حمد و ستایش خدایی را که اول است و پیش از او اولی نبود و آخر است بی آن که بعد از او آخری باشد

مواد ساختمانی ادوات کشاورزی

تعداد صفحات: ۱۳ برگ

امـام علـی(ع) : انـصاف برتـریـن ارزشـهاست

۳ مواد

کارایی عملیات کارگاهی آنگاه افزون‌تر می‌شود که ماشین‌کار یا ورقکار دربارهٔ طبیعت و خواص موادی که بکار می‌برد آگاهی کلی داشته باشد.

به‌طور کلی مواد به دو گروه فلزی و غیرفلزی تقسیم می‌شوند. مواد فلزی نیز در دو گروه غیرآهنی (برای مثال مس، آلومینیوم و تیتانیوم) و آهنی (برای مثال آهن، فولاد و آلیاژهای مختلف) طبقه‌بندی می‌شوند. مواد غیرفلزی دو دسته مواد غیرآلی (نظیر سرامیک‌ها، شیشه و گرافیت) و مواد آلی (نظیر چوب، کائوچو و پلاستیک) را در بر می‌گیرد.

خاصیت‌ها

ماده خاصیت‌های ویژه‌ای دارد که رفتار آن را در شرایط گوناگون تعیین می‌کنند.

خاصیت‌های مطلوب

مقاومت ایستایی و پویایی از جمله خاصیت‌های مطلوب ماده هستند. ارزانی نیز همیشه مطلوب است. به ویژه در فرایند ریخته‌گری ارزان بودن مادهٔ بکار رفته تعین‌کننده است حتی اگر مادهٔ موردنظر در مواردی دارای خاصیت‌های ضعیفی هم باشد. برای مثال در فلزات ریخته‌گری ویژگی‌های زیر بسیار مطلوب هستند:

۱- نقطهٔ گدازش پایین.

۲- روانروی خوب در حالت گداخته.

۳- تخلخل اندک.

۴- کاهش حجمی اندک در طی انجماد (انقباض)

تعریف خاصیت‌ها

تعبیرهای رایج در توصیف خاصیت‌های فلزات به شرح زیر هستند:

۱- **شکننده:** فلز با کوچک‌ترین ترک یا گسیختگی جزیی به‌سادگی و ناگهان می‌شکند و استحکام و سفتی ندارد. این خاصیت در بیشتر موارد با افزایش سختی زیاد می‌شوند. سخت‌ترین فولاد شکننده‌ترین است و چدن سفید از چدن خاکستری شکننده‌تر است. شکنندگی قطعات ریختگی و چکش‌کاری شده با عملیات تافتن و بازپخت کاهش می‌یابد.

۲- **سردشکن:** این نام بر فلزاتی گذارده شده است که اگر در حالت سرد چکش کاری، خم‌کاری و یا نورد شوند لبه‌های آنها ترک بخورد. خم‌کاری یا دیگر عملیات لازم برای این فلزات باید در دماهای بالا

انجام شود ولی این دما نباید کمتر از دمای مربوط به رنگ قرمز کدر در فلز باشد.

۳- **سرد جوش:** خاصیت فلزاتی است که درحالت مذاب در حین سرد شدن و ورود از دو سوی قالب در صفحهٔ همرسی گدازه‌ها ساختمان یکدستی پدید نمی‌آورند.

۴- **شکل‌پذیر:** به سادگش کش می‌آید، انعطاف‌پذیر است و آسان خم می‌شود. ماده‌ای مانند آهن آنگاه نرم است که بر اثر کشش انبساط بپذیرد.

۵- **حد کشسانی:** بالاترین کرنشی که ماده توان تحمل آن را داشته باشد و در عین حال با برداشتن نیرو باز به صورت جهمند به شکل نخستین خود بازگردد.

۶- **گدازپذیر:** گداخت‌پذیری و تبدیل شدن به مایع بر اثر حرارت.

۷- **سختی:** توانایی ایستادگی در برابر نفوذ و سایش.

۸- **همگن:** برخورداری از حالت و طبیعت یکسان؛ بنابراین ورق‌های دیگ بخار آنگاه همگن نامیده می‌شوند که دانه‌بندی فلزات آنها یکنواخت باشد. در ورق‌های فولادی لایه‌های الیافسان وجود ندارد و مقاومت فلز در تمام جهت‌ها یکسان است.

۹- **گرم شکن:** بر اثر گرما کم و بیش شکننده است؛ آهن گرم شکننده مثالی برای این موارد است.

۱۰- **نقطهٔ ذوب مادهٔ جامد:** دمایی است که در آن فلز تبدیل به مایع یا گاز می‌شود. تمام فلزات در دمای حدود نقطهٔ ذوب و کمی بالاتر از آن مایع و در دماهای بسیار بالا تبدیل به بخار یا گاز می‌شوند. نقطهٔ ذوب فلزات از 39 درجه سانتی‌گراد زیر صفر (نقطهٔ ذوب یا انجماد جیوه) تا بیش از 1650 سانتی‌گراد است.

۱۱- **جهمندی:** چگونگی و عملکرد خاصیت کشسانی است و همچون فنر عبارت از خاصیت بازگشت‌پذیری فنری و یافتن شکل مارپیچ اولیه پس از برداشته شدن فشار است. از این تعبیر بدون آنکه کیفیت‌های ویژه‌ای برای آن قید شده باشد چنین دریافت می‌شود که کاری است که فنر یا قطعه‌ای که مانند فنر پیاپی زیر بار قرار گرفته باشد - باری که از حد نهایی مقاومت آن درنگذرد و موجب گسیختگی یا تغییر شکل همیشگی آن نشود - انجام می‌دهد.

۱۲- **وزن مخصوص:** وزن ماده‌ای معین نسبت به توده‌ای برابر از مادهٔ دیگر که به‌عنوان مبنای مقایسه انتخاب شده باشد. برای سیالات و جامدات آب و برای گازها هوا یا هیدروژن به‌عنوان مبنا در نظر گرفته می‌شود.

۱۳- **مقاومت:** توانایی ایستادگی ماده در برابر نیرو و همان صلبیت و سفتی آن است. خاصیت در اجسامی است که به موجب آن می‌توانند بدون تسلیم یا شکست در برابر نیروی وارد شده پایداری کنند.

۱۴- **مقاومت کششی:** بزرگ‌ترین تنش محوری که ماده‌ای معین می‌تواند تحمل کند بدون آنکه گسیخته شود.

۱۵- **سفتی:** توانایی جذب انرژی بدون گسیختگی؛ مقاومت در برابر کرنش زیاد و تحمل بارهای سنگین. ماده‌ای مانند آهن آنگاه سفت نامیده می‌شود که بتوان آن را ابتدا در یک جهت و سپس در جهت دیگر خم کرد و گسیخته نشود. هر چه زاویهٔ خم بیشتر باشد (و نیز تعداد دفعات خم‌کردن) ماده سفت‌تر است.

فلزات

فلزات عناصر شیمیایی مانند آهن، طلا یا آلومینیم هستند که با حل شدن در محلول اسیدی خالص حامل بار مثبت می‌شوند و در هستهٔ الکتریکی به سوی قطب منفی حرکت می‌کنند. بیشتر فلزات رساناهای خوبی برای گرما و الکتریسیته و عموماً سخت، سنگین و مقاوم هستند.

فلزات آهنی

در ساختمان فلزات آهنی عنصر آهن وجود دارد. ماشین‌کاران دیر زمانی است که با خاصیت‌های مفید آهن سروکار دارند.

آهن

آهن خالص (فریت) عنصری نسبتاً نرم با ساختمان بلورین است. آهن خالص در 1527 درجه سانتی‌گراد به حالت جامد درمی آید و دما در طی زمان کوتاهی که بستگی به نرخ انجماد و جرم فلز دارد در این حد ثابت می‌ماند. سپس دما به 898 درجه کاهش می‌یابد و در این حالت نیز وقفهٔ دیگری در کاهش دما پیش می‌اید. با سرد شدن بیشتر تا 769 درجه باز هم دما برای زمان کوتاهی ثابت می‌ماند. با کاستن دما از 769 درجهٔ سانتی‌گراد تا دمای محیط توقف دیگری در افت دما پیش نمی‌آید.

با سرد شدن آهن خالص تغییرات معینی در آن روی می‌دهد. آهن خالص چهار فاز جامد با خصوصیات فیزیکی متفاوت دارد. فازهای آهن خالص عبارتند از:

۱- **آهن آلفا:** این آهن نرم و مغناطیسی است و حلال کربن نیست. آهن آلفا در حد فاصل میان دمای محیط و 769 درجهٔ سانتی‌گراد پدید می‌آید.

۲- **آهن بتا:** این فاز آهن در دماهای بالا دارای خاصیت مغناطیسی ضعیفی است ولی در دماهای پایین خاصیت مغناطیسی ندارد. به شدت سخت و شکننده است و تقریباً اثری بر کربن ندارد. آهن بتا بین 769 تا 898 درجهٔ سانتی‌گراد به‌وجود می‌آید.

۳- **آهن گاما:** در این فاز آهن آماده حل کردن کربن است و حلالیت آن با افزایش دما بیشتر می‌شود. اگر سرد شدن آهن گاما همراه با عبور سریع از نقطهٔ بحرانی باشد گذار آن از آهن گامای سخت به آهن آلفای نرم به تعویق می‌افتد. بنابراین در این حالت آهن از نظر سختی ناپایدار و آمادهٔ تبدیل به فاز نرم آلفاست.

به نظر می‌رسد وجود مواد خارجی مانند کربن، نیکل و منگنز مقاومت آهن گاما را نسبت به تبدیل شدن به آهن آلفا افزایش می‌دهد و به این ترتیب آهن گاما در دماهای پایین مقاومتر و پایدارتر خواهد بود.

از طرفی دیگر وجود کرم، تنگستن، آلومینیوم، سیلیکون، فسفر، آرسنیک و گوگرد، گذار آهن سخت بتا به آهن نرم آلفا را ساده می‌کند. از نظر سختی آهن گاما در میان آهن آلفا و آهن بتا قرار دارد آهن گاما در حد فاصل دماهای 898 و 1401 درجه سانتی‌گراد تشکیل می‌شود.

۴- **آهن دلتا:** این گونه آهن کاربرد بسیار کمی دارد. از آزاد شدن حرارت در 1401 درجه سانتی‌گراد نشانهٔ تغییر ساختمان داخلی فلز در گذار از فاز بتا به فاز گاماست. نقطهٔ بحرانی در 1401 درجه آشکار می‌شود و بنابراین در بالا و پایین نقطه بحرانی فازهای مختلف آن تشکیل می‌شوند. آهن دلتا در حد فاصل دماهای 1401 و 1528 درجهٔ سانتیگراد به‌وجود می‌آید.

