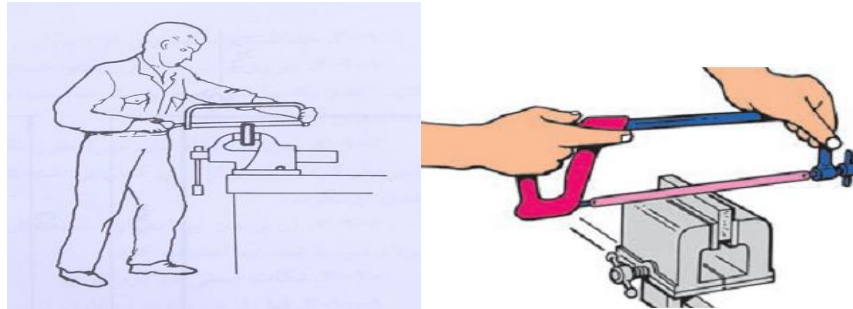


نکته: اگر قطعه دارای سطحی بزرگ باشد می‌توان برای برش آن، تیغ اره را در داخل کمان اره چرخاند و به صورت عمود بر راستای دسته کمان اره بست. در موقع شروع به اره کاری باید از سالم بودن تیغ اره و کمان اره و بسته بودن پیچ آن اطمینان حاصل کنیم.

ارتفاع گیره رومیزی برای کاربر باید استاندارد باشد. در شکل زیر نحوه تست ارتفاع گیره برای هر شخص نشان داده شده است. در صورت عدم تطابق با قاعده زیر، باید از زیر پای و یا از گیره‌ی ارتفاع متحرک استفاده کرد.



نکته: برای بریدن قطعاتی نازک و حساس با تیغ اره، باید از دو قطعه دیگری از جنس چوب و یا پلاستیک استفاده کنیم. به این صورت که بهتر است این دو قطعه چوب یا پلاستیک دارای ضخامتی در حد سانتیمتر و طول و عرضی برابر قطعه نازک داشته باشند، سپس قطعه نازک را در وسط و دو قطعه دیگر را در طرفین آن قرار می‌دهیم. و سپس این مجموعه را از دو نقطه به گیره نگهدارنده می‌بندیم. سپس مجموعه را در گیره رومیزی طوری می‌بندیم که بتوانیم به راحتی برشی در مجموعه ایجاد کنیم. بعد از عملیات برشکاری، سه قطعه را از هم جدا می‌کنیم. با این ترفند توانستیم قطعاتی با ضخامت خیلی کم را با کمان اره به صورت منظم ببریم.

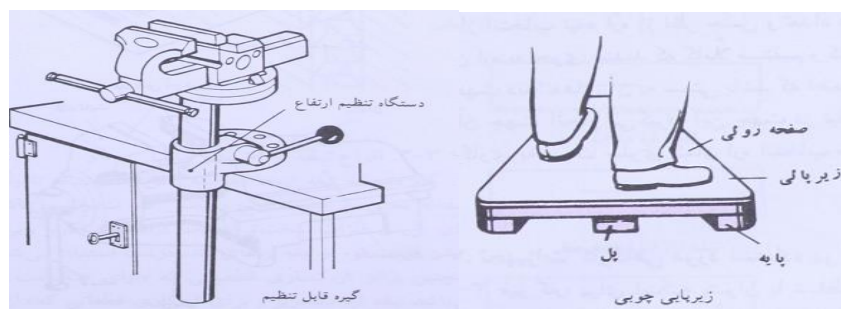


برای اینکه تیغ اره در موقع برش بر روی قطعه بتواند به راحتی حرکت کند، باید همواره حداقل ۲ یا ۳ دندانه تیغ اره با قطعه درگیر باشد در غیر این صورت اره مدام گیر خواهد کرد.

چگونه قطعه‌ای را با اره ببریم:

- ۱- باید قطعه مورد نظر را در نقطه برش خط‌کشی کنیم.
- ۲- قطعه را به گیره ببندیم، به طوری که خط برش حتی الامکان به گیره نزدیک باشد.
- ۳- سالمی تیغ اره، جهت دندانه‌های تیغ اره و خود کمان اره را قبل از برش بررسی می‌کنیم.
- ۴- در کنار قطعه می‌ایستیم به طوریکه پای چپ کمی جلوتر از پای راست قرار گیرد. و با دست راست، دسته کمان اره را می‌گیریم. بهتر است قبل از اره کاری، خط برش را با سوهان سه گوش ریز، علامت بزنیم و یا اینکه با تیغ اره به آهستگی یک شیار راهنما ایجاد کنیم.
- ۵- در خط‌کشی بهتر است مقدار پرتی برش را نیز در نظر بگیریم که در حین برش به صورت براده از قطعه جدا می‌شود، که معمولاً کمی بیشتر از ضخامت تیغ اره است.
- ۶- شروع اره کاری مهم است. برای شروع بهتر است فشار دست روی کار کم باشد و با انتخاب طول کمی از تیغ اره و حرکت سریع آن طول روی قطعه کار (با حداقل فشار و سرعت زیاد) به داخل قطعه وارد می‌شویم. با نشستن تیغ اره در داخل قطعه، از تمام طول تیغ اره استفاده می‌کنیم و در موقع حرکت به جلو به آن فشار وارد می‌کنیم. ولی در موقع برگشت به آرامی برمی‌گردیم.
- ۷- در موقع اره کاری، در نقطه آخر باید خیلی احتیاط کنیم، زیرا ممکن است با افتادن قطعه، به کاربر صدمه وارد شود.
- ۸- در اره کاری با حجم بالا بهتر است از آب صابون برای خنک کاری تیغ اره استفاده کنیم. استفاده از روغن برای خنک‌کاری در اره کاری مجاز نمی‌باشد.

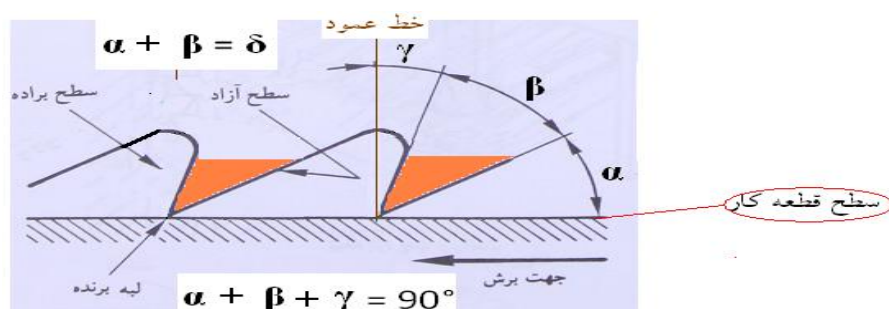
۹- در طول زمان برش باید سعی کنیم همواره راستای حرکت تیغ اره را بینیم و مراقبت کنیم در راستای خط راست حرکت کند. تا برش یکنواخت و صافی را داشته باشیم.



تیغ اره یک ابزار براده گیر از سطح قطعه است که در آن روی یک تیغه، دندان‌هایی پشت سرهم قرار دارند. در بعضی از تیغ اره‌ها، ممکن است هر دو طرف تیغه دارای دندان‌ها باشد. دندان‌های تیغ اره به یک سمت متمایلند. و در موقع بستن تیغ اره روی کمان اره باید دقت کنیم تا جهت دندان‌ها به سمت جلو باشد.



زوایای دندانهای تیغ اره: شکل ()



دندان تیغ اره‌ها دارای زوایای: گوه (β)، آزاد (α) و براده (γ) می‌باشد. و یک زاویه برش (δ) نیز تعریف می‌شود که از جمع دو زاویه آزاد و گوه به دست می‌آید. یعنی $\delta = \beta + \alpha$

کمان اره‌ها نیز ممکن است ثابت یا متحرک باشند. از کمان اره‌های ثابت فقط می‌توان برای بستن تیغ اره‌هایی که دارای اندازه‌ی اسمی ۳۰۰ میلی‌متر می‌باشند. استفاده می‌شود. ولی از کمان اره‌های متغیر می‌توان برای بستن همه تیغ اره‌های ۲۰۰ و ۲۵۰ و ۳۰۰ میلیمتری استفاده کرد.

ماشین‌اره‌های الکتروموتوری

الف- ماشین اره لنگ: در این نوع ماشین اره، نیروی دورانی الکتروموتور با تسمه و یا چرخدنده به چرخ لنگ منتقل می‌شود. و چرخ لنگ نیز حرکت دورانی خود را به وسیله شاتون به کمان اره منتقل می‌کند. و با حرکت چرخشی چرخ لنگ، کمان اره، حرکت رفت و برگشت انجام می‌دهد. و هم زمان با حرکت رفت و برگشت اره، آب صابون نیز به محل برش ریخته می‌شود. مجموعه برشی این دستگاه روی یک میز استوار است. و در کنار اره، گیره‌ای نیز قرار دارد تا قطعه در هنگام برش به وسیله آن محکم نگهداشته شود.



ب- ماشین اره آتشی: که اره برشی آن به صورت گرد می‌باشد. و ممکن است ساختمان آن بسیار ساده و سبک و تک فاز باشد که از آن برای برش قطعات کم حجم و پروفیلی و میلگردهای نازک، استفاده می‌شود. و یا ممکن است این نوع اره دارای میزکار، سیستم گردش آب صابون، و گیره نگهدارنده و دارای تغذیه سه فاز باشد. که در این صورت برای برآش آهن، انواع میلگرد، نبشی، تسمه و ... بکار میرود.



ج- ماشین اره نواری: که تیغه آن به شکل اره ی تسمه‌ای بوده، و روی دو پولی قرار می‌گیرد. که ممکن است این تسمه در راستای افقی و یا عمودی بچرخد. این دستگاه نیز دارای میزکار، گیره ی قطعه گیر، سیستم آب صابون، تنظیم سرعت چرخش می‌باشد. با این اره با تنظیم سرعت برش، می‌توان برشهای بسیار دقیقی را روی قطعات فلزی انجام داد.

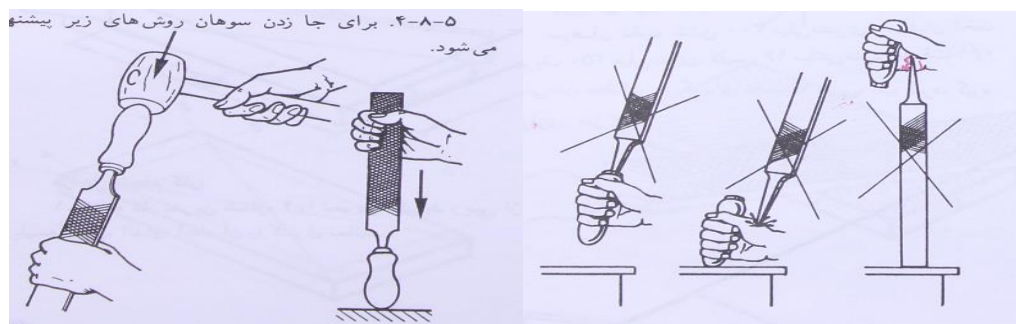


سوهان کاری

سوهان وسیله‌ای است برای براده برداری از روی قطعه نا صاف، برای رسیدن به سطح صاف و قابل قبول. سوهان از دو قسمت تشکیل شده است: الف- دنباله ب- بدنه



دنباله سوهان به شکلی است که بتواند داخل یک دسته چوبی یا پلاستیکی قرار گیرد تا موقع کار، دست کاربر را زخمی ننماید. برای انداختن دسته در داخل سوهان، باید از قسمت بدنه سوهان بگیریم و بعد از قرار دادن دسته چوبی یا پلاستیکی بر روی دنباله سوهان، با ضربه چکش پلاستیکی یا چوبی، دسته را در دنباله محکم می‌کنیم.



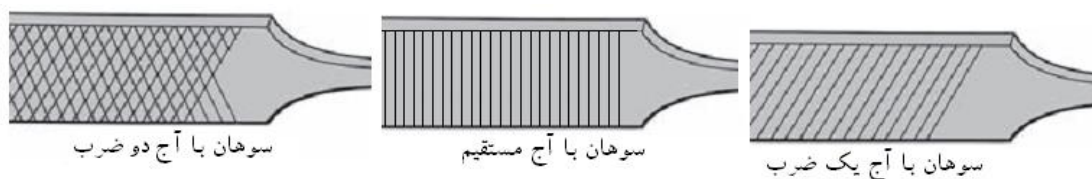
جنس سوهانها را از فولاد ابزار می‌سازند. روی قسمت بدنه سوهان آجهایی برای براده برداری از قطعه، در کنار هم چیده شده‌اند. آجهای ممکن است در شکلهای مختلف و به طرز متفاوتی در کنار هم قرار گرفته باشند. شکلهای آجهای سوهان به صورتهای زیر است:

الف- سوهان آج مستقیم (برای مواد نرم) ب- سوهان یک ضرب آج مورب (برای مواد نیمه نرم)

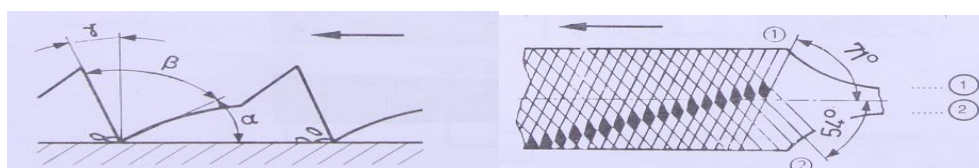
ج- سوهان دو ضرب صلیبی (برای مواد سخت)

د- سوهان دندانه قوسی با شیار براده شکن (برای براده برداری زیاد از فلزات نرم مثل آلومینیم)

ه- سوهان با آج قطره اشگی - ضرب مثلثی (برای براده برداری از چوب و پلاستیک)



نکته: برای اینکه سطح سوهانکاری شده به شکل کاملاً منظم درآید باید از سوهانهای دو ضرب با زوایای مختلف استفاده کرد. یعنی زاویه خطوط آجهای رویی و زیری باید با هم متفاوت باشند، تا آجها در موقع حرکت روی کارو براده برداری، پشت سر هم قرار نگیرند و از همه سطوح بتوانند براده برداری کنند. در شکل زیر سوهان دوضرب با زوایای متفاوت، و همچنین زوایای آج سوهان نشان داده شده است.