آهن خام

ترکیبی از آهن، کربن و سیلیکون، گوگرد، فسفر و منگنز است. مقدار کربن موجود در آهن خام 2 تا 4 درصد است که به دو صورت تشکیل می‌گردد، بخشی به‌صورت محلول یا ترکیبی و بخشی دیگر در سراسر جرم فلز به شکل گرافیت یا کربن غیر ترکیبی پخش می‌شود.

چدن

با فشار شکل نمی‌گیرد و با نورد و کشش به شکل‌های مفید در می‌آید این آهن در واقع آهن خام است که دوباره ذوب شده است. مقدار کربن موجود در چدن بیش از 2 درصد است بدین ترتیب فلز چدن در هیچ دمایی چکش‌خوار نیست. چدن در صنایع ریخته‌گری کاربرد فراوان دارد و دارای چهار نوع است:

۱- **چدن خاکستری:** این نوع چدن در ریخته‌گری معمولی بیشترین کاربرد را دارد. این چدن نرم دارای درصد بالایی از گرافیت است که موجب سفتی و از سوی دیگر مقاومت کششی اندک آن می‌شود. چدن خاکستری در هنگام شکست با دانه‌بندی درشت به رنگ تیره یا خاکستری می‌گسلد. این رنگ ناشی از ورقه‌های پهن گرافیت است که در سراسر ماده پخش شده‌اند. اگر ورقه‌های گرافیتی بزرگ و فراوان باشند مقاومت کششی چدن اندک است. اندازه و مقدار ورقه‌های گرافیت از چگونگی شکل‌گیری آنها در هنگام انجماد تأثیر می‌پذیرد. اگر سرعت انجماد زیاد باشد کربن کمتری به شکل گرافیت جدا می‌شود. بنابراین سختی ماده بر اثر افزایش میزان کربن ترکیبی زیاد می‌شود. چدن خاکستری دارای 2.5 تا 3.5 درصد کربن است.

۲- **چدن سفید:** آهن با درصد کربن کم (2 تا 2.5 درصد) آهن سفید نامیده می‌شود. این آهن در تمام طول ریخته‌گری کربن ترکیبی خود را کاملاً حفظ می‌کند و بنابراین گرافیت تشکیل می‌شود. در نتیجه آهن حاصل از ریخته‌گری بسیار سخت و شکننده خواهد بود. از آهن سفید هنگامی برای ساخت قطعات ماشین استفاده می‌شود که مطلوب، سختی باشد و شکنندگی مسئله‌ای ایجاد نکند.
اگر گرافیت هم کم و بیش تشکیل شود لخته‌های تیره‌ای در آهن سفید مشاهده خواهد شد و در این مناطق سختی کاهش می‌یابد. این آهن، چدن خالدار نامیده می‌شود.

۳- **چدن چکش‌خوار:** برای ساخت قطعات پیچیدهٔ دستگاه‌ها و در مواردی که نرمش ماده ضرورت داشته باشد از چدن چکشخوار بیش از گونه‌های دیگر استفاده می‌شود. قطعات ریختگی ساخته شده از چدن چکش‌خوار را می‌توان در محدودهٔ تحمل این ماده بدون ایجاد شکستگی خم کرد.
قطعات ریختگی از چدن سفید سخت و شکننده ساخته می‌شوند و پس از فرایند تافتن تبدیل به

چدن چکش‌خوار می‌شوند. در فرایند تافتن کربن اضافی بر اثر عملیات حرارتی طولانی در دمای 899 درجه سانتی‌گراد حذف می‌شود. با گذشت چند ساعت کربن گرافیتی جذب و چدن به گونه‌ای دیگر تبدیل می‌شود.

۴- **آهن چکشخوار:** بنا بر تعریف این ماده نوعی فولاد کم کربن است که مقدار زیادی سرباره دارد. آهن چکش‌خوار از نظر روش ساخت با فولاد فرق دارد و فرق آن در این است که هنگام تولید کاملاً ذوب نمی‌شود. این آهن دارای 1 تا 2 درصد سرباره است. برای تولید آهن چکش‌خوار از آهن سفید استفاده می‌شود و ناخالصی‌ها در فرایند همزنی حذف می‌شوند.
با وجود گوگرد آهن چکش‌خوار شکننده و بر اثر حرارت سرخ شکن می‌شود. فسفر در دمای معمولی موجب سردشکنندگی آهن می‌شود. آهن چکش‌خوار در 870 درجه سانتی‌گراد نرم و قابل جوشکاری است و در دماهای پایین‌تر نیز همچنان امکان چکش‌خواری آن وجود دارد.

فولاد تعبیری کلی و بیانگر آلیاژهایی است که فلز پایهٔ آنها آهن و مهمترین عنصر افزودنی آنها کربن است فولادهای ساده آلیاژهایی از آهن و کربن هستند که از 0 تا 2 درصد کربن دارند و عنصر دیگری در ساختمان آنها شرکت نمی‌کند. از نظر کمی، فولاد خالص (آلیاژ آهن و کربن) هیچگاه ساخته نمی‌شود.
در فولادهای کربنی ساده تجارتی سومین عنصر آلیاژی منگنز است. مقادیر کمی سیلیکون، فسفر، گوگرد و مقدار ناچیزی از سایر عناصر نیز در این فولاد یافت می‌شود. فولادهای کربنی ساده دارای چند صدم تا 1.4 درصد کربن هستند و خاصیت‌های آنها بستگی به میزان کربن و عملیات حرارتی دارد.
بیشتر فولادهای کم‌کربن به شکل نورد شده و یا پس از تافتن بکار می‌روند. ولی از فولادهای پر کربن در مواردی استفاده می‌شود که سختی زیاد لازم باشد. افزایش میزان کربن فولاد تا درصد معینی مقاومت آن را بالا می‌برد ولی پس از این حد از مقاومت فولاد کاسته می‌شود. برای مثال فولاد نرم 0.1 درصد کربن دارد و مقاومت کششی آن در حدود 35 گرم بر میلی‌متر مربع است. وجود 1.2 درصد کربن استحکام را تا 98 کیلوگرم در میلی‌متر مربع می‌افزاید که مقاومت خوبی برای فولادهای کربنی است. با وجود دو درصد کربن مقاومت کششی به حدود 63 کیلوگرم در میلی‌متر مربع می‌رسد و با افزودن تدریجی میزان کربن، ماده با سرعت خصوصیات چدن را کسب می‌کند.
فولادهای کربنی ساده به نظر بیش از 1.4 درصد کربن دارند. حد بالای کربن موجود در این فولادها از دیدگاه نظری 2 درصد است افزون بر کربن عناصر دیگری برای کسب خصوصیات بهتر به فولاد اضافه می‌شوند. نتیجه افزودن این عناصر به شرح زیر است:
۱- فسفر سختی فولاد را برمی‌افزاید و در برابر ساییدگی مقاومتر می‌کند. فولاد با درصد فسفر بالا در برابر ضربه و تنشهای ارتعاشی ضعیف است. بنابراین فسفر برای ورق‌های دیگ بخار ناخالصی زیان باری به شمار می‌رود.
۲- گوگرد بر شکل‌دهی و چکش‌خواری فولاد اثر می‌گذارد زیرا شکنندگی فولاد را در دماهای بالا افزایش می‌دهد و فولاد «سرخ شکن» می‌شود. میزان گوگرد موجود در فولاد نباید بیش از 0.02 تا 0.05 درصد باشد.

۳- منگنز مقاومت، سختی و یکنواختی فولاد را بر می‌افزاید. اگر نسبت منگنز در فولاد بالا باشد فولاد سختی و شکنندگی ویژه‌ای کسب می‌کند که در این حالت برش آن بسیار دشوار است. یک اثر دیگر منگنز بر فولاد خنثی‌سازی است.

۴- نیکل موجب افزایش مقاومت و سفتی فولاد می‌شود.

۵- آلومینیوم یکنواختی شمشها و قطعات ریختگی را بهتر می‌کند.

۶- وانادیم مقاومت فولاد را در برابر خستگی بر می‌افزاید. با وجود وانادیم نرمش فولاد بسیار بالا می‌رود و مقاومت کششی و حد کشسانایی آن نیز افزایش می‌یابد و پایداری فولاد در برابر ضربه بسیار زیاد می‌شود.

میزان وانادیم موجود در فولادها از 0.16 تا 0.25 درصد است. این فولادها در فنرها، محور ماشین‌ها، چرخدنده‌های سنگینبار و تمام قطعاتی که باید در برابر ارتعاش ثابت و تنش‌های متغیر مقاوم باشند فراوان بکار می‌رود.

فولادهای وانادیم داری که کرم نیز در ترکیب آنها وجود داشته باشد در بسیاری از قطعات خودرو، فنرها، محورها، میلنگ‌ها و چرخدنده‌ها بکار می‌روند. بیشتر فولادهای دارای کرم - وانادیم 2 و 0 تا 0.6 درصد کربن نیز دارند. بسیاری از قطعات محصول آهنگری گرم که بر روی آنها عملیات حرارتی انجام می‌شود از این فولادها ساخته می‌شوند.

۷- با وجود مولیبدن در ترکیب فولاد، فولادهای تندبر به‌دست می‌آیند. فولاد مولیبدن دار برای ساخت میل‌لنگهای بزرگ، میل گاردان، تفنگهای بزرگ، لوله تفنگ و صفحات دیگ‌های بخار مناسب است.

دلیل نامگذاری فولاد تندبر آن است که با استفاده از این فولاد در ابزارهای برنده مانند ابزارهای ماشین تراش، برش فلز با سرعت بیشتری انجام بگیرد. فولاد تندبر در دماهای بالا سختی خود را از دست می‌دهد. ابزارهایی که از جنس این فولاد باشند در سرعت‌هایی که لبه‌های ابزار داغ می‌شوند به خوبی کار می‌کنند.

فولادهای تندبر- دارای 12 تا 20 درصد تنگستن، 2 تا 3 درصد کرم، معمولاً 1 تا 2 درصد وانادیم و گاهی کبالت نیز هستند. میزان کربن این فولادها بسیار کم (عموماً 0.65 تا 0.75) است. فولاد 1-4-18 بیشتر از سایر گونه‌های موجود کابرد دارد. این فولاد 18 درصد تنگستن، 4 درصد کرم و 1 درصد وانادیم دارد. گونهٔ مناسب دیگر این فولاد 2-4-14 است. فولادهایی که 18 درصد تنگستن دارند معمولاً بهترین نوع فولاد به‌شمار می‌روند. از طرفی دیگر فولادهایی که تنگستن کمتری دارند ارزانتر هستند.

اگر عملیات حرارتی و کارهای تکمیلی مناسبی روی فولاد ضد زنگ ایجاد شود این فولاد به خوبی در برابر اکسیده شدن و خوردگی پایداری می‌کند. فولاد ضد زنگ کاملاً نسبت به خوردگی مقاوم نیست. ابزارهای دندانپزشکی و جراحی و کاردهای ضد زنگ دارای 12 تا 14 درصد کرم هستند.

در صنایع ریخته‌گری فولاد ریختگی از چدن قویتر است. فولادهای ریختگی ساخته شده از فولاد ضد زنگ در دماهای حدود 982 درجه سانتی‌گراد و بیش از آن (بسته به میزان کرم موجود در ترکیبشان) نسبت به اکسیداسیون مقاومت می‌کنند.

فولاد ریختگی با همان سرعت چدن در قالب ریخته نمی‌شود. کاهش حجمی (انقباض) فولاد ریختگی در هنگام سرد شدن بیش از چدن است زیرا ریخته‌گری این نوع فولاد در دماهای بالا انجام می‌شود. به همین دلیل در طراحی قطعات ماشین باید از ایجاد تغییرات ناگهانی در جداره‌ها خودداری کرد.

فلزات غیر آهنی

منظور از فلزات غیرآهنی همهٔ فلزات به جز آهن است. علاوه بر فلزاتی که پیشتر هم نام برده‌ایم فلزات غیرآهنی مهم عبارتند از: مس، روی، قلع، آنتیموان، سرب و آلومینیوم.

مس: این فلز هم خود و هم آلیاژهای فراوانش مانند برنج و برنز بسیار سودمندند. مس به رنگ قرمز متمایل به قهوه‌ای است و فلزی نرم و چکشخوار، بسیار مقاوم و یکی از بهترین رساناهای گرما و الکتریسیته است.

مس خالص در 1082 و مس تجارتی در 1060 درجهٔ سانتی‌گراد گداخته می‌شوند. مقاومت مس با افزایش دما از 200 درجه سانتی‌گراد به سرعت کاهش می‌یابد و در دماهای حدود 500-400 به نصف می‌رسد. خاصیت رسانایی گرمایی مس از همهٔ فلزات به جز نقره بیشتر است و رسانایی الکتریکی آن به نقره نزدیک است.

روی: این فلز در دمای معمولی شکننده و در دمای 150-100 درجهٔ سانتی‌گراد نرم و چکش‌خوار است و در دمای 210 درجه باز شکننده می‌شود.

هرگاه روی برای پوشش کاری مخازن آب یا لوله‌های آهنی انتقال آب و نیز ورق‌های ساخت مخازن آب بکار رود اگر آب سبک و دارای اندکی اسید باشد به تدریج خورده و از روی جداره زدوده می‌شود. این فلز اگر در معرض هوای مرطوب قرار گیرد از جلا می‌افتد و درتماس با غبار و دوده و رطوبت دچار خوردگی می‌شود. روی برای ساخت شیروانی‌ها و ناودانی‌ها بکار می‌رود. ورق نورد شده نازک روی به دلیل سبک بودن و آسانی جابجایی برای پوشش سخت مناسب است.

قلع: نقطهٔ ذوب قلع ۲۳۲ درجه سانتی‌گراد است. این فلز نرم و چکش‌خوار است و در دمای 100 درجه (نقطه جوش آب) به آسانی کش می‌یابد و به مفتول تبدیل می‌شود.

مقاومت آن اندک است ولی به دلیل نرمش و چکش‌خواری بسیار آن به آسانی نورد می‌شود و به‌صورت ورق بسیار نازک درمی آید. قلع به دلیل مقاومت بسیار در برابر خوردندگی هوا و رطوبت به‌عنوان پوشش محافظ بر روی قطعات آهنی و مسی و نیز برای پوشش کاری لوله‌های سربی انتقال آب آشامیدنی بکار می‌رود.

آنتیموان: این فلز مانند قلع سخت شکننده است. به آسانی با فلزات دیگر درمی‌آمیزد و آلیاژهایی تشکیل می‌دهد که بسیار پرکاربردند.

بیسموت: این فلز به دلیل برخورداری از دو خاصیت سرشناس است:

۱- وزن مخصوص آن در زیر فشار کاهش می‌یابد.

۲- با کاهش دما انبساط می‌یابد. نقطهٔ ذوب بیسموت حدود 270 درجهٔ سانتی‌گراد است. این فلز اغلب همراه با آنتیموان برای ساخت حروف چاپ و تحریر بکار می‌رود زیرا بیسموت در هنگام انجماد مذاب قالب حروف را یکسره پر می‌کند.

آلومینیوم: این فلز سبکترین فلز معمول است. آلومینیوم در طبیعت به شکل هیدرات‌ها و سیلیکات‌های آلومینیوم موجود است ولی تولید تجارتی آن به شکل الکتریکی از سنگ‌های معدنی کریولیت و بوکسیت صورت می‌گیرد.

این فلز بر اثر عوامل جوی یا تماس با آب تازه خورده نمی‌شود و در برابر اسید نیتریک هم مقاوم است ولی نمک‌های آب دریا و اسید سولفوریک رقیق آن را حل می‌کنند. آلومینیوم نرم و چکش‌خوار است و رسانای گرمایی و الکتریکی خوبی هم هست.

فلزات دیرگداز

تانتالم تنگستن و مولیبدن با نقاط بالای ذوب 2000 درجهٔ سانتی‌گراد فلزات دیرگداز نامیده می‌شوند. به دلیل نقاط ذوب بالا و خاصیت واکنش‌پذیری آنها در دماهای بسیار بالا این فلزات به جای روش ذوب و گداخت (استخراج فلز از سنگ معدن به یاری حرارت) به شیوه متالوژی پودر تولید می‌شوند. پودر فلزی با پرس هیدرولیک متراکم و تبدیل به شمش‌هایی با اندازه و شکل مناسب برای فرایندهای بعدی می‌شوند. شمش‌های برداشته شده از زیر پرس مانند گچ ترد و شکننده هستند. ولی در فرایند پخت خشک تبدیل به فلزی مقاوم می‌شوند. عمل پخت خشک، حرارت دادن شمش‌ها در درون کوره‌های خالی از هواست. این عمل موجب می‌شود که ذرات پودر به هم جوش بخورند بدون آنکه ذوب شوند و در پی آن رشد بلورین منظم فلزی در شمش آغاز می‌شود.

پیشرفت عملیات شکل‌دهی، ساخت و شیوه‌های جوشکاری موجب افزایش کاربرد این فلزات شده است. ساخت مصالح لوله‌ای شکل بدون درز و به فراخور درآوردن فرایند جوش قوس الکتریکی گاز خنثی با جوشکاری تانتالم و مولیبدن برای آسان کردن آن نمونه هایی از این موفقیت هستند.

تنگستن و مولیبدن: تنگستن و مولیبدن پرکاربردترین فلزات از میان ده فلز دیرگداز هستند. تنگستن دارای بالاترین نقطهٔ ذوب در میان همهٔ فلزات است. بیشتر کاربردهای این دو فلز ناشی از نقاط ذوب بالا و توانایی استحکام پذیری و سفت شدن آنها در دماهای بالا است.

در لامپ‌های الکترونیکی از تنگستن برای سیم منور، سیم‌پیچ حرارتی، آند (الکترود دوست) و آب بندان شیشه استفاده می‌شود. از مولیبدن نیز در ساخت شبکه‌ها و توریها، آندها و قطعات تکیه‌گاهی استفاده می‌شود.

تنگستن و مولیبدن در ساخت اتصالات الکتریکی شمع خودرو، لرزانه‌ها، رله‌های تلگراف و دیگر وسایلی که در آنها از قطعات اتصالی به‌طور مداوم استفاده می‌شود بکار می‌روند. در ساخت اتصالات ممکن است از فلزات خالص استفاده شود ولی این فلزات را می‌توان همراه با نقره و مس نیز بکار برد تا

آلیاژ آنها از کیفیت بالای مقاومت در برابر قوس الکتریکی هم برخوردار باشند.

تنگستن عنصر اصلی فلز Fansteel 77 است. این فلز مادهٔ سنگینی است که از نظر چگالی نظیر تنگستن ولی براحتی قابل ماشین‌کاری است. از فلز Fansteel 77 در ساخت روتورها، چرخ‌های طیار، وزنه‌های تعادل و دیگر قطعات کنترلی دوار در جاهایی که وزن یا اینرسی (ماند) بیشتر همراه با استحکام بالا برای نظم در فضای محدود مورد نیاز باشد استفاده می‌شود.

تنگستن و مولیبدن هر دو به‌عنوان عناصر گرم‌کننده در کوره‌های الکتریکی با دمای کار 1600 تا 2000 درجه سانتی‌گراد بکار می‌روند. دامنه تغییرات دمای کار این فلزات نسبت به آلیاژهای کرم - نیکل بالا است. پیشرفت استفاده از پوشش سیلیسیی بر روی عناصر گرم‌کننده مولیبدنی امکان کاربرد مولیبدن را در دماهای 1650 درجه سانتی‌گراد فراهم ساخته است.

از الکترودهای تنگستنی برای نگهداری قوس در جوشکاری گاز بی‌اثر هیدورژن اتمی استفاده می‌شود. میزان مصرف الکترودهای تنگستنی به دلیل بالا بودن نقطهٔ ذوب و پایین بودن فشار بخار فلزی آنها در هنگام کاربرد در فضای هیدروژنی، ارگونی یا هلیومی بسیار اندک است.

از عناصر گرم‌کننده تنگستنی و مولیبدنی در تجهیزات خلا برای رسوب دادن پوشش‌های فلزی یا غیر فلزی نازک بر روی اشیاء به روش تبخیر هم استفاده می‌شود. فراورده‌هایی که به این روش روکش‌کاری می‌شوند عبارتند از: آینه‌ها، لامپ‌های تلویزیون، کاسه چراغ‌های جلو خودروها، عدسی‌های عکاسی و بسیاری اقلام مشابه دیگر.

تنگستن و مولیبدن به صورت شمش‌های چهارپر، ورق و تختال، میلگرد، مفتول و پودر فلزی دیده می‌شوند. لوله‌های بدون درز مولیبدنی در قطرها و ضخامت‌های گوناگون و تنگستن کار باید هم به شکل پودر به بازار عرضه می‌شوند.

تانتالوم: تانتالوم عنصری است که دارای بیشترین مقاومت در برابر خوردگی و آسیب شیمیایی است. کمتر اسیدی است که کوچکترین اثری بر روی تانتالوم داشته باشد.