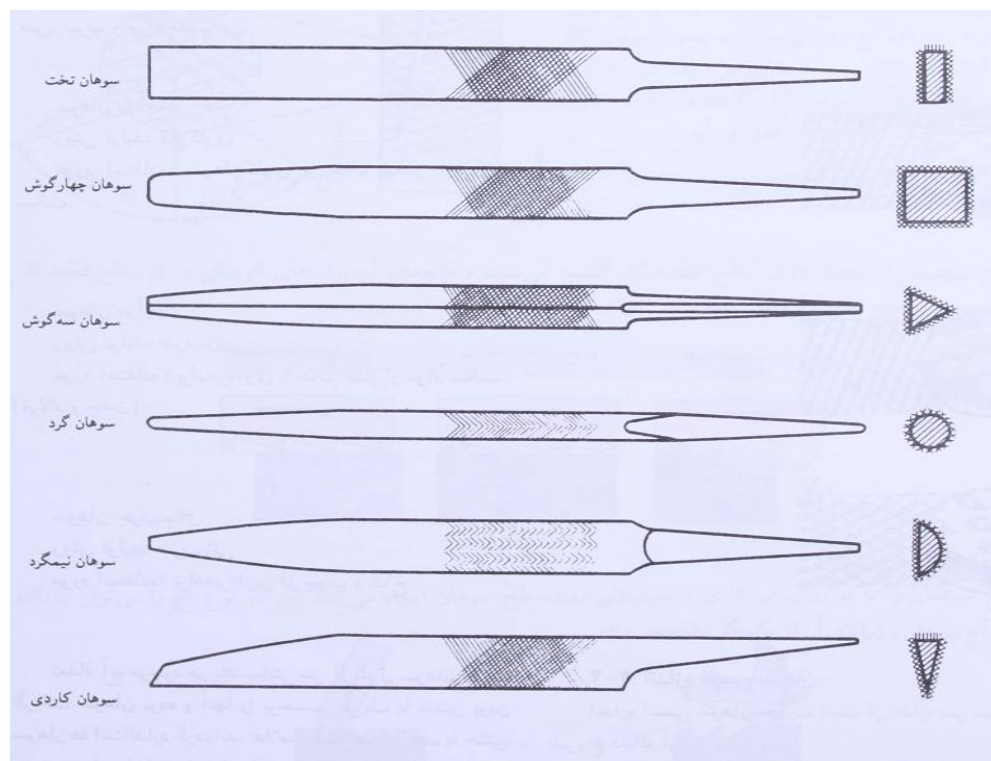
دسته بندی سوهانها بر حسب ریز و درشتی آجهای آنها:

سوهانها را بر حسب اندازه های آجهای آن از شماره صفر تا چهار شماره گذاری می کنند: که شماره صفر آن خیلی خشن و شماره چهار آن خیلی ریز می باشد.

شماره آج	۰	۱	۲	۳	۴
نوع آج	خیلی خشن	خشن	متوسط	ظریف	خیلی ظریف

مقاطع مختلف سوهانها:

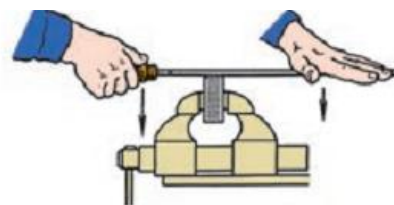
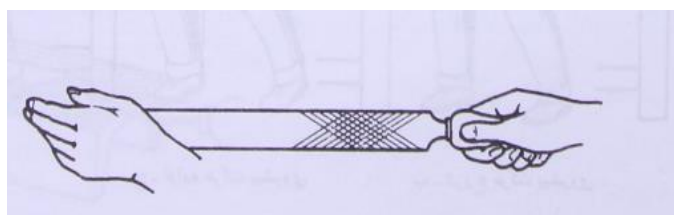
سوهانها در مقاطع مختلف: تخت، چهار پهلوی، سه پهلوی، گرد، نیم گرد، کاردی، لوزی، دوزنقه ای و غیره ساخته می شوند.



سوهانهای سوزنی: از سوهانهای سوزنی برای براده برداری از قطعات حساس و ظریف استفاده می شود. که طول این سوهانها ممکن است تا ۱۰۰ میلی متر هم برسد.

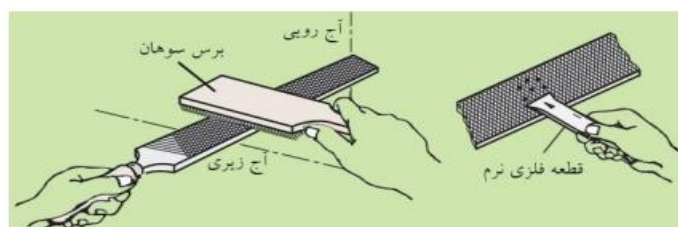
طریقه گرفتن سوهان در دست:

برای گرفتن درست سوهان، باید ابتدا دسته سوهان را در داخل دست راست قرار داده و انگشتان را طوری ببندیم که انگشت اشاره بر روی طرف بالای سوهان قرار گیرد.

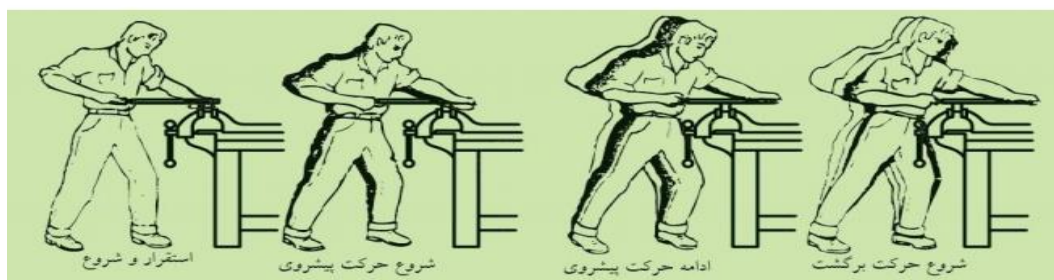


طریقه سوهان کاری: باید ابتدا قطعه را با فاصله و طول معین در قطعه ببندیم. اگر احتمال زخمی شدن بدنه قطعه توسط گیره را می دهید بهتر است از لب گیره نرم استفاده کنید. بقیه مراحل شبیه اره کاری است. یعنی در موقع حرکت به جلو، براده زیادی از سطح قطعه جدا می شود. بنابراین در موقع حرکت به جلو باید فشار مضاعف گردد. برای براده برداری زیاد و خشن، بهتر است انتهای نوک سوهان را با دست مخالف بگیریم و بر

سطح کار فشار دهیم (در موقع حرکت به جلو). در موقع سوهانکاری، براده‌ها روی قطعه و سوهان جمع می‌شوند. یا با دست بدون دستکش لمس کنیم. برای پاک کردن قطعه کار از براده ایجاد شده، باید از فرچه سیمی استفاده کنیم.



اگر حجم براده‌برداری زیاد باشد ممکن است براده‌ها در لابلای آجهای سوهان نیز گیر کنند. و سرعت کار را بگیرند. برای رفع این مشکل بهتر است از فرچه سیمی استفاده کرده و لابلای آجها را پاک کنیم. نحوه کشیدن فرچه به سطح سوهان نیز در راستای خطوط سوهان می‌باشد.



نکات سوهانکاری:

الف- هرگز از قسمت عرض سوهان استفاده نکنید

ب- در موقع سوهانکاری از روغن استفاده نکنید.

ج- برای اینکه بخواهیم شیاری با سوهانکاری روی سطح یک قطعه ایجاد کنیم، به طوری که عرض این شکاف به اندازه عرض سوهان باشد، باید قسمت بدون آج ضخامت سوهان را، دائما به یکی از لبه‌ها مماس کنیم و براده‌برداری را ادامه دهیم. و برای اینکه سطح سوهانکاری شده یکنواخت و صاف گردد باید قسمت مقابل را نیز به همین روش سوهانکاری کنیم.

سوراخکاری

براده برداری از قطعه توسط ابزاری به نام مته انجام می گیرد. ابزار مته به ماشین مته یا دریل بسته می شوند و به توسط نیروی دست یا نیروی الکتروموتوری می چرخند. در سوراخکاری، عمل براده برداری به کمک حرکت توأم دورانی و پیشروی مته انجام می گیرد. برای قلاویزکاری، پرچکاری، برقکاری، خزینه کاری و داخل تراشی، ابتدا باید قطعه به وسیله مته، سوراخکاری می شود و سپس عملیات بعدی روی آن انجام گیرد.



انواع ماشینهای مته – دستی – برقی

مطابق شکل زیر نمونه ای از ماشین مته دستی و سه نظام و آچار سه نظام را مشاهده می کنید. از این نوع ماشین های اولیه سوراخکاری، برای ایجاد سوراخ در قطعات استفاده شده است.

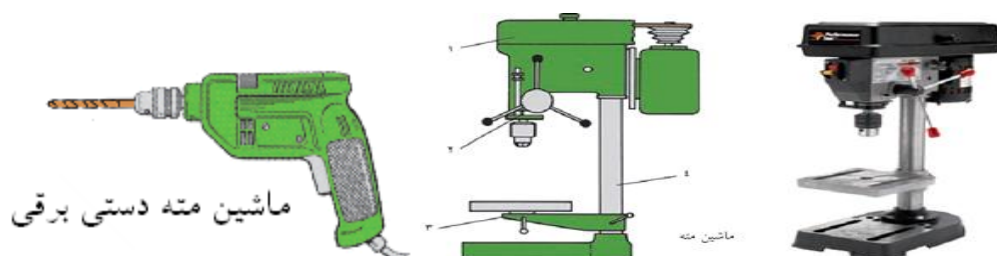


ماشین های مته الکتروموتوری دارای یک سه نظام می باشند که مته در داخل آن محکم می شود. این سه نظام معمولاً دارای سه لبه می باشد که مته را در برمی گیرد و توسط آچار سه نظام محکم می شود. در بعضی از ماشین های مته، احتیاجی به آچار سه نظام نیست و با دست مته در سه نظام محکم می شود.

نکته – بعد از بستن مته در سه نظام، نباید آچار سه نظام را روی ماشین رها کنیم چرا که ممکن است دستگاه را در این حالت روشن کنیم و باعث ایجاد سانحه برای خود و اطرافیان شویم.

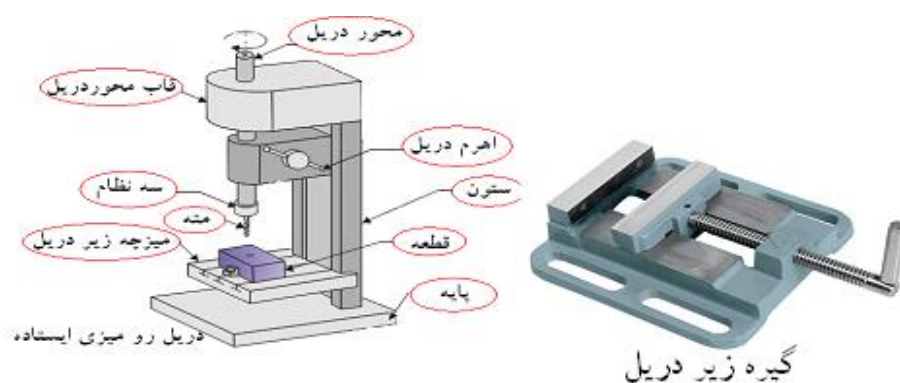
نکته – بعضی از ماشین های مته دستی و الکتروموتوری، دارای حالت های چکشی و گردشی می باشند. که معمولاً برای سوراخ کردن دیوار و بتن از حالت چکشی استفاده می کنند. و یا ممکن است جهت چرخش الکتروموتور با

دکمه تغییر کند و همچنین ممکن است این دستگاهها مجهز به دور پایین و بالا باشند و یا از دیمر برای کنترل دور دستگاه استفاده کنند. در شکل زیر ماشینهای مته دستی الکتروموتوری و ماشین مته رومیزی و ایستاده را مشاهده می کنید.



ماشین های مته رومیزی

این نوع ماشین ها باید روی میز و یا چهار پایه ای سوار شده و محکم شوند. از این نوع ماشین ها برای سوراخکاری تا قطر ۱۶ میلیمتر استفاده می شود. این ماشینها از یک پایه و یک ستون و یک میز دریل و یک الکتروموتور و سه نظام تشکیل شده است. در این ماشین ها نیروی الکتروموتور توسط تسمه به محور سه نظام منتقل می شود. دور دستگاه را نیز با انتخاب پولیهای بزرگ و کوچک در انتهای محورهای الکتروموتور و سه نظام، می توان کم و زیاد کرد. بر روی سه نظام این ماشینها، حداقل و حداکثر قطر مته هایی را که می توان مورد استفاده قرار داد نوشته شده است. که این اعداد ممکن است بر حسب میلیمتر و یا اینچ باشد.



گیره مخصوص دریل: گیره ای است که بر روی میزچه دریل نصب می شود. و قطعه مورد نظر باید بر روی این گیره طوری محکم شود که موقع پایین آوردن مته، نوک مته به محل سنبه زنی شده فرود آید. برای تنظیم بهتر و اصولی مته بر روی قطعه، بهتر است از گیره مخصوص صلیبی دریل استفاده کنیم. تا بتوانیم راحت تر و دقیق تر مته را بر روی نقطه مورد نظر منطبق کنیم.



گیره صلیبی زیر دریل

ج- مته مرغک

ب- مته خزینه

انواع مته: الف- مته مارپیچ



مته مارپیچ



مته مرغک



مته خزینه

مته مارپیچ بیشترین کاربرد را در سوراخکاری دارد این نوع مته‌ها نیز یا مخصوص فلز و فولاد هستند و یا مخصوص دیوار و بتون. مته‌های مختص دیوار، نقره‌ای رنگ هستند و در نوک آنها الماسی به صورت صلیبی شکل قرار گرفته است. از این مته‌ها نباید برای سوراخکاری غیر دیوار استفاده گردد.