تانتالوم در دماهای بالا توانایی جمع‌آوری گازهای باقی مانده در لامپ‌های الکترونیکی را دارد. از دیگر خواص مطلوب تانتالوم برای این کاربرد نقطهٔ دوب بالا، فشار بخار پایین، انبساط حرارتی و آسانی ساخت آن است.

سومین خاصیت مهم تانتالوم توانایی آن در شکل دادن فیلم‌های آندی بسیار پایدار است. این خاصیت همراه با مصونیت آن در برابر خوردگی ناشی از الکترولیتها اساس کار یکسوسازها، بازدارنده‌ها و خازنهای الکترولیتی تانتالومی است.

کلمبیوم: فلزی مقاوم در برابر خوردگی است که در سنگ معدن همراه تانتالوم یافت می‌شوند. خواص عمومی کلمبیوم شبیه به تانتالوم ولی یک درجه خفیف‌تر از آن است.

بیشتر فلزات برخوردار از نقطهٔ ذوب بالا شکننده هستند و شکل‌دهی و ساخت آنها دشوار است. تانتالوم و کلمبیوم استثنا هستند. این دو فلز به اندازه فولادنرم، چکش‌خوار و شکل‌پذیر هستند و همهٔ

عملیات کششی، نوردکاری و شکل‌دهی در حالت سرد بر روی آنها انجام می‌شود.

به دلیل کارپذیری ساده تانتالوم و مصونیت آن در برابر خوردگی از این فلز برای جاگذاری در بدن انسان در طی عملیات جراحی بسیار استفاده می‌شود. شکاف‌ها در بدن با سیم تک رشته‌ای یا بافته شده تانتالوم بافته می‌شوند. اعصاب منفصل با سیم و ورقهٔ نازک تانتالومی ترمیم می‌شوند. از صفحهٔ تانتالومی در ترمیم آسیب‌های جمجمهٔ سر و ازگاز پانسمان بافته شده از تانتالوم در عمل جراحی فتق استفاده می‌شود.

خازن‌های تانتالومی دیرگاهی است که در خدمت تلفن هستند و روند تازه‌گرایش به ساخت سازهای مینیاتوری همراه با ظهور تلویزیون و دیگر کاربردهای الکترونیکی کاربرد خازن‌های تانتالومی را بسیار افزایش داده است. این خازن‌ها از ورق یا لایه‌های نازک فلز تانتالوم ساخته می‌شوند.

تانتالوم و کلمبیوم به‌صورت شمش‌های چهارپر، میلگرد، ورق و تختال، مفتول، پودر و کاربید (ترکیب کربن با فلز) در دسترس هستند. لوله‌های تانتالومی در قطرهای مختلف به‌صورت بدون درز، جوش لب به لب یا درز جوش موجود هستند.

توصیه می‌شود برای عملیاتی که با کلر یا ترکیبات آن از جمله اسید هیدروکلریک سر و کار داشته باشند از تجهیزات تانتالومی استفاده شود. تانتالوم واکنشی با عناصر برم، ید، یا دیگر ترکیبات آنها انجام نمی‌دهد. تانتالوم همراه با اسید نیتریک یا اسید سولفوریک، پراکسید هیدروژن و تعداد زیادی اسیدهای دیگر، و نیز ترکیبات آلی و غیر آلی و نمک‌ها در شرایطی که هر فلز دیگر ممکن است به سرعت خورده شود یا خلوص مادهٔ آمایش شده از میان برود فراوان بکار می‌رود.

آلیاژهای غیر آهنی

آلیاژ غیرآهنی آمیزه‌ای از دو یا چند فلز غیر از آهن است. نتیجهٔ چنین آمیزه‌ای معمولاً مخلوطی مکانیکی است ولی ممکن است به روش شیمیایی آمیخته شده باشند. از نظر خواص مخلوط حاصل ممکن است فلزی جدید تلقی شود. تعداد آلیاژهای ممکن نامحدود است. در اینجا بعضی از آلیاژهای مهم‌تر معرفی می‌شوند.

برنج: آلیاژ برنج در گونه‌های متنوع آلیاژ زرد رنگی است که از آمیختن مس و روی در نسبتهای مختلف تشکیل می‌شوند. در بعضی از انواع برنج درصد کمی قلع، سرب و دیگر فلزات نیز موجود است.

به‌طور کلی ساختار ترکیبی برنج با رنگ دلخواه آن تعیین می‌شود.

درصد روی در انواع مختلف برنج به شرح زیر است:

قرمز 5%

برنزی 10%

پرتقالی روشن 15%

زرد مایل به سبز 20%

زرد 30%

سفید مایل به زرد 60%

برنج ممکن است به دو دسته پر برنج و کم برنج طبقه‌بندی شود به این معنی که آلیاژ نوع اول دارای درصد زیاد و آلیاژ نوع دوم دارای درصد کمی مس است. برنج‌های نامبرده با 30 تا 40 درصد روی برای نوردکاری سرد و آلیاژهای کم برنج با 37 تا 45 درصد برای نوردکاری گرم مناسب هستند.

برنجهای تجارتی با نوردکاری سرد به درجات مختلف از سختی می‌رسند. و در سه دسته ربع - سخت، نیمه - سخت و تمام - سخت طبقه‌بندی می‌شود. مقاومت کششی برنج بر اساس ساختار ترکیبی و چگونگی آب دادن آن متغیر است.

برنز: این آلیاژ غیر آهنی، آلیاژی از مس و قلع است. بسیاری از برنزهای مخصوص اجزای تشکیل‌دهنده دیگری هم دارند. هرچه نسبت قلع بیشتر از ۵ درصد باشد آلیاژ برنز شکننده‌تر است.

در بعضی موارد به جای برنج از برنز استفاده می‌شود زیرا دارای ظاهری بهتر و استحکام بالاتر است. برای نوردکاری سرد برنز و تبدیل آن به مفتول، آلیاژ برنز باید دارای 1 تا 6 درصد قلع باشد. اگر قرار باشد آلیاژ برنز در شرایط دمای سرخ کار کند باید دارای 6 تا 15 درصد قلع باشد.

درصدهای تعیین شده قلع برای کاربردهای زیر عبارتند از: قطعات ماشین 9 تا 20 درصد؛ برنز ناقوس 20 تا 30 درصد؛ برنز تزیینی 3 تا 10 درصد. تعدادی برنز مخصوص مانند فسفر برنز، منگنز برنز، برنز توپ و برنز دریایی هم وجود دارد که به دلیل متفاوت بودن خواصشان کاربردهای ویژه دارند.

آلومینیوم: گرچه هیچ محدودیتی برای تعداد آلیاژهای آلومینیومی قابل تولید وجود ندارد ولی ملاحظات تولید تجارتی ایجاب می‌کند که تعداد آلیاژها حتی‌الامکان کم باشد تا ترکیبات ضروری خاصیتها بر اساس نیاز صنعت تأمین شود.

عناصری که معمولاً در تولید آلیاژهای ریختگی آلومینیوم بکار می‌روند عبارتند از: مس، سیلسیم، منیزیم، نیکل، آهن، روی و منگنز. استحکام آلومینیوم با اضافه کردن مقدار مناسبی از این عناصر افزایش می‌یابد. برای مثال آلیاژهایی که حاوی نسبت مناسبی از منیزیم، به‌عنوان سخت کننده، باشند نسبت به آلیاژهای آلومینیوم - سیلیسیم از مقاومت بیشتری در برابر خوردگی برخوردارند.

قطعات ریختگی آلیاژ آلومینیوم در قالب‌های ماسه‌ای و نیز در قالب‌های همیشگی فلزی ریخته می‌شوند به علاوه، بعضی از آلیاژها در ماشین‌های قالب‌ریزی تحت فشار هم که در آنها نیز از قالب‌های فلزی استفاده می‌شود ریخته‌گری می‌شوند.

در جاهایی که تعداد زیادی قطعات ریختگی مشابه موردنیاز باشد قالب‌های دائمی یا ماتریسها کاربرد بیشتری دارند. کمترین تعدادی که تولید قالب فلزی یا ماتریس را توجیه می‌کند سخت به طبیعت ریخته‌گری بستگی دارد.

فلز بابیت: بابیت آلیاژی است از قلع، آنتیموان و مس که در سال ۱۸۳۹ طلاسازی از بوستون به نام ایزاک بابیت آن را کشف کرد. دولت ایالات متحده آمریکا مبلغ 20000 دلار برای امتیاز حق استفاده از فرمول با بیت در کارهای دولتی و نیز انجمن خیریهٔ مهندسان مکانیک ماسا چوست در سال ۱۸۴۱ مدال طلایی به او اعطاء کردند. فرمول بایت بسیار خوب است ولی متاسفانه مسأله رقابت و گران بودن مواد،

تولید تقلبی این فلز را رواج داده است و فرمول اصلی آن همیشه دنبال نمی‌شود مگر اینکه قرار باشد آلیاژ در معرض آزمون و تجربه شیمیایی قرار بگیرد.

دیگر آلیاژهای غیر آهنی

بعضی از این آلیاژها کاربردهای ویژه‌ای در صنعت دارند.

فلز مونل: این نوع آلیاژی است از مس و نیکل و درصد کمی آهن. نقطهٔ ذوب آن 1360 درجهٔ سانتی‌گراد است و در دماهای میان 74 تا 539 درجهٔ سانتی‌گراد چکش‌کاری می‌شود. یکی از کاربردهای مهم فلز مونل در ساخت پروانهٔ کشتی‌هاست.

فلز مونتز: آلیاژی است دارای 60 درصد مس و 40 درصد قلع و در مواردی که ورق سخت برنجی مورد نیاز باشد از این فلز استفاده می‌شود.

برنز دریایی: آلیاژی ایت دارای 58 تا 60 درصد مس، در حدود 40 درصد روی و درصد کمی آهن، قلع و سرب. مقاومت کششی آن درحدود 42 کیلوگرم بر میلی‌متر مربع (60000 پوند بر اینچ مربع) است.

فلز دلتا: از نظر خواص و ساختار ترکیبی مانند برنز دریایی است.

فلز سفید: تعبیری است که به آلیاژهای مختلفی که عمدتاً شامل روی و قلع یا روی، قلع و سرب باشند اطلاق می‌شود. از این فلز در ساخت یاتاقان‌ها استفاده می‌شود.