دنباله مته مارپیچ مته

زبان مته دنباله مته مارپیچ مته

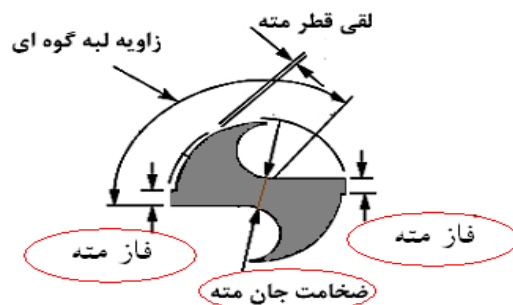
ب- بدنه مارپیچ

قسمتهای مختلف مته: الف- دنباله

دنباله مته‌ها معمولا به صورت استوانه‌ای هستند و از شماره ۱۳ میلیمتر به بالا ممکن است دنباله مته‌ها به صورت مخروطی با زبانه‌ای در نوک دنباله باشند. و آن زبانه به خاطر جلوگیری از چرخش دنباله مته در داخل کلاهدک می‌باشد.

زوایا و فرم مته‌های مارپیچ:

اگر از نوک مته به آن نگاه کنیم شکل زیر را خواهیم دید. که در آن جان مته و شیارهای مته و فاز مته را خواهیم دید.

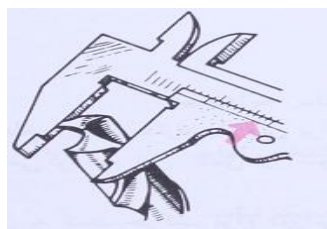


جان مته: فاصله‌ای است که بین دو شیار مته می‌باشد و برای اینکه استحکام مته بیشتر شود ضخامت آن در امتداد طول مته، به تدریج که به دنباله مته نزدیک می‌شویم، زیاد می‌شود.

فاز مته: از نوک مته اگر به سمت دنباله مته نگاه کنیم، در کنار شیارهای مارپیچ، دو برجستگی نواری وجود دارد که از نوک مته شروع شده تا آخر مارپیچ مته، ادامه دارد. به این دو نوار برجسته مارپیچ، فاز مته گویند. فاز مته باعث می‌شود تا به علت برجستگی که نسبت به سایر قسمت‌های مارپیچ مته دارد، در حین چرخش، مته در داخل سوراخ گیر نکند. و از اصطکاک غیر ضرور در سوراخکاری جلوگیری نماید.

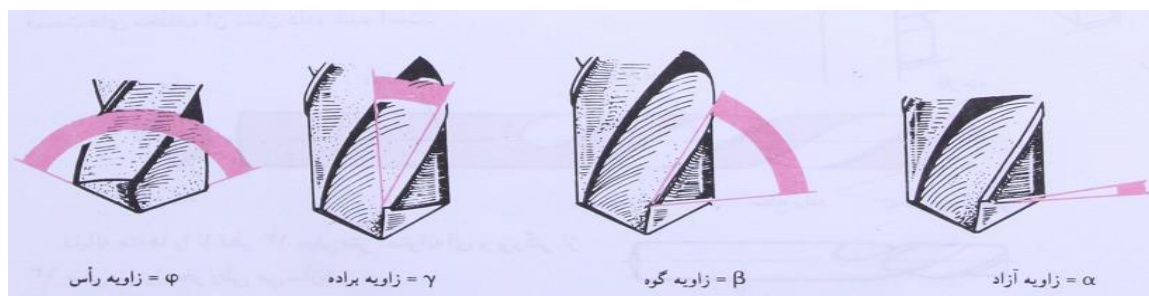


نکته - برای اندازه‌گیری دقیق قطر مته، بهتر است از قسمت نوک مته و از دو نوار فاز مته استفاده کنیم.



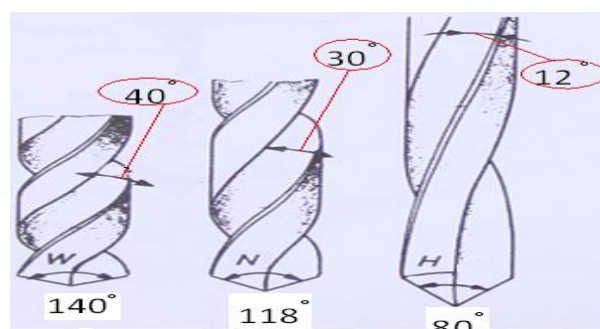
زوایای مختلف برای سر مته:

همان طور که می‌دانیم نقش اصلی براده‌برداری را در تمام ابزارهای برشی، زاویه گوه بر عهده دارد. در مته‌های استاندارد، زاویه آزاد توسط شرکت سازنده تنظیم شده است. ولی اگر مته کند گردد، زاویه آزاد باید موقع تیز کردن مته رعایت شود، که این زاویه بین دو مقدار ۷ الی ۱۵ درجه می‌باشد.

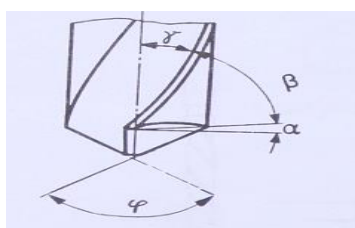


زاویه رأس مته: زاویه‌ای است که در نوک مته بین دو لبه برنده قرار دارد. مقدار این زاویه نیز بستگی به جنس کار بین ۵۰ الی ۱۴۰ درجه می‌باشد.

زاویه براده در مته‌ها همان زاویه مارپیچ مته است و با علامت γ نشان می‌دهند.



انواع تیپ‌های مته: مته‌ها را در سه تیپ یعنی سه نوع زاویه براده (مارپیچ) می‌سازند: W و N و H

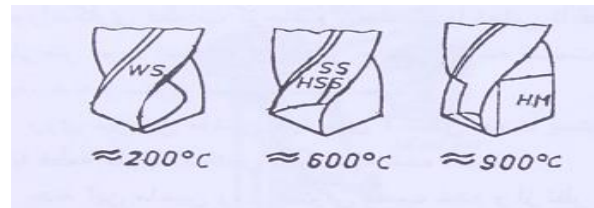


الف- تیپ W: دارای زاویه مارپیچ ۴۰ درجه است و برای سوراخکاری مواد نرم مثل چوب و آلومینیم و مس بکار می‌رود. و تا دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد نیز دما را تحمل می‌کنند.

ب- تیپ N: دارای زاویه مارپیچ ۳۰ درجه است و برای سوراخکاری مواد سخت مانند فولاد بکار می‌روند. و تا دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد هم دما را تحمل می‌کنند.

ج- تیپ H: دارای زاویه مارپیچ کم ۱۲ درجه است و برای موادی سخت مثل قیبر استخوانی، مواد سخت و برنج بکار می‌روند. و تا دمای ۹۰۰ درجه سانتیگراد را تحمل می‌کنند.

نکته: جنس و قطر مته‌ها را در قسمت دنباله مته می‌نویسند که ممکن است بر حسب میلی‌متر و یا اینچ باشد. جنس مته‌ها نیز ممکن است از فولاد (WS) و یا فولاد ابزارسازی (SS-HSS) و یا در بعضی از مواقع از جنس خیلی سخت (HM) باشد.



سرعت برش: عبارت است از مقدار راهی است که قسمت خارجی لبه برش در هر دقیقه طی می‌کند. که انتخاب این سرعت به عوامل زیر بستگی دارد: جنس مته - جنس قطعه - مایع خنک کننده - قدرت ماشین

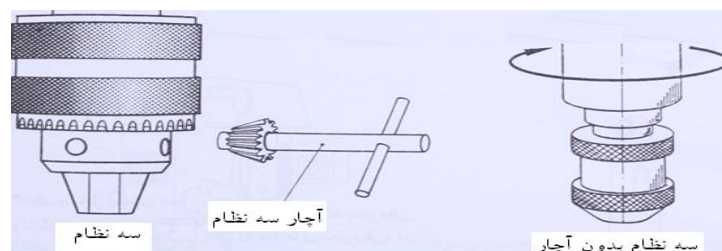
فرمول سرعت برش

$$d = \text{قطر مته بر حسب میلی‌متر} \quad \pi = 3/14 = \text{عدد پی} \quad n = \text{تعداد دور مته در یک دقیقه}$$

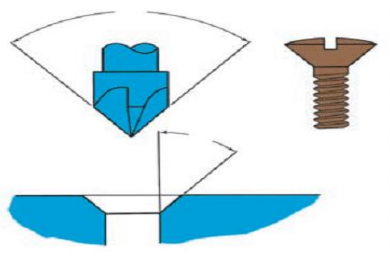
برای تیز کردن مته باید زوایای نوک مته را با شابلونهای مخصوص کنترل کنیم.

مته مرغک: مته‌ای است که در سایزهای مختلف و زوایای مختلف ساخته می‌شود و به دستگاه مرغک بسته می‌شود. از این مته برای ایجاد سوراخ مرکزی در پیشانی قطعاتی که به دستگاه تراش بسته شده‌اند استفاده می‌شود. جنس این مته‌ها نیز از فولاد ابزار و یا فولاد آلیاژی است. در مته مرغک دو زاویه وجود دارد:

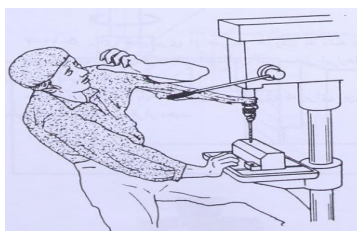
الف - زاویه مخروط انتهایی ب - زاویه نوک مته که معمولا ۹۰ درجه است.



مته خزینه: از مته خزینه برای پلیسه‌گیری ابتدای سوراخها و یا برای ایجاد تکیه‌گاه سرپیچ‌ها و زدن میخ پرچ و یا پخ زدن سر سوراخ مهره‌ها برای تسهیل در قلاويز زنی، در سطح قطعه استفاده می‌شود. مته‌های خزینه

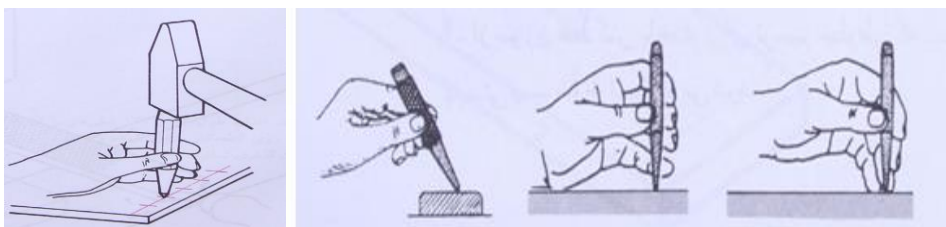


شکل‌های مختلفی دارند. زوایای مته‌های خزینه: ۳۰ و ۶۰ و ۹۰ درجه می‌باشند. و به شکل‌های سر مخروطی و یا سر تخت زائده دار می‌باشند. از خزینه‌های سر تخت برای ایجاد سرپیچ‌های آلنی در قطعه کار استفاده می‌شود.



نکات لازم در مورد سوراخکاری که باید رعایت کنیم:

۱- بایستی نقطه مورد نظری را که می‌خواهیم سوراخی در آنجا ایجاد کنیم را مشخص نموده و سپس بعد از بستن قطعه به گیره، آن نقطه را سنبه‌زنی کنیم. در سنبه زنی باید ابتدا سنبه را به صورت مایل بر روی نقطه مورد نظر قرار دهیم و سپس سنبه را به آن نقطه عمود نموده و با چکش ضربه‌ای به سنبه وارد کنیم تا اثر سنبه در نقطه مورد نظر به صورت حفره ظاهر شود.



۲- قطعه را به گیره به صورت کاملاً افقی می‌بندیم به طوری که مته بر سطح قطعه، عمود باشد.

۳- بعد از بررسی مته و انتخاب قطر مته، آن را در داخل سه نظام قرار می‌دهیم و از قسمت استوانه‌ای مته را در سه نظام محکم می‌کنیم. برای اطمینان از محکم شدن مته، باید با آچار سه نظام، مته را محکم کنیم.

۴- بعد از بستن مته دستگاه را روشن می‌کنیم تا لنگی مته را بررسی کنیم اگر بعد از چرخش مته، لنگی احساس کردیم باید دستگاه را خاموش کنیم و مته را باز نموده و ضمن تمیز نمودن دنباله مته و داخل سه نظام، دوباره مته را محکم می‌بندیم.

۵- حالا اهرم دستگاه مته را در حالی که دستگاه خاموش است به سمت پایین می‌آوریم تا نوک مته به آرامی روی قطعه قرار گیرد. در این حالت نوک مته را به داخل نقطه سنبه‌زنی شده منطبق می‌کنیم و سپس قطعه را محکم به گیره می‌بندیم.

۶- دستگاه را در حالی روشن می‌کنیم که مته از قطعه کار فاصله دارد. سپس با استفاده از اهرم، مته را به آرامی بر روی قطعه کار می‌آوریم و همزمان با هدایت آب صابون به نوک مته و فشار آهسته و ملایم دست بر روی اهرم دستگاه، و حرکت چرخشی مته و فشار دست باعث براده‌برداری مته از سطح کار خواهد شد. آب صابون نوک مته و قطعه کار را در حین سوراخکاری خنک می‌کند. در موقع سوراخکاری باید کاربر از عینک ایمنی و دستکش و لباس کار مناسب استفاده کند.

۷- از لمس کردن براده‌ها به علت داغی و تیزی آنها و فوت کردن آنها اکیداً خودداری کنید.

۸- در انتهای سوراخکاری باید مقدار پیشروی را کم کنیم تا از قلاب کردن و شکستن مته و چرخش کار جلوگیری کنیم.