تانتانگ: نام تجارتی مجموعه آلیاژهایی است که از سختی، مقاومت و استحکام بالایی برخوردار و در برابر سایش، حرارت، ضربه، خوردگی حتی در دماهای بسیار بالا مقاوم هستند. این آلیاژها به‌طور عمده ترکیبی از کبالت، کرومیوم و تنگستن همراه با تانتالوم یا کلمبیوم کاربید و دیگر ترکیبات اضافی هستند. تانتالوم کارباید یا کلمبیوم کارباید، آلیاژ را از ضریب اصطکاک پایین و از عمل روغن‌کاری خودکار که سایش را به حداقل می‌رساند بهره‌مند می‌سازد.

یکی از این آلیاژها تانتانگ G است که به‌طور گسترده در ساخت رنده‌های نوک تیز ماشین تراش و تیغه فرزها و تیغچه‌های صلب بکار می‌رود. این آلیاژ به‌صورت میله و شمش موجود است که می‌توان از آنها در ساخت تیغه‌های ابزار استفاده کرد یا آنها را تبدیل به ابزار دستگاه‌های منگنه (سوراخ‌کن)، غلتک‌ها، مته‌ها و دیگر ابزار مخصوص یا قطعات ضد سایش کرد.

غیر فلزات

پلاستیک ماده‌ای غیر فلزی است که می‌توان آن را در اشکال پیچیده قالب ریزی کرد. صدها محصول پلاستیکی در بازار موجود است و محصولات جدیدی نیز مدام روانهٔ بازار می‌شوند.

باکلیت یکی از نخستین فراورده‌های غیرفلزی است و کاربردهای بسیار ساده دارد. این ماده یک فنل صمغی است و از مقاومت مکانیکی بالایی برخوردار است.

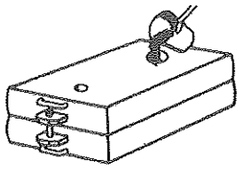
فورمیکا: فراوردهٔ پلاستیکی ورقه مانندی است که کاربردهای فراوان دارد. این محصول را می‌توان در

هر اندازه و شکل دلخواه از جمله لوله‌ای، شمشی، میله‌ای، ورقه‌ای و غیره خریداری کرد.

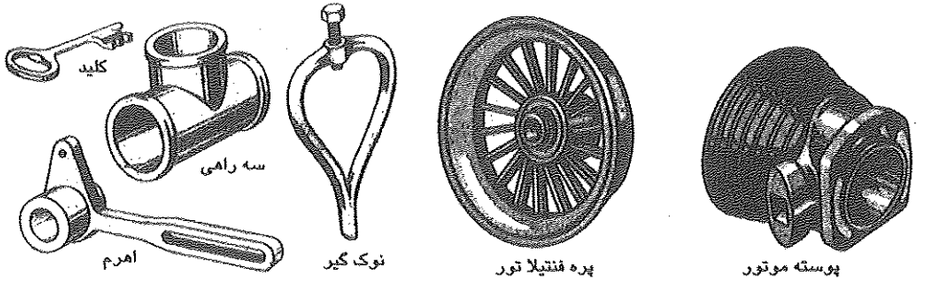
بسیاری از فراورده‌های دیگر پلاستیکی مانند استات، وینیل، نایلون، پلی‌اتیلن، تفلون و غیره در بازار یافت می‌شوند. همهٔ این فراورده‌ها دارای خواصی هستند که آنها را برای کاربرد خاص یا انواعی از کاربردها مناسب می‌سازد.

۱۴ ریخته‌گری

ریخته‌گری عبارت است از ریختن مواد مذاب در داخل محفظه‌ای به نام قالب و انجماد آن.



از آنجائی که اکثر فلزات و آلیاژهای آنها قابلیت ریخته‌گری دارند؛ می‌توان از این روش برای تولید قطعات ساده و همچنین قطعات پیچیده‌ای که تهیه آنها با روش‌های دیگرگران تمام می‌شود استفاده کرد.



قطعات ریختگی را در کارگاه‌های ریخته‌گری تولید می‌کنند. یک کارگاه ریخته‌گری می‌تواند شامل قسمت‌های مدل‌سازی، ماهیچه سازی، قالب‌گیری، بار ریزی و تمیز کاری قطعات سرد شده باشد.

مدل

مدل نمونه‌ای است از اجسام شکل‌پذیری نظیر چوب، فلز، گچ، موم و یا مواد مصنوعی که متناسب با فرم و ابعاد قطعهٔ موردنظر ساخته شده و از آن برای ایجاد فضا و محفظه قالب استفاده می‌شود.
مدل‌های چوبی را از قطعات متعددی که در خلاف جهت الیاف به یکدیگر چسبانده شده باشند تهیه

می‌کنند؛ تا در اثر تماس با رطوبت و تغییرات درجه حرارت، تاب برنداشته و در آنها تغییر فرم حاصل نشود.

از مدل‌های چوبی بیشتر در قالب‌گیری با دست و زمانی که تعداد دفعات قالب‌گیری کم باشد استفاده می‌کنند. مدل‌های فلزی را از چدن، برنز و یا آلومینیم تهیه می‌کنند. این مدل‌ها گران‌تر از مدل‌های چوبی هستند ولی دوام آنها بیشتر می‌باشد.

مدل‌هائی که از مواد مصنوعی ساخته می‌شوند نیز دارای دوام بیشتری از مدل‌های چوبی هستند ولی ارزانتر از مواد فلزی تمام می‌شوند.

مدل‌های فلزی و مواد مصنوعی بیشتر در قالب‌گیری ماشینی و زمانی که تعداد دفعات قالب‌گیری زیاد بوده و استفاده از مدل‌های چوبی به دلیل تغییر فرم در اثر قالب‌گیری مکرر، میسر نباشد (مانند قطعات جدار نازک)، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

برای ساختن مدل‌های آزمایشی و همچنین مجسمه‌های فلزی از مدل‌های گچی استفاده می‌شود.

مدل‌های مومی به منظور تهیه قطعات ریختگی دقیق و ظریف ساخته می‌شوند. این مدل‌ها برای یک بار قالب‌گیری قابل استفاده می‌باشند، زیرا خارج نمودن موم از قالب به‌نحوی خاص، در اثر گرما و حالت مذاب یا بخار انجام می‌گیرد.

از آنجائی که فلز مذاب پس از سردشدن منقبض شده (به جز چند مورد استثنائی) و از ابعاد اولیه آن کاسته می‌گردد؛ لذا بایستی در تهیه مدل‌ها به این تغییر اندازه که معمولاً برحسب درصد تعیین می‌شود توجه داشت. درصد انقباض بستگی به جنس قطعه ریخته شده دارد؛ که مقدار آن در جدول زیر داده شده است

جدول ۱-۱۴. درصد انقباض پاره‌ای از فلزات و آلیاژهای قابل ریخته‌گری

جنس فلز مورد ریخته‌گری	درصد انقباض	جنس فلز مورد ریخته‌گری	درصد انقباض
چدن خاکستری، مس، قلع، سرب	۱	روی و آلیاژهای آن	۱/۵
آلیاژهای آلومینیم و منیزیم	۱/۲۵	تمپرگوس	۱/۶
برنز، برنج، مفرغ	۱/۵	فولاد ریختگی	۲

برای محافظت مدل‌های چوبی در مقابل رطوبت و عوامل جوی و همچنین پرداخت سطح و جلوگیری از چسبیدن به ماسه داخل قالب، سطح آنها را رنگ می‌کنند.

رنگ مدل‌ها را به‌نحوی انتخاب می‌کنند که به کمک آنها بتوان جنس ریختگی را تشخیص داد. جدول زیر رنگ مدل‌ها و ارتباط آنها با جنس قطعه ریختگی را نشان می‌دهد.

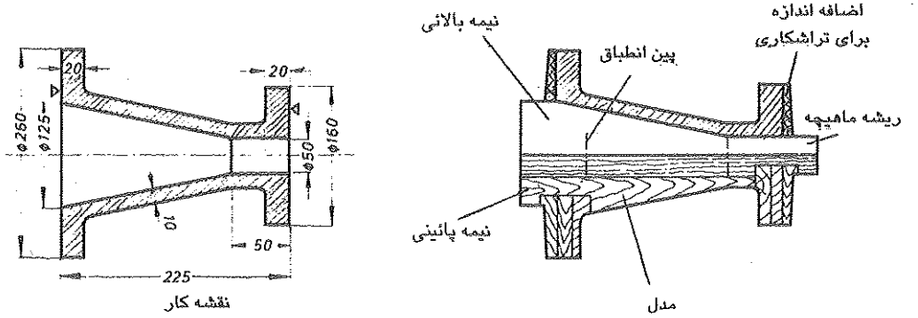
جدول ۲-۱۴. رنگ مدل‌ها و ارتباط آنها با جنس قطعه ریختگی

جنس قطعه ریخته شده	چدن خاکستری	فولاد ریختگی	تمپرگوس	فلزات سنگین	فلزات سبک
رنگ مشخصه مدل	قرمز	آبی	خاکستری	زرد	سبز

علاوه بر رنگ اصلی مدل، در روی سطوح معینی از آن نیز رنگ‌های دیگری را به‌کار می‌برند. به‌عنوان مثال قسمتی از مدل را که به تکیه‌گاه ماهیچه تعلق دارد با رنگ سیاه مشخص کرده و سطوحی را که بایستی پس از ریخته‌گری روی آنها عملیات براده‌برداری انجام گیرد با رنگ زرد و فقط در فلزات سنگین که دارای رنگ اصلی زرد می‌باشند با رنگ قرمز، می‌پوشانند.

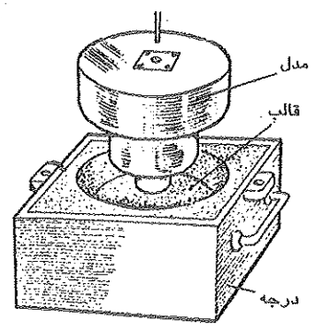
از نکات قابل ذکر دیگر در تهیه مدلها، قابلیت خروج آنها از داخل قالب می‌باشد. برای این منظور ممکن است که آنها را یک و یا چند تکه ساخت و شیب لازم را در روی سطح آنها ایجاد نمایند. همچنین در قطعاتی که قسمتهائی از آنها پس از ریخته‌گری بایستی تراشیده شوند، لازم است که اضافه اندازه‌ای متناسب با روش براده‌برداری، در قسمت مربوطه پیش‌بینی شود.

در تهیهٔ مدل برای قطعات سوراخ‌دار لازم است که زائده‌ای به نام ریشه ماهیچه جهت قرار گرفتن ماهیچه در جای آن منظور گردد. فضائی را که این زائده در محفظه قالب ایجاد می‌کند تکیه‌گاه ماهیچه می‌نامند.