۹- عمق سوراخ هرگز نباید از طول مارپیچ مته بیشتر باشد چون ممکن است مته بشکند.

۱۰- اگر فازهای مته از بین رفته باشند برای سوراخهای عمیق مناسب نمی‌باشند.

۱۱- مته‌های دنباله مخروطی را هرگز نباید به سه نظام ببندیم

۱۲- بهتر است قبل از بستن مته، داخل سه نظام و کلاهک را از پلیسه و براده کاملاً تمیز کنیم.

۱۳- برای ایجاد سوراخهای بیش از ۶ میلیمتر بهتر است از یک مته ریزتر به عنوان پیش مته استفاده

کنیم و سپس مته نهایی را بزنیم

۱۴- برای سوراخکاری ورقه‌ها بهتر است از یک زیرکاری فلزی استفاده کرده و دو قطعه را با هم به گیره

ببندیم.

قلاویزکاری

برای ایجاد رزوه در داخل سوراخی که بوسیله مته ایجاد کرده‌ایم از قلاویز استفاده می‌کنیم. قلاویز سه مرحله دارد که باید به ترتیب به داخل سوراخ زده شوند تا در نهایت بعد از قلاویز آخر، مهره مورد نظر ساخته شود.



قلاویز از سه قسمت تشکیل شده است: الف- قسمت برنده که به صورت شیارهای برنده می باشد ب- قسمت دنباله استوانه ای ج- قسمت انتهایی چهارگوش

برای شناسایی قلاویز مرحله اول باید به دنباله آن نگاه کنیم، اگر در دنباله قلاویز یک خط دیدیم آن قلاویز مرحله اول است و اگر در دنباله قلاویز دو خط دیدیم، آن قلاویز مرحله دوم است و اگر در دنباله قلاویزی سه خط و یا هیچ خطی ندیدیم، آن قلاویز مرحله سوم و نهایی است. که جنس قلاویز و قطر آن نیز در همان دنباله نوشته شده است.

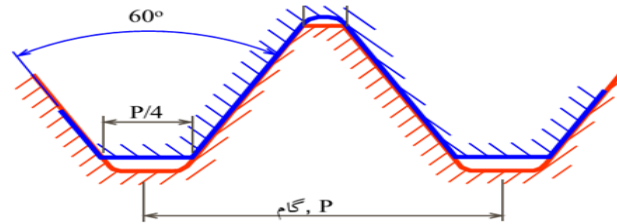
قلاویز مرحله اول را قلاویز پیش رو گویند و با زدن آن ۵۵٪ از براده برداری مهره سازی را انجام می دهیم. و زاویه شیب قسمت برش این قلاویز، ۶۰ درجه است.

قلاویز مرحله دوم را قلاویز میان رو گویند و با زدن آن ۲۵٪ از کل براده برداری مهره سازی را انجام می دهیم. و زاویه شیب قسمت برش در این قلاویز، ۱۰ درجه است.

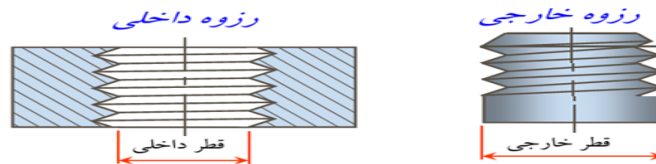
قلاویز مرحله سوم را قلاویز پس رو گویند و با زدن آن ۲۰٪ از کل براده برداری مهره سازی را انجام می دهیم و زاویه شیب قسمت برش در این قلاویز ۲۰ درجه است.



در استاندارد پیچ های ایزو-ISO- رابطه بین قطر پیچ و گام پیچ و قطر مته عبارت است از:



قطر مته = قطر پیچ - گام پیچ و یا $D_1 = d - P$ که در آن P گام پیچ یا همان فاصله دو قله در رزوه پیچ است و d قطر پیچ است. D_1 قطر مته می‌باشد.



مثال: قطر مته لازم برای سوراخ کردن مهره‌ای با مشخصات $M10 \times 1.5$ (پیچ با قطر ۱۰ و گام ۱/۵ میلیمتر) چقدر است؟

داده‌های مسئله: D_1 قطر مته = ؟ و $d = 10\text{mm}$ قطر پیچ و $P = 1.5\text{mm}$ گام پیچ

$$D_1 = d - P = 10 - 1.5 = 8.5\text{mm} = \text{قطر مته}$$

نکته: در موقع قلاویز زدن باید ابتدا با استفاده از فرمول بالا مته مناسب را برای سوراخ متناسب با قلاویز پیدا کرده و قطعه را مته بزنیم.

مراحل قلاویز زنی:

برای اینکه قلاویز در قطعه گیر نکرده و کج قرار نگیرد، باید در ابتدا قلاویز اول را در دسته قلاویز به صورت صحیح جاسازی کنیم و پیچ متحرک قلاویز را ببندیم به طوری که دو کنج قلاویزگیر دو گوشه‌ی روبرویی انتهایی قلاویز را محکم بگیرد. سپس دسته قلاویز را سفت می‌کنیم به نوک قلاویز و سوراخ قطعه، روغن می‌زنیم. نوک قلاویز را در سوراخ مورد نظر قرار داده و سعی می‌کنیم قلاویز به سطح قطعه، کاملاً عمود باشد. سپس با فشار اندک کف دست بر قسمت وسط دسته قلاویز، سعی می‌کنیم قلاویز در داخل قطعه کاملاً بنشیند. سپس دسته قلاویز را به آهستگی در جهت ساعتگرد می‌چرخانیم و سپس دوباره عمود بودن قلاویز را به سطح کار بررسی می‌کنیم و دوباره با ادامه فشار از بالا و چرخش ملایم، سعی می‌کنیم قلاویز بیشتر در داخل قطعه

قرار گیرد. در ادامه کار با درگیری بیشتر قلاویز با سطح داخلی سوراخ، با رعایت یک دور گردش به راست و نصف دور گردش به چپ، و روغنکاری مرتب محل قلاویزکاری، کارمان را ادامه می‌دهیم. باید توجه شود که جنس قلاویزها بسیار ترد و شکننده است.

به محض گیر کردن در داخل کار، اگر فشار را بیشتر کنیم بدون شک شکسته خواهند شد. و در داخل قطعه خواهند ماند. برای اینکه این اتفاق نیفتد باید در مراحل قلاویز کاری احتیاط لازم را نمود. هر جا قلاویز گیر کرد باید بلافاصله در جهت عکس پیشروی، چرخش کنیم. تا براده‌های تولید شده به بیرون هدایت شوند و قلاویز نشکند.

تا جایی می‌توانیم قلاویزکاری کنیم که رزوه‌های قلاویز دیده می‌شوند. به محض محو شدن این رزوه‌ها، قلاویز به سختی می‌گردد باید کار را در این نقطه به پایان برسانیم و در جهت پادساعتگرد قلاویز را از محل کار خارج کنیم.

قلاویز مرحله اول را بعد از اتمام کار، از روی دسته قلاویز باز می‌کنیم و براده‌های قلاویز را پاک کرده و در جعبه قلاویز قرار می‌دهیم. و قلاویز شماره ۲ را همانند قلاویز قبلی به دسته قلاویز می‌بندیم و همانند مرحله قبلی، به صورت عمود بر سطح کار به داخل سوراخ وارد می‌شویم و بعد از اتمام این مرحله نیز قلاویز مرحله سوم را همانند دستورالعمل قبلی می‌زنیم و در نهایت با خارج کردن قلاویز از داخل مهره، قلاویزها را از براده تمیز می‌کنیم و در داخل جعبه قلاویز قرار می‌دهیم. باید توجه شود که در هر سه مرحله قلاویز کاری باید روغن زنی مرتب و قاعده یک دور گردش به راست و نصف دور به چپ، رعایت گردد.

بعد از تمیز نمودن براده‌های داخل مهره، پیچ متناسب با این مهره را به آن می‌بندیم. اگر پیچ به صورت روان در داخل مهره پیچید، کارمان بی نقص بوده است.

انواع دسته قلاویز:

دسته قلاویزها در چندین شکل ساخته می‌شوند که ممکن است به صورت حفره چهارگوش ثابت یا متحرک ساخته شوند و یا به صورت دو کنج روبروی هم که یکی ثابت بوده و دیگری متحرک است تولید گردند.



حدیده کاری

عملی است که بر عکس قلاویز کاری بوده و طی آن از یک میله صاف استوانه‌ای، پیچ ساخته می‌شود. با حدیده می‌توان از یک میله استوانه‌ای، با گرفتن براده از سطح خارجی آن، پیچ ساخت. حدیده یک مرحله‌ای بوده و مهره‌ای است با شیارهایی برای خروج براده و لبه‌های تیزی برای براده‌برداری که در داخل دسته حدیده محکم می‌شود. حدیده از یک سمت داخل دسته حدیده قرار می‌گیرد و پیچ‌های محکم کننده آن به دسته حدیده باید محکم بسته شوند. حدیده‌ها معمولاً به دو شکل درز دار یک پارچه و بدون درز یکپارچه ساخته می‌شوند. نوع درزدار آن برای حدیده‌کاری جنس‌های سخت، و بدون درز آن برای حدیده کاری جنس‌های معمولی بکار می‌رود.

حدیده گیر یا حدیده گردان: حدیده گردان از یک مهره با چندین پیچ بر روی آن و دو دسته در طرفین تشکیل شده است. حدیده گیر از یک طرف دارای زائده است بنابراین خود حدیده را باید از طرف مقابل به داخل حدیده گیر هدایت نموده و با تنظیم محل پیچ‌ها، آن را داخل حدیده گیر محکم کنیم.

رابطه ساخت پیچ و قطر میله در استاندارد ایزو به صورت زیر است:

گام پیچ ضربدر یکدهم - قطر اسمی پیچ = قطر میله برای ساخت پیچ

$d_1 = d - 0.1P$ که در آن d_1 : قطر میله برای ساخت پیچ، d : قطر اسمی پیچ، P : گام پیچ می‌باشد.

طریقه حدیده کاری:

برای ساختن پیچ از یک میله استوانه‌ای، با توجه به قطر میله، از حدیده مناسب آن استفاده می‌کنیم. بعد از انتخاب میله لبه‌های بالایی میله را با سنگ و یا با سوهان پخ می‌زنیم. میله را به صورت عمودی به گیره می‌بندیم. (با رعایت طول مناسب) سپس حدیده گردان را از سمتی که زائده ندارد برای روی لبه پخ زده میله قرار می‌دهیم و در ابتدای کار هر دو را روغنکاری می‌کنیم. سپس سعی می‌کنیم با وارد کردن فشار از مرکز حدیده گردان بر روی میله و چرخاندن دسته‌های حدیده گردان، در جهت ساعتگرد آن را می‌چرخانیم. و سعی می‌کنیم حدیده گردان بر میله کاملاً عمود باشد (می‌توانیم با گونیا تست کنیم). حالا با چرخاندن دسته‌های حدیده گردان، از میله براده می‌گیریم و با روغنکاری مدام حدیده و قطعه و چرخش یک دور به راست و نیم دور به چپ، عمل براده‌برداری ادامه می‌دهیم. تا به انتهای نقطه مورد نظر برسیم. بعد از اتمام کار حدیده را در جهت

خلاف ساعتگرد از داخل میله خارج می‌کنیم. و براده‌های آن پاک کرده و مهره مناسب آن پیچ را به میله می‌بندیم. اگر به صورت روان و راحت بسته شد، کارمان را درست انجام داده‌ایم. با پاک کردن براده‌های حدیده آن را به مدرس تحویل می‌دهیم.



نکته: حدیده کاری نسبت به قلاویز کاری، به مراتب دقت و قدرت بیشتری را می‌طلبد چرا که کل براده برداری در حدیده کاری، در یک مرحله انجام می‌شود. بنابراین باید در چرخش به راست و چپ حدیده و روغن کاری مرتب آن، مراقبت بیشتری به عمل آید.

پرچکاری

از میخ پرچ می‌توان برای اتصال دو یا چند قطعه به یکدیگر استفاده نمود. به این منظور باید در محل اتصال ابتدا سوراخی یکنواخت و دقیق در قطعات ایجاد کرد و پس از آن با استفاده از دستگاه پرچ کن عملیات پرچ کاری انجام گیرد. در انتخاب میخ پرچ مناسب باید دقت کافی صورت گیرد تا از بروز اشکالات در کار و اتلاف وقت و هزینه بی‌مورد جلوگیری شود.



انواع میخ پرچ: الف - میخ پرچ افشان

میخ پرچ افشان نوعی از میخ پرچ است که برای اتصال فوم یا قطعات نرم به یکدیگر که نیاز به اتصال خیلی محکمی ندارند استفاده می‌شود. این میخ پرچ‌ها فشار پرچ را در سطح وسیع‌تری از کار پخش می‌کنند و مانع آسیب دیدن قطعه کار خواهند شد.

ب - میخ پرچ آلومینیومی یا زنگ‌نزن

جنس میخ پرچ‌ها اغلب بدلیل قابل انعطاف بودن از آلومینیوم است. اما جنس میخ داخل آن‌ها فولادی است. در محیط‌های مرطوب، آن قسمتی از میخ فولادی که در داخل پرچ باقی مانده است، ممکن است دچار زنگ‌زدگی شود و رنگ قطعه کار را عوض کند. برای مقابله با این مشکل از میخ پرچ‌های تمام آلومینیومی استفاده می‌شود.

ج - میخ پرچ توپر



میخ‌پرچ‌های توپر یکی از قدیمی‌ترین انواع میخ‌پرچ‌ها هستند که به صورت یک استوانه‌ی فلزی توپر ساخته شده‌اند و یک سر آن‌ها کمی پهن‌تر از قطر استوانه است. کاربرد این میخ‌پرچ‌ها در جایی است که استحکام زیادی مورد نیاز باشد، مانند بدنه‌ی هواپیماها و پل‌های فلزی. برای استفاده از این میخ‌پرچ‌ها باید به طرف کار دسترسی وجود داشته باشد. برای ایجاد اتصال سر باریک میخ‌پرچ را توسط دستگاه مخصوص یا به وسیله‌ی ضربه تغییر شکل می‌دهند.

د- میخ‌پرچ‌های نیمه‌خالی یا نیمه‌پر

میخ‌پرچ‌های نیمه‌خالی شبیه به میخ‌پرچ‌های توپر هستند ولی داخل آن‌ها خالی است و برای پرچ کردن آن‌ها به نیروی کمتری نیاز است.

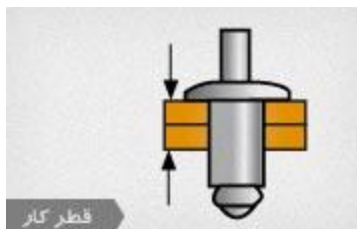
ه- میخ‌پرچ‌های توخالی یا پرچ کور



میخ‌پرچ توخالی آلومینیومی در سه اندازه‌ی مختلف در شکل دیده می‌شوند

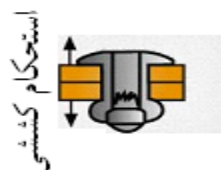
رایج‌ترین نوع میخ‌پرچ‌ها میخ‌پرچ‌های توخالی هستند که با دسترسی داشتن به یک طرف قطعه کار و با استفاده

از دستگاه پرچ می‌توان از آن‌ها برای پرچ کردن استفاده کرد. این نوع پرچ‌ها نسبت به پرچ‌های توخالی و توپر بار کمتری را تحمل کنند. این میخ‌پرچ‌ها از دو قسمت میخ و بدنه‌ی پرچ تشکیل شده‌اند که قسمتی از میخ در داخل بدنه‌ی پرچ قرار گرفته‌است که این قسمت از قبل بریدگی دارد و به آن تاج گویند. با بیرون کشیدن میخ از داخل بدنه‌ی پرچ به وسیله دستگاه پرچ‌کن، حجم بدنه افزایش می‌یابد و موجب اتصال کامل قطعات می‌شود.

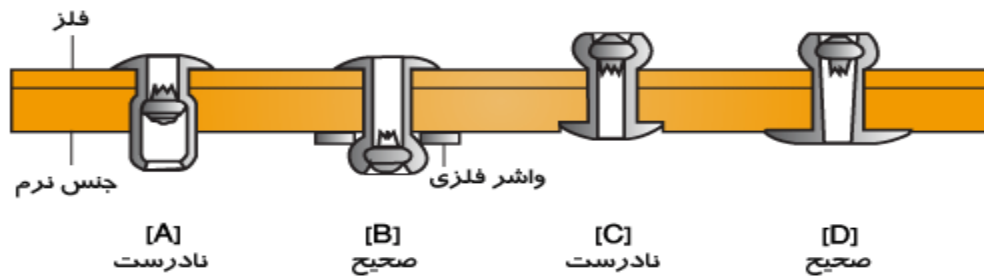


انتخاب میخ پرچ مناسب:

به علت طیف وسیع اندازه‌های میخ پرچ‌های موجود، انتخاب میخ پرچ مناسب که دارای استحکام کافی باشد از اهمیت بسزائی برخوردار است. برای دستیابی به بهترین کارایی، توجه به جنس و قطر میخ پرچ برای اتصال محکم قطعات به یکدیگر باید مد نظر قرار گیرد. با در نظر گرفتن مقاومت کششی و برشی محصول مورد نظر می‌توان میخ پرچ مناسب را برای اتصال انتخاب کرد. طول میخ‌پرچ‌ها را از روی ضخامت قطعه کار و قطر میخ‌پرچ تعیین می‌کنند. به طوری که معمولاً باید مجموع ضخامت قطعه کار و قطر پرچ برابر طول پرچ باشد. اگر طول پرچ بیش از حد نیاز باشد در کنار افزایش قیمت پرچ‌ها موجب افزایش تعداد مراحل پرچ کاری و اتصال نامطلوب قطعه کار خواهد شد. علت اتصال نامناسب در میخ‌پرچ‌های بیش از حد بلند این است که پیش از جمع شدن کامل پرچ، میخ قطع شده و اتصال کامل نشود.



با تعیین استحکام مورد نیاز، تعداد میخ پرچ و فاصله آنها از یکدیگر تعیین می‌شود، در خاتمه با مراجعه به جدول مشخصات فنی میخ پرچ و با توجه به قطر کار می‌توان میخ پرچ مناسب را انتخاب نمود. استفاده از میخ پرچ سرپهن در مواردی توصیه می‌شود که اتصال بین یک قطعه فلزی با یک قطعه از جنس نرمتر مانند چوب یا پلاستیک مد نظر باشد که در این صورت، میخ پرچ سرپهن به دلیل تقسیم فشارهای حاصله که بر سطح وسیع‌تری انجام می‌گیرد می‌تواند از آسیب رسیدن به قطعه نرمتر جلوگیری نماید (که اصطلاحاً میخ پرچ واشر سرخود می‌نامند) چنانچه استفاده از میخ پرچ معمولی در این شرایط مد نظر باشد، توصیه می‌شود که برای پرچ‌کاری مناسب از واشر استفاده شود تا از استحکام لازم برخوردار باشد.



کوتاه یا بلند بودن بیش از اندازه طول پرچ باعث عدم استحکام کافی اتصال قطعات می‌گردد.



۲- قطر سوراخ: یکی دیگر از عوامل تاثیر گذار در عملیات پرچ‌کاری اندازه قطر سوراخ محل پرچ است. چنانچه قطر سوراخ کوچکتر از قطر میخ پرچ باشد، میخ پرچ وارد آن نشده و یا به سختی وارد می‌گردد که در نهایت باعث صدمه زدن به قطعات و یا اتلاف وقت می‌شود. چنانچه قطر سوراخ از قطر میخ پرچ بزرگتر از حد معمول باشد، باعث کاهش دو نیروی برشی و کششی و یا حتی عدم اتصال آنها و هم چنین ایجاد زائگی میخ در سطح کلاهیک پرچ می‌گردد.

رابطه بین میخ پرچ و قطر سوراخ

همواره باید طول میخ پرچ برابر با قطر میخ بعلاوه طول قطعه کار باشد و به عبارتی دقیق تر برای پرچ کاری سرد فرمول تقریبی به این صورت است: $L \approx T + D$

پرچ کاری سرد	نوع میخ پرچ
$L = T + 1.5D$	میخ پرچ سر نیم گرد
$L = T + 0.7D$	میخ پرچ سر خزینه
$L = T + 0.6D$	میخ پرچ سر عدسی

که در آن: L = طول میخ پرچ D = قطر میخ پرچ T = قطر قطعه کار

جوشکاری

عبارت است از اتصال دو یا چند قطعه فلز و یا غیر فلز به یکدیگر، بر اثر گرما و فشار به یکدیگر که در اثر ذوب سطحی قطعات و ترکیب مذاب صورت می‌گیرد. در جوشکاری جنس، دما، فشار و ترکیب قطعات مؤثرند.

انواع روشهای جوشکاری

الف- جوشکاری قوسی: از جاری شدن الکترون‌ها در یک مسیر، هادی به وجود آمده و جریان الکتریکی برقرار می‌شود. هرگاه در مسیر مذکور یک شکاف هوا (گاز) ایجاد شود، جریان الکترونی و در نتیجه جریان الکتریکی قطع خواهد شد. چنانچه شکاف هوا به اندازه‌ی کافی باریک بوده و اختلاف پتانسیل و شدت جریان زیاد باشد، گاز میان شکاف یونیزه شده و قوس الکتریکی برقرار می‌شود. از قوس الکتریکی به عنوان منبع حرارتی در جوشکاری استفاده می‌شود. حرارت ایجاد شده در جوشکاری به دلیل حرکت الکترون‌های شتاب دار در ستون قوس و بمباران الکترونی قطعه کار می‌باشد. روش‌های جوشکاری با قوس الکتریکی عبارت‌اند از:

جوشکاری با الکتروستاتی پوشش دار (SMAW)

جوشکاری زیرپودری (SAW)

جوشکاری با گاز محافظ (GMAW یا MIG/MAG)

جوشکاری با گاز محافظ و الکتروستاتی (GTAW یا جوشکاری TIG)

جوشکاری پلاسما

ب- جوشکاری گازی: گروه فرآیندهای جوشکاری است که در آن، اتصال با ذوب شدن توسط یک یا چند شعله‌ی مانند استلن و پروپان، با اعمال فشار یا بدون آن، با کاربرد فلز پرکننده یا بدون آن انجام می‌شود.

ج- جوشکاری مقاومتی: در جوشکاری مقاومتی برای ایجاد اتصال، از فشار و گرما استفاده می‌شود. گرما به دلیل مقاومت الکتریکی قطعات کار و تماس آن‌ها در فصل مشترک به وجود می‌آید. پس از رسیدن قطعه به دمای ذوب و خمیری فشار برای آمیخته دو قطعه به کار می‌رود. در این روش فلز کاملاً ذوب نمی‌شود. گرمای لازم از طریق عبور جریان برق از قطعات به دست می‌آید. روش‌های جوشکاری مقاومتی عبارت‌اند از:

• جوش نقطه‌ای



جوش نقطه‌ای یکی از پرکاربردترین نوع جوش مقاومتی می‌باشد که در صنایع خودروسازی و لوازم خانگی، نیز برای اتصال قسمت‌های مختلف به یکدیگر استفاده می‌شود. این فرآیند برای اتصال ورق‌های لب روی هم، یا سیم به ورق و یا سیم بر روی سیم بکار برده می‌شود و در آن قطعه کار بین الکترودها تحت فشار قرار گرفته و جریان توسط ترانسفورماتور و بازوها از الکترودها و سپس قطعه کار عبور می‌کند. در این جوش اتصال دو سطح توسط حرارت و فشار توأم انجام می‌گیرد. وقتی جریان الکتریکی از میان دو قطعه فلزی که بهم چسبیده‌اند عبور می‌کند، مقاومت زیاد موضعی موجب تولید گرمای فوق العاده زیادی می‌شود. در صورتی که جریان کافی بکار رود، فلزات مورد استفاده ابتدا در حالت خمیری قرار گرفته و سپس ذوب می‌شوند. اگر هنگامی که دو فلز در حالت خمیری یا مذاب قرار دارند به یکدیگر فشار داده شوند و تا کمی بعد از قطع جریان و خنک شدن در همان وضعیت باقی بمانند، دو قطعه در هم آمیخته شده و به صورت یک قطعه واحد در می‌آیند، که در این حالت جوش بصورت دکمه یا دیسک‌هایی بین دو لایه ورق بوجود می‌آید که با توجه به سرعت انجام این عمل، بسیاری از خواص فیزیکی آنها دست نخورده باقی خواهند ماند. در این فرآیند اگر حجم کار زیاد باشد برای خنک سازی الکترود دستگاه از سیستم گردش آب استفاده می‌کنند.

دستگاه جوش نقطه‌ای ساده با برق ۲۲۰ ولت شهری تغذیه می‌شود. برق شهر بعد از عبور از ترانسهای کاهنده داخل دستگاه، به خروجیهای مختلف با آمپرهای گوناگون تقسیم می‌شود که برای انتخاب هر آمپری، باید

سلکتور دستگاه به سمت آن چرخانده شود. جنس الکترودهای دستگاه جوش نقطه‌ای را معمولاً از مس تهیه می‌کنند که همواره یکی از این الکترودها ثابت بوده و دیگری با فشار پدال، به الکتروود ثابت می‌چسبد. قبل از شروع جوش نقطه‌ای باید از تمیزی دو سطح قطعه کار و دو سر الکترودها اطمینان حاصل کنیم، سپس با تنظیم جریان بر حسب ضخامت قطعات مورد نظر، و استفاده از دستکش و عینک ایمنی، اقدام به جوش نقطه‌ای کنیم. باید توجه داشت که میزان و زمان فشار قبل از شروع جوش، در حین جوش و بعد از جوش بسیار مهم هستند و باید هر یک به صورت صحیح و مناسب اجرا شوند تا کیفیت جوش قابل قبولی را داشته باشیم. لازم به ذکر است که امروزه علاوه بر دستگاه جوش نقطه‌ای معمولی، دستگاههای جوش نقطه‌ای اتوماتیک یا نیمه اتوماتیک نیز وجود دارند که فاکتورهای موثر جوش نقطه‌ای را کنترل می‌کنند و قابل برنامه ریزی می‌باشند.

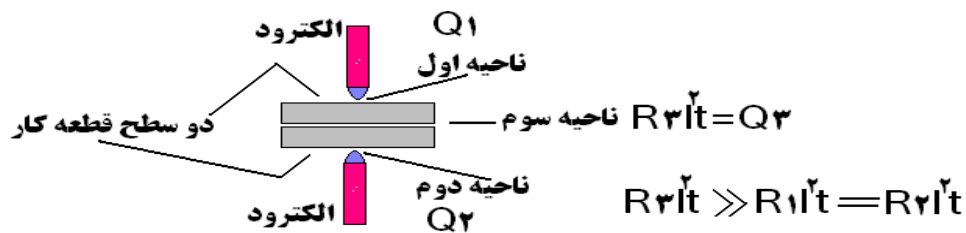
عوامل موثر بر جوش نقطه‌ای: تولید گرما در یک تماس الکتریکی به سه فاکتور بستگی دارد که با فرمول $Q = RTI^2$ نشان می‌دهیم که در آن شدت جریان (I) بر حسب آمپر، مقاومت (R) بر حسب اهم، زمان (T) بر حسب ثانیه، حرارت (Q) بر حسب ژول، فاکتورهای شدت جریان و زمان از طریق دستگاه جوش قابل کنترل هستند، اما مقاومت الکتریکی به عوامل مختلف بستگی دارد از جمله: جنس و مقاومت قطعه کار فشار بین الکترودها، اندازه و فرم و جنس الکترودها چگونگی سطح کار (صافی و تمیزی آن). کاربرد صحیح جوش نقطه‌ای به عملکرد مناسب و کنترل متغیرهای زیر بستگی دارد:

جریان (current) فشار (pressure) زمان (time) مساحت نوک الکتروود (electrode contact area)

مکانیزم کار دستگاه جوش نقطه‌ای:

روند کار بدین صورت است که به محض فشردن پدال، دو الکتروود به قطعه کار نیرو وارد کرده و آنها را به هم فشرده می‌کند. و همزمان جریان بالایی بین الکترودها برقرار می‌شود. چون مقاومت قسمتهای مختلف قطعه و الکتروود یکسان نیست، پس هر قسمتی که مقاومت بیشتری داشته باشد، بیشتر گرم می‌شود. و طبق رابطه

$Q = RTI^2$ در این رابطه مقدار جریان و فشار و زمان برای همه قسمت‌ها یکی هستند و عامل مقاومت اینجا تعیین کننده است. چون مقاومت بین دو قطعه کار بیشتر از قسمت‌های دیگر است در نتیجه Q_3 از همه بیشتر شده و دو قطعه را در نقطه تماس الکترودها به هم می‌چسباند. در واقع در نقطه جوش، دو قطعه اول در اثر گرمای زیاد در نقطه مورد نظر به صورت خمیر در آمده و با تأثیر فشار در هم فرو می‌روند.