قالب

قالب محفظه‌ای است در داخل مواد شکل‌گیر (ماسه، فلز و غیره) که فلز مذاب در آن ریخته شده و قادر است که پس از سرد شدن فرم موردنظر را به آن بدهد.



قالب‌ها را معمولاً از نوع ماسه‌ای و یا فلزی انتخاب می‌کنند. قالب ماسه‌ای فقط یک بار قابل استفاده بوده و لازم است که برای خروج قطعه سرد شده، آن را خراب نمود ولی قالب‌های فلزی را می‌توان به دفعات مورد استفاده قرار داد. این قالب‌ها را معمولاً از چدن و یا فولادهای مقاوم در مقابل حرارت (نسوز) تهیه کرده و قادرند که در مقایسه با قالب‌های ماسه‌ای، قطعه‌ای با سطح تمیزتر، دقت اندازه بیشتر و استحکام زیادتر را ارائه نمایند.

برای تهیه قالب‌های ماسه‌ای از ماسه‌های سیلیس‌دار به همراه یک ماده چسبنده استفاده می‌گردد.

برای این منظور از خاک رس و یا چسب بنتونیت به‌عنوان ماده چسبنده استفاده کرده و کمی پودر زغال‌سنگ نیز به‌همراه مقدار کمی آب با آن مخلوط می‌نمایند.

ماسه ریخته‌گری، بایستی خاصیت فرم‌پذیری خوبی داشته و مقاومت آن در مقابل حرارت زیاد بوده و ضمن داشتن استحکام کافی، لازم است که بتواند گازهای داخل قالب را نیز از خود عبور داده و به خارج هدایت نماید.

ابزارهای قالب‌گیری

برای ساختن محفظه قالب (قالب‌گیری) در ماسه، معمولاً از ابزارهائی استفاده می‌گردد که در زیر به شرح نمونه‌هائی از آنها می‌پردازیم:

۱- **بیل قالب‌گیری:** از این وسیله برای مخلوط کردن و آماده نمودن ماسه ریخته‌گری استفاده می‌گردد.

۲- **غربال:** برای جدا کردن مواد خارجی موجود در ماسه مانند میخ، چوب و زائده‌های قطعات ریخته‌گری و همچنین جهت الک نمودن ماسه بر روی مدل به‌کار می‌رود.

۳- **درجه:** جعبه‌ای که در آن قالب‌گیری کرده و وظیفه حفظ و نگهداری ماسه قالب‌گیری شده را به‌عهده دارد درجه نامند. معمولاً درجه‌ها از دو لنگه زیری و روئی تشکیل شده‌اند که به وسیله تعدادی پین به یکدیگر جفت می‌گردند. پین‌ها وظیفه انطباق لنگه را به‌عهده دارند.

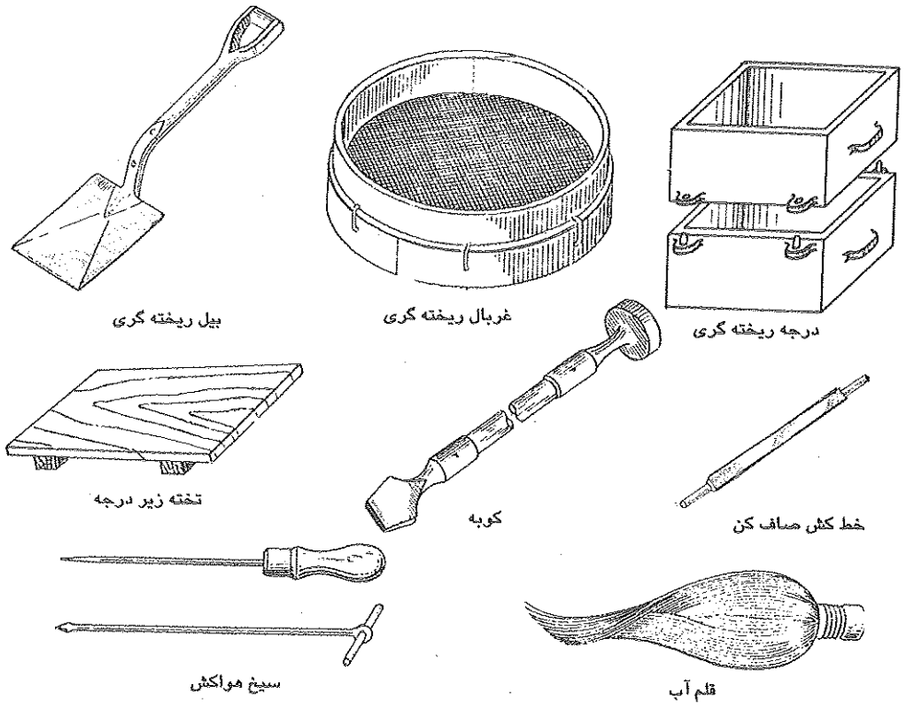
۴- **تخته زیر درجه:** تخته مسطحی است که در موقع قالب‌گیری زیر درجه قرار گرفته و اندازه آن کمی بزرگتر از درجه انتخاب می‌شود.

۵- **کوبه:** کوبه ابزاری است از چوب سخت، آهن و یا چدن که یک سر آن تخت و سر دیگرش به فرم گوه است. از کوبه برای کوبیدن ماسه، مخصوصاً در اطراف مدل استفاده می‌گردد.

۶- **خط‌کش صاف کن:** از این ابزار برای کنار زدن ماسه و طراز کردن سطح ماسه روی درجه پس از کوبیدن استفاده می‌نمایند؛ تا ناصافی‌های سطح آن در موقع قرار دادن قالب بر روی زمین، باعث شکستن آن نشود.

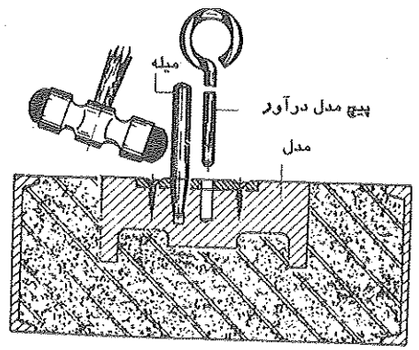
۷- **سیخ هواکش:** برای ایجاد سوراخ‌هائی در ماسه قالب جهت خروج گاز و بخارات حاصله، از میله نوک تیزی به نام سیخ هواکش استفاده می‌کنند.

۸- **قلم آب:** از این ابزار برای مرطوب ساختن ماسه اطراف مدل، قبل از درآوردن مدل از ماسه استفاده می‌گردد. این عمل سبب جلوگیری از ریزش لبه‌های محفظه قالب هنگام درآوردن مدل از ماسه می‌گردد.

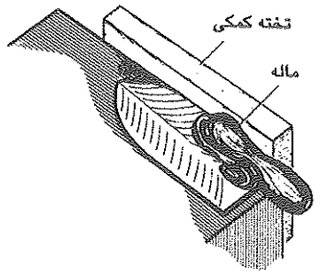


۹- **میله و پیچ مدل درآور:** این ابزارها برای خارج کردن مدل از داخل ماسه به‌کار می‌روند.

برای این منظور ابتدا به کمک میله و ضربات ملایم چکش، مدل را در داخل ماسه لق کرده و سپس نوک پیچ مدل درآور را در داخل مهره قرار داده و به آرامی مدل را از ماسه خارج می‌کنند.



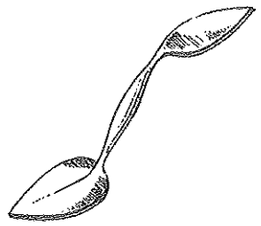
۱۰- **ماله:** ماله برای ترمیم و صاف کردن سطوح بزرگ قالب پس از خارج کردن مدل به‌کار می‌رود.



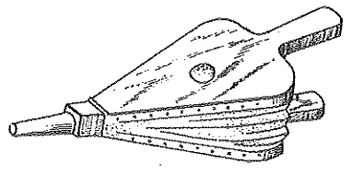
۱۱- ابزار قاشقی: این ابزار معمولاً دارای یک دسته و دو سر قاشقی فرم بوده و از آن جهت تعمیر قالب و همچنین ایجاد حوضچه و کانال استفاده می‌گردد.

۱۲- لوله راهگاه: این ابزار که به فرم لوله مخروطی و از جنس برنج ساخته می‌شود برای ایجاد راهگاه جهت هدایت فلز مذاب به محفظه داخل قالب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۳- فوتک (دم): به وسیله فوتک ماسه‌های ریخته شده در داخل قالب را از درون آن خارج می‌کنند.


ابزار قاشقی

لوله راهگاه


فوتک

قالب‌گیری

برای ساختن قالب در داخل ماسه می‌توان از دو روش دستی (برای تولید قطعات با تعداد کم) و یا ماشینی (برای تولید قطعات با تعداد زیاد) استفاده کرد.

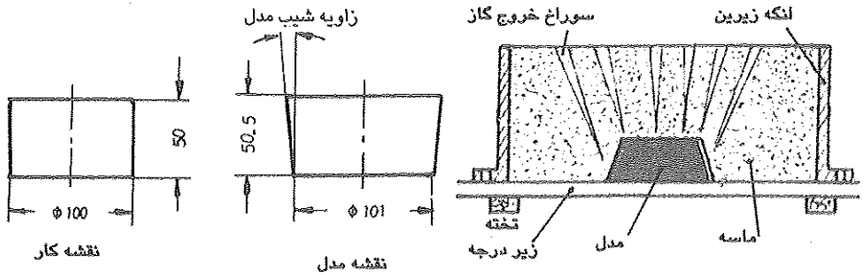
قالب‌گیری دستی

در این روش فرم قطعه به کمک مدل یک تکه و یا چند تکه و وسایل دستی در داخل ماسه ایجاد می‌گردد. بدیهی است که برحسب فرم قطعه، ممکن است از مدل یک تکه و یا چند تکه استفاده گردد.

۱- قالب‌گیری مدل‌های یک تکه

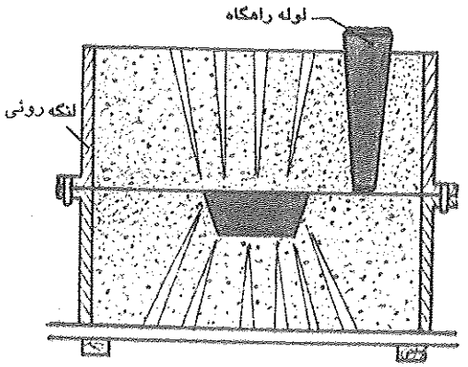
برای ایجاد فرم قطعه در داخل ماسه به‌ترتیب زیر عمل می‌شود:

الف: مدل را با توجه به جهت شیب آن، روی تخته زیر درجه قرار داده و لنگه زیرین را به‌نحوی روی تخته می‌گذارند، که مدل در وسط قرار گیرد. حال روی مدل را با قشر نازکی از پودر تالک (برای جلوگیری از چسبیدن ماسه به مدل) پوشانده و سپس ماسه قالب‌گیری الک شده را در اطراف مدل ریخته و پس از فشار دادن ماسه‌ها با دست، درجه را با ماسه پر کرده و با کوبه می‌کوبند. اینک می‌توان به‌کمک خط‌کش صاف‌کن سطح ماسه را هموار و به وسیله سیخ هواکش در اطراف و بالای مدل تا نزدیکی آن سوراخ‌هائی جهت خروج گاز ایجاد نمود.