اثر جریان: به دلیل توان دو، جریان الکتریکی بیشترین اثر را در ایجاد گرما دارد که افزایش آن باعث افزایش جنبش مولکولی و افزایش مقاومت جوش می‌شود. ولی اگر جریان بیش از اندازه گردد، حرارت در ناحیه جوش بسیار بالا رفته و ذوب فلز تا سطح آن گسترش می‌یابد و فضای خارج از الکترودها ذوب شده و در نتیجه باعث پاشیدن فلز مذاب می‌گردد. پس در این جوش، به جریان کافی برای گرم کردن فلزات و رساندن آنها به حد خمیری نیاز است. مقدار جریان برای جوش را با توجه به ضخامت ورق و کلاس جوش می‌توان با استفاده از قسمت کنترل جریان که بر روی دستگاه پیش بینی شده است، تنظیم کرد.

اثر حرارت: مجموع حرارت تولید شده متناسب با زمان جوش است بالا جبار مقداری از حرارت به وسیله انتقال به فلز پایه الکترودها تلف خواهد شد، مقدار کمی از تلفات نیز به وسیله تشعشع است. طولانی شدن بیش از اندازه زمان جوش همان اثر شدت جریان بیش از اندازه را بر روی فلز اصلی و الکترودها می‌گذارد. از این گذشته اثری که در فلز پایه در ناحیه جوش به وجود می‌آید بیش از اندازه خواهد شد. کم بودن زمان جوش باعث

می‌گردد ناحیه ذوب به دمای مناسب نرسد و در نتیجه عدسی جوش تشکیل نشده یا عدسی تشکیل شده در حد مطلوب نباشد

اثر فشار: الف) فشار چکشی ب) فشار جوش

فشار جوش: تأثیر مقاومت R در فرمول حرارت به صورت فشار جوشکاری نمایان می‌شود که آن نیز متأثر از مقاومت سطح تماس بین قطعات کار است. قطعات کار در عملیات نقطه جوش، درز جوش و پرس جوش بایستی محکم به یکدیگر در محل جوش بچسبند تا جریان الکتریکی قادر باشد از آنها عبور کند. از سوی دیگر فشار مذاب بین دو قطعه باعث پرتاب شدن مذاب به خارج از ناحیه جوش شده و در جوش جرقه ایجاد می‌کند.

فشار چکشی: فشاری که بعد از قطع جریان جوشکاری، قطعات مورد نظر به هم وارد می‌کنند فشار چکشی گویند.

سیکل جوشکاری: در حین جوش نقطه‌ای چهار فاصله زمانی وجود دارد:

الف - زمان فشار قبل از جوش: زمانی است که دو قطعه را با وسیله‌ای به هم می‌فشاریم.

ب - فاصله زمانی ما بین وارد آمدن نیرو تا بکار گرفتن جریان. یعنی فشردن دو قطعه کار مابین دو الکترود قبل از شروع جریان دهی، این زمان برای اطمینان از اتصال کامل الکترودها به قطعه کار و کامل شدن نیروی الکترود قبل از برقراری جریان جوش است.

ج - زمان جوش: زمانی که جریان برای ایجاد یک جوش داخل قطعه برقرار می‌گردد.

د- زمان نگه داشتن بعد از جوش: زمانی که بعد از قطع جریان الکترودها هنوز بر روی قطعه کار قرار دارند. در خلال این زمان عدسی جوش جامد و سرد شده و مقاومت آن به حد کفایت می‌رسد. برای اصلاح خواص مکانیکی و فیزیکی جوش می‌توان یکی یا بیش از یکی از حالت‌های زیر را در سیکل جوش ایجاد نمود.

مساحت نوک الکتروود: اندازه جوش بوسیله مساحتی که در تماس با نوک الکترودها است کنترل می‌شود و این مساحت را می‌توان متناسب با نیازهای هر کار و با استفاده از زوج الکترودهای گوناگون به دلخواه تغییر داد. **چگالی جریان و فشار:** از حاصل تقسیم مقدار جریان عبوری بر سطح مقطع الکتروود، چگالی جریان الکتریکی بدست می‌آید که واحد آن A/mm^2 می‌باشد. (به روشی مشابه از تقسیم مقدار نیرو به سطح مقطع الکتروود، چگالی نیرو بر حسب Kg/mm^2 به دست می‌آید) از چگالی جریان می‌توان به دو عامل اساسی جوش نقطه‌ای، یعنی مقدار جریان و سطح مقطع الکتروود رسید.

اگر مقدار چگالی جریان به صورت صحیح انتخاب شود می‌تواند به جوش نقطه‌ای استحکام بیشتری ببخشد. در اثر مداومت در جوشکاری ممکن است سطح الکترودها پهن‌تر گردد و به تبع آن چگالی جریان کاهش یافته و کیفیت جوش نیز تنزل خواهد داشت. بدیهی است با پهن شدن سطح الکترودها، چگالی نیرو نیز کاهش خواهد یافت.

خواص فیزیکی: در ادامه چگونگی تأثیر خواص فیزیکی بر خواص جوش را مطالعه خواهیم کرد. در اثر بالا بودن درجه حرارت موضع اتصال، حرارت، توسط عبور جریان الکتریکی و مقاومت الکتریکی بوجود می‌آید و یا به بیان دیگر مقاومت الکتریکی بزرگتر در زمان و شدت جریان معین، تولید حرارت بالاتری می‌کند و بر عکس. مقاومت الکتریکی یک هادی بستگی مستقیم به طول و نسبت معکوس به سطح مقطع دارد. البته جنس هادی هم که میزان ضریب مقاومت الکتریکی است خالی از اهمیت نیست، $(\rho l/s = R)$ بنابراین خصوصیت جوشکاری نقطه‌ای با تغییر ضخامت ورق، تغییر مقطع تماس الکتروود با قطعه و جنس قطعه تغییر می‌کند. فاکتور فیزیکی

مهم دیگر هدایت حرارتی قطعات مورد جوش می‌باشد که با ضریب هدایت حرارتی مشخص می‌شود. جالب است بدانید که فلزات با هدایت الکتریکی خوب دارای هدایت حرارتی خوبی نیز هستند. در نتیجه این فلزات یا آلیاژها به شدت جریان بالا و زمان عمل کوتاه نیاز دارند. چون حرارت به اطراف هدایت شده و اگر تمرکز و شدت حرارت لازم در موضع اتصال نباشد، جوشی انجام نخواهد گرفت. در مورد فولادهای معمولی نیازی به شدت جریان بالا و زمان کوتاه نیست، ولی در فولادهای سختی پذیر، به علت جدایش رسوب کاربید، زمان جوشکاری باید کوتاه تنظیم شود. خواص فیزیکی دیگر قطعه کار گرمای ویژه و ضریب انبساط حرارتی است که گرمای ویژه برای محاسبه حرارت مورد نیاز برای ذوب موضع جوش می‌باشد. فولادهای معمولی (Mild steel) را بدون مشکل خاصی می‌توان جوش نقطه‌ای داد. فولادهای سختی پذیر (Harden able steel)، به علت وجود سیستم آبرگرد در اطراف الکتروود محل جوش و اطراف آن سریع سرد شده و ترد و شکننده می‌شود و لازم است عملیات آنیل روی آن انجام شود. فولادهای زنگ نزن (Stainless steel)، فولادهای فریتی و مارتنزیتی کمتر با این روش جوش داده می‌شوند. فولادهای پوشش داده شده (coation protective steel with) فولادها به روش‌های گوناگون پوشش داده می‌شوند که اندود قلع، روی و یا رنگ از آن جمله‌اند. در مورد پوشش انواع رنگ که اغلب هادی جریان الکتریکی نیستند باید حتماً محل جوش از رنگ تمیز شود، اما فولادهای گالوانیزه و پوشش قلع و غیره قابلیت جوشکاری مقاومتی را دارند، فلزات غیر آهنی، آلیاژهای آلومینیوم، آلومینیوم - منیزیم و آلومینیوم - منگنز قابل جوشکاری مقاومتی هستند، مشروط بر آنکه سطح اکسیدی محل جوش تمیز شده و ظرفیت دستگاه جوش به اندازه کافی باشد. آلیاژهای آلومینیوم - مس، برنز و برنج برای این نوع جوشکاری مناسب نیستند. مس به علت هدایت الکتریکی و حرارتی بالا به دستگاه با ظرفیت خیلی بالا و الکترودهای سطح سخت و یا تنگستن نیازمند است و معمولاً ورق‌های ضخامت بالاتر از $1/6 \text{ mm}$ را با روش‌های دیگر جوشکاری اتصال می‌دهند.

د- **جوشکاری ذوبی:** فرآیندی است که در آن لبه‌های اتصال ذوب شده و مواد مذاب به کمک مفتول پرکننده و یا بدون آن با هم مخلوط شده، و پس از انجماد مواد مذاب، قطعات به هم جوش می‌خورند. در جوشکاری ذوبی، باید بتوانیم انرژی لازم برای ذوب شدن لبه‌های اتصال و سیم جوش را فراهم کنیم و در هنگام جوشکاری نیز از اکسیداسیون مواد مذاب و اثرات مخرب ازت بر نقاط جوش جلوگیری کنیم.

ه- **جوشکاری حالت جامد یا نفوذی:** اگر دو قطعه را در حالت جامد به هم نزدیک کرده و با کمک فشار و حرارت و یا بدون حرارت دو قسمت قطعه در هم فرو روند به این فرآیند، جوشکاری نفوذی گویند.

و- **جوشکاری لیزری:** که در آن انرژی یک اشعه همدوس تکفام به گرما تبدیل می‌شود.

ز- **جوشکاری الکترونی:** انرژی یک اشعه الکترونی به گرما تبدیل می‌شود. جریانی از الکترون‌ها که با ولتاژ زیاد شتاب داده شده‌اند و به صورت باریکه‌ای متمرکز به عنوان منبع حرارتی جوشکاری به کار می‌روند. به دلیل دانسیته بالای انرژی در این پرتو منطقه حرارت دیده، بسیار باریک است و جوشی با کیفیت مناسب به دست می‌آید.

ح- **جوشکاری پلاسما:** جوشکاری پلاسما یکی از روش‌های جوشکاری است که در آن با کاربرد گازهای خنثی درجه حرارت به بالای هزار درجه سانتیگراد می‌رسد و انرژی قوس بسیار متمرکزتر و پایدارتر از روش جوشکاری با گاز محافظ و الکتروود تنگستنی TIG است.

قوس الکتریکی:

در جوشکاری قوسی، در فضای باریک بین الکترود و سطح فلز قوس الکتریکی برقرار می‌شود. قوس الکتریکی به علت افزایش جریان یا ولتاژ بین قطعه کار و نوک الکترود به وجود می‌آید که باعث یونیزه شدن هوای این ناحیه باریک می‌شود و به تبع آن باعث ایجاد حرارت، نور و صدا می‌شود. در این حالت وظیفه حفاظت از مواد مذاب در مقابل اکسایش نیز بر عهده، روپوش الکترود جوش و گاز حاصل از ذوب شدن این الکترود می‌باشد. که منبع جریان این نوع جوشکاری ممکن است مستقیم (DC) و یا متناوب (AC) باشد.

تجهیزات جوشکاری برای جوش قوس الکتریکی:

- ۱- دستگاه منبع تغذیه (AC /DC) تکفاز یا سه فاز
- ۲- کابل‌های انبر و اتصال
- ۳- چکش جوش یا شلاکه
- ۴- برس سیمی
- ۵- انبر قطعه گیر
- ۶- سنگ سنباده
- ۷- میز و گیره جوش
- ۸- سندان
- ۹- لکترود جوش و الکترود خشک کن (آون)



در شکل بالا دو نمونه از رکتیفایرهای جوشکاری قوسی معمولی و الکترود معمولی را مشاهده می‌کنید.

تجهیزات ایمنی کارگاهی و فردی برای جوش قوس الکتریکی:

- ۱- سیستم تهویه کارگاهی
- ۲- کابین جوشکاری
- ۳- وسایل اطفاء حریق
- ۴- لباس کار مناسب
- ۵- کفش ایمنی
- ۶- دستکش، پیش بند، ساق بند و کلاه چرمی
- ۷- ماسک مخصوص و سپر شلاکه زنی

منابع تغذیه در جوشکاری قوس الکتریکی یا ^۱(SMAW):

این تغذیه کننده‌ها باید بتوانند انرژی لازم جهت ایجاد قوس الکتریکی در جوشکاری را تأمین نمایند که ممکن است دارای خروجی جریان متناوب یا AC باشند، یعنی برق شهر را بتوانند با ترانسفورماتور کاهنده داخلی خود به ولتاژ کمتر و جریان بیشتری برسانند که بتوانیم از آنها برای جوشکاری قوس الکتریکی

¹ - Shielded Metal Arc Welding

استفاده کنیم. در منابع مستقیم، برق شهری در داخل دستگاه بعد از عبور از ترانس و رسیدن به ولتاژ و جریان مورد نظر، از داخل یکسو کننده‌ها عبور نموده و به صورت جریان مستقیم (DC) برای ایجاد قوس الکتریکی آماده می‌شود.

در مواردی که دسترسی به برق شهر ناممکن باشد، برای جوشکاری از ژنراتور و یا دینام جوشکاری، استفاده می‌کنند.

رکتیفایر جوشکاری: که همان منبع تغذیه جوشکاری مستقیم (DC) قوس الکتریکی (SMAW) می‌باشد که ممکن است تکفاز یا سه فاز باشد. بعضی از رکتیفایرها، علاوه بر توانایی جوشکاری قوس الکتریکی معمولی، توانایی جوشکاری قوسی نوع (GTMW) یعنی جوشکاری قوسی با پودر محافظ را نیز دارند. همچنین می‌توانند خروجی مستقیم یا متناوب داشته باشند. تغییر آمپر در این رکتیفایرها توسط پتانسیومتر (ولوم یکدور) انجام می‌گیرد. رکتیفایرها دارای دو خروجی مثبت و منفی هستند که می‌توان کابل اتصال و کابل انبر را به هر یک از آنها وصل نمود.

منبع تغذیه جوش آرگون با قابلیت دوگانه

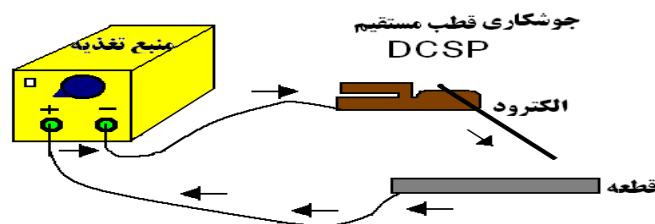


توانایی های جوش با جریان مستقیم:

جوش قطب مستقیم یا ¹(DCSP)

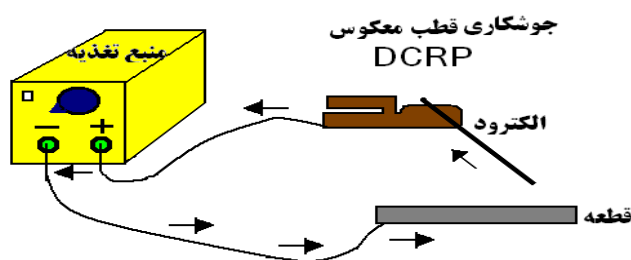
اگر در جوشکاری با رکتیفایر مستقیم، کابل اتصال را به قطب مثبت و انبر را به قطب منفی وصل کنیم در واقع چون جریان الکترون‌ها از قطب منفی به مثبت است، بنابراین بارش الکترون بر روی سطح کار باعث ایجاد گرمای زیاد در سطح کار خواهد شد و از کل گرمای جوشکاری $\frac{2}{3}$ به قطعه کار و $\frac{1}{3}$ به الکتروود منتقل می‌شود. از این نوع جوش برای اتصال ورق‌های ضخیم استفاده می‌شود.

¹ - Direct current straight plarity



جوش قطب معکوس یا ¹ (DCRP)

اگر در جوشکاری با رکتیفایر DC کابل اتصال را به قطب منفی و انبر را به قطب مثبت وصل کنیم در این صورت نوک الکتروود بیشتر از قطعه کاری گرم می شود و الکتروود زودتر ذوب می گردد. در این حالت از کل گرمای جوشکاری $\frac{2}{3}$ به الکتروود و $\frac{1}{3}$ به سطح کار می رسد. از این نوع جوشکاری، برای اتصال ورق های نازک و ظریف استفاده می شود. ذرات فلزی که از الکتروود به صورت مذاب جدا می شوند، به راحتی به قطب منفی که قطعه کار است جذب می گردند. که در جوشکاری غیر سطحی باعث می شود مذاب سرازیر نشود.



وقتی با قطب معکوس جوشکاری می کنیم، تمیزکاری بوسیله قوس انجام می گیرد (Arc cleaning) یعنی ذرات یون مثبت از الکتروود به سطح کار برخورد می کند و لایه اکسیدی سطح کار را می شکند و تمیزکاری اتفاق می افتد.

در جوشکاری با جریان متناوب نیز، در هر نیم سیکل جریان، تمیزکاری بوسیله قوس الکتریکی صورت می گیرد و گرما به صورت مساوی بین الکتروود و سطح کار تقسیم می شود.

خطرات ناشی از جوشکاری قوسی

الف- شوک الکتریکی یا برق گرفتگی:

¹ - Direct current revers plarity

- ممکن است برای جوشکاری از برق سه فاز استفاده شود و یا در حین جوشکاری، به علت پاشش مواد مذاب و یا برخورد کابل‌های برق به ابزار تیز در آنها خراش‌هایی ایجاد شده و روپوش عایقشان کنده شود. به همین منظور هر از گاهی باید کابل‌های برق را بررسی کرد.

- برق متناوب از برق مستقیم خطرناک‌تر است و باید تمام دستگاه‌های جوشکاری به سیم‌زمین متصل شوند.

- جوشکاری در هوای بارانی و یا جوشکاری با ابزار و لباس خیس و روغنی بسیار خطرناک است.

- جوشکاری در ارتفاع و بدون کمربند ایمنی غیر مجاز است.

ب- تابش پرتوها و اشعه‌ها:

- اشعه فرابنفش: قابل رویت نمی‌باشد و به پوست و چشم و مو شدیداً آسیب می‌رساند و اکسیژن هوا در مجاورت این اشعه به اوزن O_3 تبدیل می‌شود که بر روی مجاری تنفسی اثرات مخرب دارد.

- نور مرئی: نورمرئی قوس الکتریکی بسیار شدید است و برای چشم و اندام بدون پوشش بدن مثل سر و صورت و چشم بسیار خطرناک است. برای نگاه کردن به قوس الکتریکی حتماً باید از فیلترهای مخصوص استفاده کرد.

- اشعه فروسرخ: غیر قابل رویت است و از فلزات گداخته و شیشه گداخته هم ساطع می‌شود که برای سرو صورت بدون پوشش خطرناک است.



استفاده از ماسک جوشکاری:

دو نوع شیشه در چشمی ماسک جوشکاری جاگذاری شده است که شیشه معمولی شفاف برای محافظت فیلتر شیشه‌ای ماسک بر روی آن قرار می‌گیرد تا جرقه‌ها و مواد مذاب اول به شیشه معمولی برخورد کنند و

فیلتر اصلی را خراش نیندازند. این فیلترها از درجه ۲ الی ۱۴ درجه بندی شده‌اند. بهترین فیلتر، فیلتری است که با آن بتوان مواد مذاب حاصل از جوش را با شدت بسیار کم دید. برحسب مقدار آمپر، مواد تشکیل دهنده الکتروود و نوع قطعه، فیلتر مناسب انتخاب می‌شود. مثلاً برای جوش قوسی با آمپر ۷۵ باید فیلتر شماره ۸ و برای جوش قوسی تا ۲۵۰ آمپر باید فیلتر شماره ۱۰ را بکار گرفت. استفاده از ماسک جوشکاری و نگاه کردن به نقطه جوش از پشت شیشه محافظ ماسک، باعث می‌شود تا علاوه بر جلوگیری از رسیدن اشعه‌ها به چشم، قسمت‌های دیگر بدن نیز که در پشت ماسک می‌باشند از اشعه مصون بمانند.

استشمام گازها و بخارات فلزی: قوس الکتریکی با حرارتی در حدود ۵۰۰۰ درجه سانتیگراد به آسانی دود و گاز و ذرات معلق در هوا تولید می‌کند که میزان خطر این ذرات و گازها به ترکیب شیمیایی آنها بستگی دارد. در هنگام جوشکاری، گازهای اوزن، دی اکسید کربن و منوکسید کربن و بخارات فلزی تولید می‌شوند و بهتر است منطقه جوشکاری توسط حفاظهایی مناسب احاطه شده و از تهویه مناسب در هر کابین استفاده شود.

شلاکه جوش یا گل جوش:

در جوشکاری قوسی روپوش الکتروود همراه مغز فلزی آن ذوب می‌شوند و روی حوضچه جوش را می‌پوشانند که به آن شلاکه جوش یا گل جوش گویند. که باید بعد از سرد شدن آن نقطه، برای سنجش سفتی جوش، با چکش شلاکه زنی ضرباتی به آن نقطه وارد کنیم تا گل جوش از جوش جدا شود. چون گل جوش هنوز کاملاً سرد نشده است ممکن است بعد از جدا شدن از جوش به سرو صورت پرتاب شود، برای محافظت از این خطرات از سپر شلاکه زنی استفاده می‌کنند. محل جوشکاری را نباید بلافاصله با آب سرد نمود چون باعث ترک خوردن جوش می‌شود.

الکترودهای مختلف جوشکاری: الکترودهای جوش به انواع مختلفی چون سلولزی، روتایی، قلیایی، اکسیدی و اسیدی دسته بندی می‌شوند و هر کدام کاربری مخصوصی دارد.

الف- الکتروود سلولزی: در روپوش این نوع الکتروود مقدار زیادی سلولز وجود دارد که ماده اصلی چوب‌ها است. به دلیل کربن و هیدروژن موجود در سلولز، گاز محافظ مناسب تولید می‌کند. قوس قوی و نفوذ زیادی دارد و برای پاس جوش بکار می‌رود و بسیار جاذب رطوبت است و در مجاورت رطوبت فاسد می‌شود.

ب- **الکترو روتایی:** در روپوش این الکترودها روتایل یا اکسید تیتانیوم وجود دارد با رطوبت فاسد نمی‌شود. و از پرکاربردترین الکترودهاست و در کارهای عمومی مصرف می‌شود و برای قطعاتی تا ضخامت ۱۵ میلی متر مناسب است.

ج- **الکترو قلیایی:** در روپوش این الکترودها مقدار زیادی کربنات کلسیم و فلوئور کلسیم وجود دارد. بهترین و ظریف‌ترین نوع جوش با این الکترودها قابل انجام است و جوش آن بدون مک و حفره است. روپوش آن ترد است و حتما قبل از مصرف باید خشک شوند.

د- **الکترو اکسیدی**

ه- **الکترو اسیدی:**

که هر دوی این الکترودها مقدار زیادی اکسید آهن در روپوش خود دارند. استحکامشان ضعیف و نفوذ جوششان کم است و کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

شناسایی انواع الکترودهای جوشکاری از روی نوشته آنها:

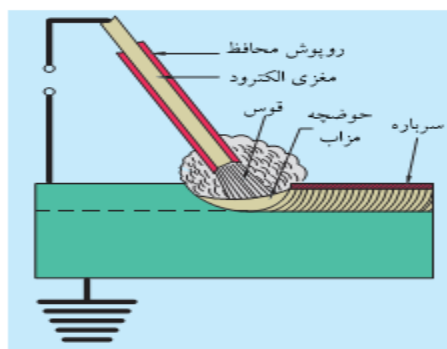
مطابق استاندارد جهانی AWS بر روی الکترودها علامتهایی حک می‌شوند که حرف اول آنها از چپ E است به معنی الکترو و بعد از آن یا یک عدد چهار رقمی قرار دارد و یا یک عدد پنج رقمی. که در عدد چهار رقمی، دو رقم اول سمت چپ و در عدد پنج رقمی سه رقم اول سمت چپ را باید در ۱۰۰۰ ضرب نمود که حاصل مقاومت کششی جوش فلز است. که بر حسب اینچ مربع است و برای تبدیل این واحد بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب باید در ضرب قبلی به جای ۱۰۰۰ عدد ۰.۷ را قرار دهیم و بر حسب واحد SI بخوانیم. رقم دوم از سمت راست نشان دهنده حالت جوشکاری است. مثلا عدد ۱ برای همه حالت‌ها و عدد ۲ برای حالت تخت و ماهیچه‌ای و عدد ۳ فقط برای حالت تخت است. رقم اول از سمت راست نشان دهنده نوع جریان جوشکاری است. مثل E7018

E7018 این کد نشان می‌دهد که:

الف: حداقل استحکام کششی جوش حاصله ۷۰۰۰۰ پوندبراینچ مربع است.

ب: از این الکترودها برای جوشکاری در همه موقعیت ها یعنی - تخت - افقی - عمودی - سر بالائی می توان استفاده کرد.

ج: هم با جریان متناوب قابل استفاده است و هم با جریان مستقیم



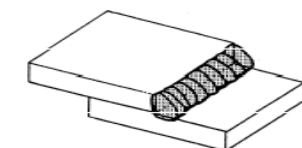
نحوه جوشکاری: بعد از آماده سازی وسایل کارگاهی و ایمنی جوشکاری، بستگی به جنس قطعه از آمپر و الکتروده مناسب استفاده می کنیم. در جوشکاری باید فاصله دست تا سطح قطعه همواره ثابت بماند و بیشتر از قطر الکتروده نشود. و در حین جوشکاری سرعت حرکت به جلو نیز باید مناسب باشد (نه خیلی سریع و نه خیلی کند). زاویه الکتروده از سطح قائم باید ۱۰ الی ۲۰ درجه باشد. و برای پر کردن شیارهای عرض دار و یا ایجاد جوش بهم پیوسته، باید علاوه بر حرکت طولی الکتروده، به آن حرکت عرضی سینوسی نیز بدهیم تا بتوانیم عرض جوش مناسبی بدست آوریم. باید توجه داشت که حرکت عرضی الکتروده نباید از دو برابر قطر الکتروده بیشتر باشد. بدیهی است برای بدست آوردن خط جوش بی عیب و نقص، بایستی ساعتها تحت نظر استادکار تمرین نمود.