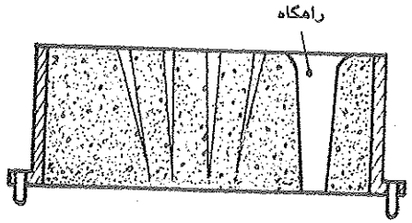


ب: نیمه قالب آماده شده را به همراه تخته زیر درجه به اندازه ۱۸۰ درجه گردانده و آن را روی تخته دیگری قرار داده و پس از پاشیدن پودر (پودر تالک) بین سطح جدایش و مدل، لنگه روئی را روی آن جفت کرده و پس از قرار دادن لوله راهگاه در محل مناسبی، لنگه روئی را نیز با ماسه پر کرده و می‌کوبند.

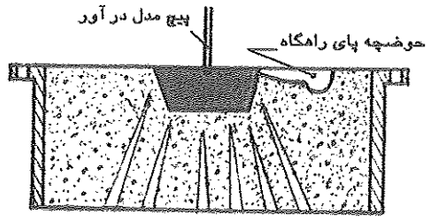
حال لوله راهگاه را از ماسه خارج کرده و لنگه روئی را نیز سیخ می‌زنند.



ج: لنگه روئی درجه را از روی لنگه زیری بلند کرده و در محل مناسبی قرار می‌دهند. اکنون می‌توان به وسیله قلم آب اطراف مدل را مرطوب کرده و پس از لق کردن آن، به کمک پیچ مدل درآور، مدل را به آرامی از ماسه خارج کرد.

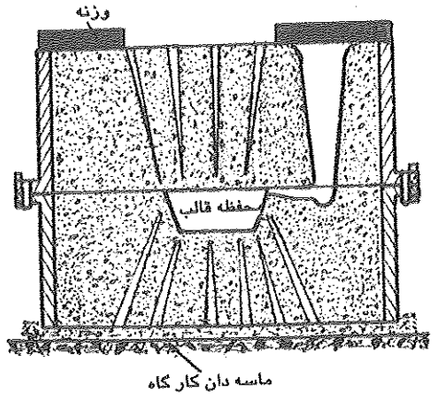


حال به کمک ابزار قاشقی حوضچه پای راهگاه مناسبی را در کنار مدل و در زیر سوراخ راهگاه ایجاد و شیار مناسبی نیز برای هدایت فلز مذاب به داخل محفظه قالب تعبیه می‌کنند.



در پایان این مرحله لازم است که به کمک فوتک ماسه‌های اضافی را از داخل محفظه قالب خارج کرده و سطح قالب و همچنین کانال و شیار را با قشری از پودر گرافیت (به منظور جلوگیری از ماسه سوز شدن سطح خارجی قطعات ریختگی چدنی) می‌پوشانند.

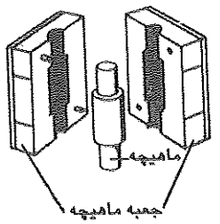
د: لنگه روئی درجه را به لنگه زیری جفت کرده و آنها را به‌طور کاملاً طراز در قسمت ماسه‌دان کارگاه گذارده و روی آن وزنه مناسبی قرار می‌دهند. اینک قالب آماده برای بارریزی می‌باشد.



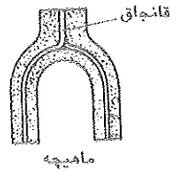
ماهیچه‌گذاری

برای تأمین قسمت‌های توخالی در قطعات ریختگی، معمولاً از قطعه‌ای به نام ماهیچه استفاده می‌گردد. برای این منظور ماهیچه را به فرم قسمت توخالی قطعه ساخته و آن را در داخل قالب و در محل پیش‌بینی شده قرار می‌دهند.

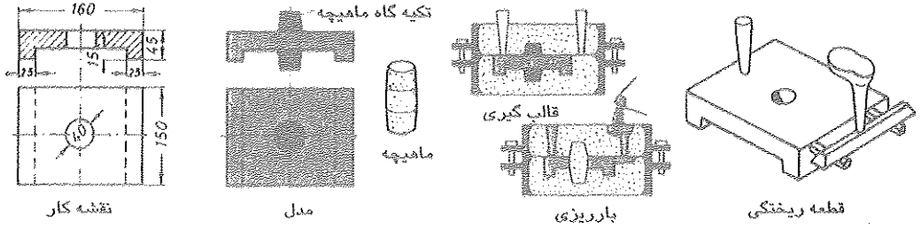
ماهیچه را از ماسه نرم به همراه 10 تا 15 درصد خاک رس و افزودن مواد چسبنده مانند روغن کتان، ملاس چغندرقند و غیره تهیه کرده و آن را در داخل قالبی به نام جعبه ماهیچه، فرم می‌دهند.



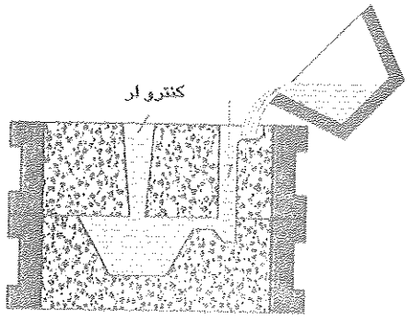
جعبه ماهیچه معمولاً از دو قسمت تشکیل و در قسمت داخل آن فرم ماهیچه موردنظر با ابعاد لازم تعبیه شده است برای استحکام بیشتر ماهیچه و حفظ فرم آن در هنگام تماس با فلز مذاب معمولاً آن را در گرماخانه یا کوره ماهیچه خشک‌کنی در حدود 200 درجه سانتی‌گراد به مدت چند ساعت حرارت داده و در بعضی موارد در داخل آنها سیم و در ماهیچه‌های قطور، لوله مشبک فلزی به نام آرماتور یا قانجاق می‌دهند.



شکل زیر مراحل مختلف قالب‌گیری یک قطعه سوراخ‌دار را نشان می‌دهد.



توجه: در قالب‌گیری قطعات نسبتاً بزرگ لازم است که جهت گازها، مخصوصاً هوای محفظه قالب و همچنین تشخیص پر شدن قالب (بر اساس قانون ظروف مرتبطه)، سوراخی مخروطی‌شکل به نام کنترولر در بلندترین قسمت قالب درنظر گرفت. از این قسمت می‌توان به‌عنوان منبع کمکی تأمین جهت تأمین کسری قطعه ریخته شده (به دلیل نقصان حجم در حین انجماد) نیز استفاده نمود. بدیهی است که در قطعات بزرگتر و پیچیده‌تر این سیستم راهگاهی برای تغذیه فلز در حال انجماد کافی نبوده و لازم است که سیستم تغذیه و راهگاه‌گذاری مناسبی برای آنها در نظر گرفت.

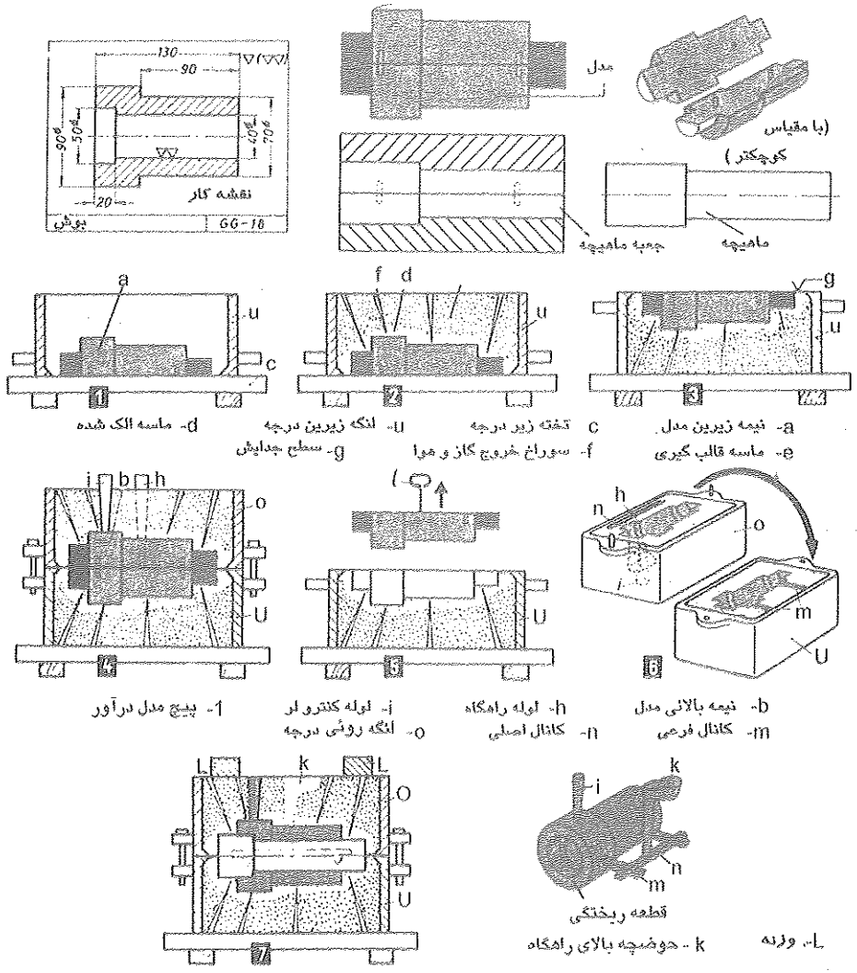


۲- قالب‌گیری مدل‌های دوتکه

در مواردی که امکان قالب‌گیری مدل در یک لنگه درجه امکان‌پذیر نباشد، مدل را دو یا چند تکه می‌سازند. در سطح جدایش این نوع مدل‌ها پین‌هائی درنظر گرفته می‌شود که منطبق شدن تکه‌های آن را در هنگام قالب‌گیری امکان‌پذیر نمایند.

در قالب‌گیری اینگونه مدل‌ها، یک نیمه آنها در لنگه زیری و نیمه دیگر در لنگه روئی قالب‌گیری می‌شوند.