انواع مختلف جوشکاری:

الف- جوشکاری لب به لب



ب- جوشکاری لب روی هم



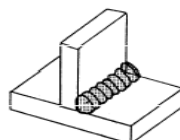
جوشکاری لب روی هم

ج- جوشکاری اتصال گوشه‌ای از داخل یا بیرون



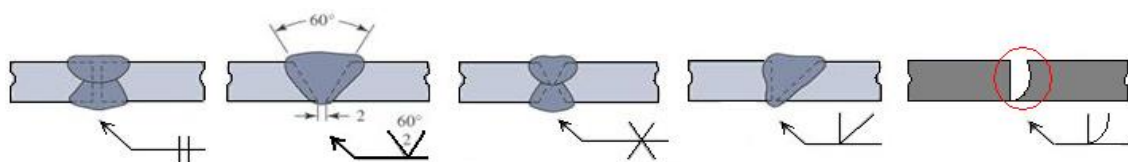
جوشکاری اتصال گوشه ای

د- اتصال سه پری



جوشکاری اتصال سه پری

در بعضی مواقع برای استحکام بیشتر و نفوذ جوش به داخل قطعه باید لبه‌های قطعات را پخ بزنیم. اگر قطعات خیلی ضخیم باشد ممکن است از دو طرف هر لبه را پخ بدهیم.



اگر سطح پخ دارای انحنا باشد، استحکام بیشتر می‌شود. زیرا در گوشه‌های زاویه‌دار تمرکز تنش وجود دارد.



بالایی خط جوش آمپر کم
و پایینی خط جوش آمپر بالا

لحیم کاری:

اتصال دو یا چند قطعه فلز به یکدیگر با کمک حرارت هویه و سیم لحیم را لحیم کاری گویند. این عمل به وسیله آلیاژی از قلع و سرب که معمولاً بستگی به دمای هویه، جنس قطعه و نوع قطعه ممکن است درصد هر کدام (قلع و سرب) در سیم لحیم کم و یا زیاد شود انجام می‌گیرد. برای انجام لحیم کاری باید محل اتصال دو فلز کاملاً تمیز گردد و سپس این محل را به وسیله‌ای گرم می‌کنیم تا این دما بتواند سیم لحیم را ذوب کند. در نتیجه بعد از ذوب شدن لحیم در محل اتصال و دور کردن هویه از محل اتصال، در این نقطه فلزات به هم لحیم می‌خورند و می‌چسبند.

لوازم مورد نیاز برای لحیم کاری:

- ۱- هویه برقی یا گازی با توان‌های مناسب
- ۲- سیم لحیم
- ۳- روغن لحیم
- ۴- فرچه سیمی نرم جهت تمیز نمودن گرد و غبار و چربی محل اتصال
- ۵- سیم لخت کن یا سیم چین

انواع لحیم کاری: لحیم کاری به دو نوع عمده دسته‌بندی می‌شوند:

الف- لحیم کاری سخت و خشن: برای اتصالات ضخیم بکار می‌رود و از هویه وات بالا و یا هویه ساده سر مسی که با شعله گاز یا پریموس گرم استفاده می‌کنند. برای این نوع لحیم کاری حتماً باید از روغن لحیم استفاده کرد چون حرارت بالا باعث تبخیر روغن می‌شود.

ب- لحیم کاری نرم: در این نوع لحیم کاری بسته به نوع اتصال و ظرافت آن از هویه با وات و نوکی مناسب استفاده می‌کنند. بهتر است در این نوع لحیم کاری از روغن لحیم استفاده نشود چون حرارت هویه پایین است در نتیجه روغن محل اتصال کاملاً تبخیر نمی‌شود و در محل اتصال باقی می‌ماند. برای لحیم کاری قطعات و نیز بردهای الکترونیکی باید از هویه‌های بسیار ظریف و وات پایین استفاده کرد تا به قطعات الکترونیکی به واسطه گرما آسیبی نرسد.

روغن لحیم: یکی از لوازم مورد نیاز لحیم کاری، روغن لحیم است نقطه ذوب آن باید خیلی پایین تر از نقطه ذوب سیم لحیم باشد. روغن لحیم اکسید سطح فلز محل اتصال را از بین برده و علاوه بر تمیز نمودن محل لحیم کار، در خلال عمل لحیم کاری نیز از اکسایش مجدد محل اتصال جلوگیری می کند. روغن های لحیم کاری می توانند ترکیباتی نظیر هیدراتها و اکسیدها را در خود حل کنند و مانع اکسایش محل لحیم کاری شوند. این روغن ها را روغن های کروسیو یا "ساینده" می نامند. از مهمترین این روغن ها می توان به محلول آمونیاک و کلرید روی اشاره کرد.



سیم لخت کن و سیم چین

نکته - برای لحیم کاری قطعات الکترونیکی بهتر است از روغن های کروسیو استفاده نشود ولی اگر روغن استفاده شود عمل لحیم کاری به سهولت انجام می شود. در صورت لزوم برای این موارد از روغن های "نان کروسیو" یا غیر ساینده مثل "استارین" می توان استفاده کرد. باید دقت شود این روغن ها بعد از لحیم کاری در محل اتصال نمانند. چون بعد از مدتی ایجاد مقاومت می کنند.

سیم لحیم: سیم لحیم آلیاژی است از قلع و سرب به نسبت های مختلف که برای لحیم کاری معمولی و قطعات الکترونیکی بهتر است از سیم لحیم هایی استفاده کنیم که نسبت قلع و سرب آنها به ترتیب ۶۳ و ۳۷ درصد باشد. معمولاً داخل این سیم های لحیم سوراخی سرتاسری وجود دارد که حاوی روغن لحیم است. قطر این سیم های لحیم از ۰.۵ تا ۴ میلی متر متغیر است.

همچنین بستگی به مقدار درصد سرب و قلع سیم لحیم، دمای ذوب آنها نیز متفاوت است. که اگر درصد قلع بیشتر باشد دمای ذوب کمتر خواهد بود و بالعکس. برای اتصالات حجیم از سیم های قلع ضخیم تر و هویه های وات بالاتر به همراه روغن های کروسیو، استفاده می شود.

هویه: هویه وسیله‌ای است که سیم لحیم را ذوب نموده و قطعات را به هم وصل می‌کند. که معمولاً بر دو نوع است یا حرارتش را از خودش تولید می‌کند مثل هویه برقی و گازی و یا بوسیله حرارت از بیرون داغ می‌شود مثل هویه ساده سر مسی. در شکل زیر نمونه‌ای از هویه ساده برقی وات پایین و نگهدارنده هویه دیده می‌شوند.



جای هویه: در طول انجام عمل لحیم‌کاری نمی‌توان هر لحظه هویه را روشن و خاموش نمود و رها کردن هویه داغ روی میز نیز خطرناک است چرا که ممکن است باعث سوختگی کاربر و آلودگی نوک هویه گردد و یا نوک داغ آن به کابل تغذیه هویه برخورد کند. لذا برای ایمنی بیشتر از جای هویه استفاده می‌کنند. که یک نگهدارنده فلزی با تعادل خوب است.

قرقره سیم لحیم: قرقره‌ای است که سیم لحیم دور آن پیچیده شده است و بهتر است آن را در کنار نگهدارنده هویه جاسازی کنیم.

قلع کش: قلع کش وسیله‌ای است برای کشیدن قلع‌های آب شده محل لحیم‌کاری قبلی که می‌خواهیم لحیم آن را برداریم. برای خارج نمودن یک قطعه الکترونیکی معیوب روی برد، ابتدا قلع کش دستی را آماده کار در یک دست نگه داشته و با دست دیگر هویه داغ را به قلع یکی از پایه‌های قطعه نزدیک می‌کنیم. به محض ذوب شدن قلع آن نقطه، قلع کش را وارد عمل می‌کنیم و قلع مذاب را مکش می‌کنیم. این کار را تا تمیزی پایه و برطرف شدن کامل قلع ادامه می‌دهیم.



انواع قلع کش: به دو شکل مختلف دستی و برقی و در اندازه‌های گوناگون ساخته می‌شوند.

اسفنج نسوز: برای تمیز کردن نوک هویه معمولاً از اسفنج نسوز استفاده می‌شود و به جای آن می‌توان از سیم ظرفشویی مرطوب استفاده کرد.

هویه انبری: از این هویه برای تعویض قطعات سوخته حساس استفاده می‌شود.

حفاظت از هویه:

- بهتر است همواره نوک هویه را قلع‌اندود نگهداریم اگر نوک هویه کثیف باشد بهتر است اول نوک هویه را تمیز نموده سپس آن را قلع‌اندود کنیم.
- نوک بعضی از هویه‌ها را با مواد ضد اکسیدی پوشانده‌اند برای تمیز نمودن این قبیل نوک‌ها نباید از سوهان استفاده نمود. همچنین نوک بعضی از هویه‌ها قابل تعویض هستند.
- وقتی از هویه استفاده نمی‌کنیم باید برق آن را قطع کنیم و یا از هویه تفنگی استفاده کنیم.



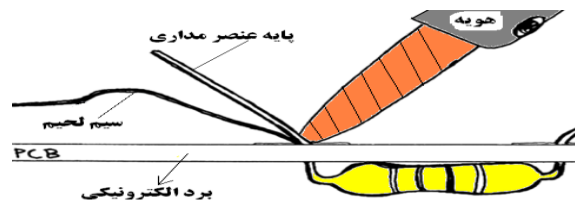
در شکل بالا نمونه‌هایی از هویه های تفنگی و هوای داغ دیده می‌شوند

هویه تفنگی: این هویه بر اساس کار ترانسفورماتور کاهنده کار می‌کند. به این صورت که یک سیم پیچ اولیه در داخل دسته هویه قرار دارد که با برق شهر تغذیه می‌شود و سیم ثانویه که یک حلقه بسته است قسمت نوک هویه را می‌سازد. به دلیل افزایش جریان در خروجی نوک این هویه داغ می‌شود و برای بهتر دیدن محل لحیم کاری نیز یک لامپ کوچک در زیر نوک هویه تعبیه شده است.

طریقه لحیم کاری: ابتدا نوک هویه را با برس سیمی نرم تمیز می‌کنیم و سپس هویه را داغ می‌کنیم و به محض داغ شدن هویه را قلع‌اندود می‌کنیم تا اکسید نشود و یا هویه را در روغن لحیم فرو می‌بریم. همچنین محل لحیم کاری را نیز باید با اسپری‌های مخصوص تمیز و با برس سیمی نرم و پارچه زبر تمیز کنیم.

سپس محل اتصال یا لحیم کاری را با نوک هویه گرم می کنیم تا به درجه ای برسند که بتوانند سیم لحیم را به راحتی ذوب کنند. سپس سیم لحیم را به آن نقطه نزدیک می کنیم تا ضمن ذوب شدن به محل اتصال بچسبد. به محض ذوب شدن لحیم، هویه را دور می کنیم تا محل اتصال خنک شود.

اگر در محل لحیم حرارت به اندازه کافی نباشد و یا نقطه اتصال تمیز نباشد لحیم کاری سرد خواهیم داشت و لحیم به صورت حباب بر روی نقطه اتصال خواهد ماند و با کمترین فشاری کنده خواهد شد. بهترین لحیم کاری، لحیم کاری گرم است که در آن قطعه و لحیم کاملاً در هم فرو می روند و دارای سطحی صاف و براق هستند.



در الکترونیک بهتر است برای لحیم پایه های عناصر مداری، از هویه های ظریف با واتهای ۱۰ الی ۴۰ استفاده کنیم و همچنین برای نگهداری این قطعات در هنگام لحیم کاری باید از پنس نازک آهنی استفاده کنیم تا مقداری از گرمای محل را به خودش انتقال دهد و قطعه را محافظت کند.

لحیم کاری قطعات SMD :

در این نوع لحیم کاری از قطعات بسیار ریز به نام SMD برای ساختن مدارهای الکترونیکی در حجم بسیار کوچک استفاده می کنند. لحیم کاری این قطعات با قطعات معمولی متفاوت است. برای لحیم کاری آنها، پایه های آنها را از مدار چاپی عبور نمی دهند بلکه بر روی سطح پایه ها را لحیم کاری می کنند. شایسته است از هویه های بسیار دقیق و با نوکی به قطر ۰.۲ میلی متر و سیم لحیم مخصوص SMD به قطر ۰.۵ میلی متر و پنس نوک نازک به همراه روغن مخصوص لحیم استفاده کنیم.

و برای خارج کردن قطعات سوخته SMD نیز بهتر است از هویه انبری و یا هویه هوای داغ استفاده کنیم.

حمام قلع: برای لحیم کاری تولید انبوه مدارهای الکترونیکی از حمام قلع استفاده می شود. به این ترتیب که قطعات را روی مدار و در جای خود سوار می کنند و نواحی که نباید لحیم کاری شوند را با موادی مخصوص می پوشانند و سپس برد را از روی مخزن قلع مذاب عبور می دهند. قلع به نقاط مورد نظر می چسبد و لحیم کاری

تکمیل می‌گردد. برای جلوگیری از اکسایش بردها در گذر زمان رنگ مخصوصی که معمولا به رنگ سبز است بر روی بردها می‌پاشند.

نکات ایمنی در لحیم‌کاری:

- ۱- مراقب باشید هویه داغ باعث آتش سوزی نشود.
- ۲- در موقع لحیم‌کاری ممکن است سیم رابط هویه با سر هویه تماس پیدا کند و باعث حادثه گردد.
- ۳- برای خارج کردن لحیم مذاب از قلع کش استفاده کنید و به هیچ وجه لحیم مذاب را فوت نکنید. چون ممکن است به سر و صورت شما بپاشد و یا باعث سوختن لباس‌تان گردد.
- ۴- هویه را بعد از استفاده قلع اندود کنید و در هویه نگهدار بگذارید.
- ۵- بخار لحیم را استنشاق نکنید و دقت کنید در موقع لحیم‌کاری فن کارگاه روشن باشد و یا در زیر هود لحیم‌کاری نمایید.
- ۶- برای لحیم‌کاری سیم‌های روپوش‌دار، روپوش آنها را با سیم لخت کن و یا سیم چین بردارید.