در شکل زیر نقشه یک قطعه و مراحل مختلف قالب‌گیری آن را مشاهده می‌نمائید.

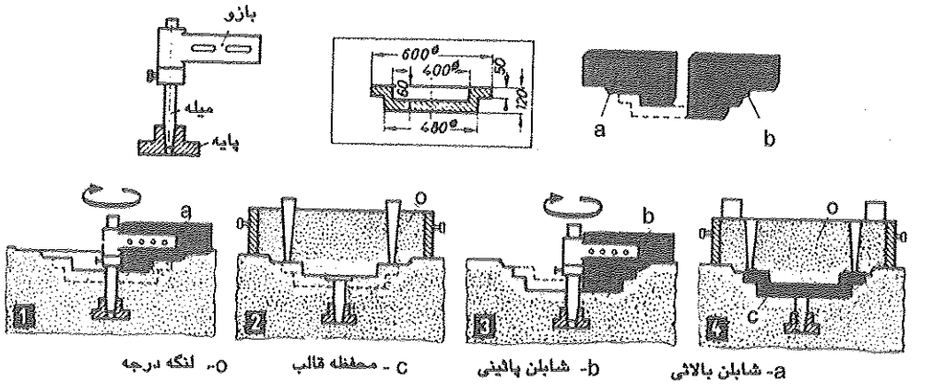


۳- قالب‌گیری با استفاده از شابلن:

از این روش برای قالب‌گیری قطعات متوسط و یا بزرگی استفاده می‌شود که تعداد آنها کم بوده و تمام یا قسمتی از آنها دارای سطح مقطع یکنواختی باشند.

در قالب‌گیری با شابلن از دو تیغه برش به نام شابلن که فرم سطح داخلی و خارجی قطعه مورد تقاضا را تأمین می‌نماید استفاده می‌گردد.

در موقع قالب‌گیری قطعات مدور از میله‌ای استفاده می‌شود که بتوان شابلن‌ها را حول آن به‌گردش درآورده و فرم موردنظر را در ماسه فشرده ایجاد نمود.



برای قالب‌گیری قطعات طویل نیز می‌توان از این روش استفاده نمود، با این تفاوت که به جای دوران شابلن، لازم است که آن را در امتداد طول قالب به‌صورت خطی حرکت داد.

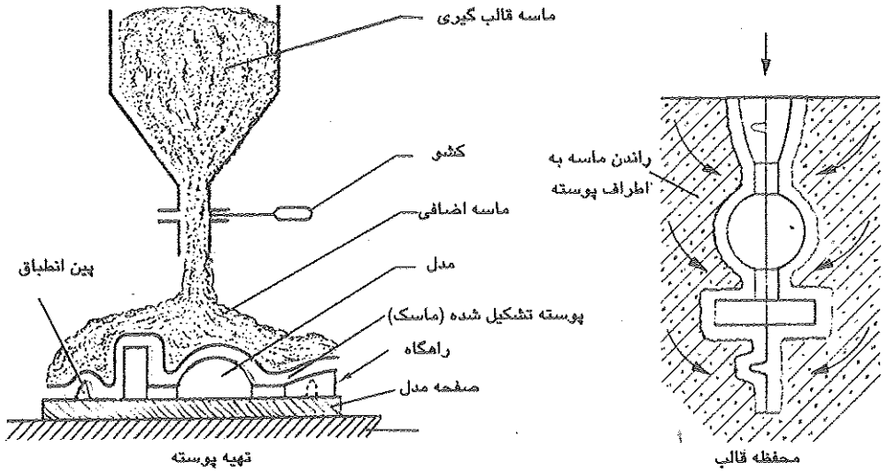
در روش قالب‌گیری با شابلن تهیه وسایل قالب‌گیری ارزان بوده و احتیاج به ساختن مدل و یا جعبه ماهیچه وجود ندارد.

۴- قالب‌گیری پوسته‌ای

این روش مشابه قالب‌گیری ماسه‌ای می‌باشد؛ با این تفاوت ماسه ریخته‌گری مخلوطی است از کوارتز (سیلیس متبلور) و صمغ فنل. وجود صمغ فنل باعث می‌شود که دانه‌های ماسه در اثر حرارت به یکدیگر چسبیده و امکان تشکیل پوسته‌ای بر روی مدل گرم را به‌وجود آورد.

در این روش ابتدا یک نیمه مدل دو تکه فلزی را در حدود 250 تا 300 درجه سانتی‌گراد گرم کرده و سپس مخلوط ماسه و صمغ فنل را روی آن می‌ریزند. در مدت 6 تا 20 ثانیه پوسته‌ای به ضخامت 4 تا 6 میلی‌متر بر روی آن تشکیل می‌گردد. این پوسته را که ماسک نیز نامیده می‌شود از روی مدل خارج کرده و با دمیدن هوای گرم و یا قرار دادن درگرم خانه تمام قسمت‌های آن را سخت می‌کنند. پوسته دیگر را نیز به همین ترتیب تهیه کرده و پس از وصل کردن دو پوسته رویهم، آنها را در داخل درجه قرار داده و اطراف آن را برای جلوگیری از شکستن پوسته‌ها درهنگام بارریزی، به وسیله ماسه پر می‌کنند.

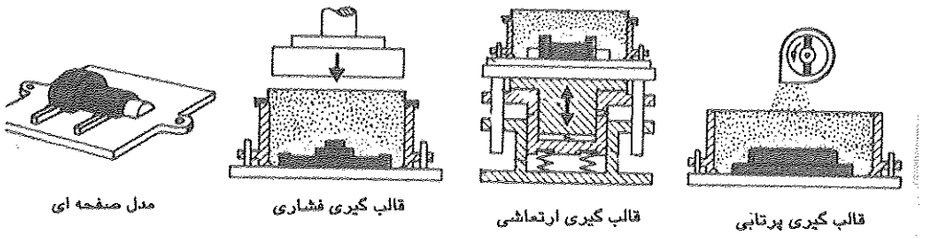
این قالب‌ها نیز فقط برای یک بار مصرف مناسب می‌باشند؛ ولی از محاسن آنها دقت اندازه و سطح صاف قطعه ریخته‌گری و سرعت عمل در مقایسه با قالب‌گیری در ماسه را می‌توان نام برد.



قالب‌گیری ماشینی

در این روش از ماشین برای متراکم کردن ماسه استفاده می‌گردد. ماشین‌هائی که برای این منظور به‌کار می‌روند ممکن است که دارای سیستم فشاری، ارتعاشی و یا پرتابی بوده و درتمام آنها عمل خروج قالب از روی مدل به‌طور خودکار و راحت‌تر از روش دستی انجام می‌گیرد. دقت اندازه در قالب‌گیری ماشینی بیشتر بوده و کیفیت سطح بهتری را نیز ارائه می‌دهد.

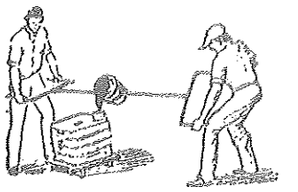
در قالب‌گیری ماشینی از مدل‌های صفحه‌ای استفاده کرده و از این روش برای تولید قطعات با تعداد بیشتر استفاده می‌کنند.



تهیه مذاب و بارریزی

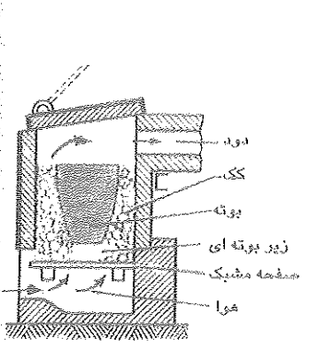
پس از تهیه محفظه قالب، لازم است که فلز موردنظر را ذوب کرده و آن را با روش صحیحی به داخل قالب ریخت.

برای ذوب فلزات و آلیاژهای مختلف آنها از کوره‌های مختلفی استفاده می‌شود. فولادها را در کوره‌هائی مانند زیمنس مارتین، قوس الکتریکی و غیره ذوب کرده و یا آنها را در کنتورهای توماس بسمر و یا LD برای باریزی آماده می‌کنند.

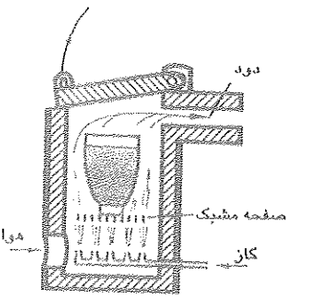


برای ذوب چدن از کوره‌های کوپل، بوته‌ای، القائی (اندکسیونی) و یا شعله‌ای استفاده می‌گردد. فلزات غیر آهنی و آلیاژهای آنها را معمولاً در کوره‌های بوته‌ای ذوب می‌کنند که در آنها از احتراق کم، گاز و یا سوخت‌های مایع و همچنین انرژی الکتریکی برای تأمین حرارت استفاده می‌گردد.

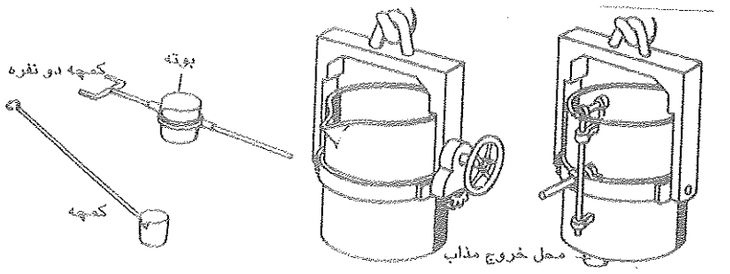
برای حمل و ریختن مواد مذاب به داخل قالب معمولاً از پاتیل و یا بوته‌هائی از جنس گرافیت کمک می‌گیرند. در مواردی که حجم مذاب کم باشد از بوته برای حمل مذاب استفاده کرده و جهت حمل و هدایت مذاب به داخل قالب کمچه‌های یک طرفه و یا دوطرفه به‌کار می‌برند. در صورتیکه حجم مذاب زیاد باشد از پاتیل‌هائی که با جرثقیل حمل می‌شوند کمک گرفته می‌شود. در کف بعضی از پاتیل‌ها سوراخی تعبیه شده است که به کمک اهرمی می‌توان جریان مذاب را به داخل قالب کنترل نمود. پاتیل‌های دیگری نیز یافت می‌شوند که برای کنترل جریان مذاب در بدنه آنها چرخ‌دنده‌هائی سوار شده است که باگرداندن فلکه مربوطه می‌توان تمایل پاتیل و در نتیجه جریان مذاب به داخل قالب را کنترل نمود.



کوره بوته ای با سوخت کک



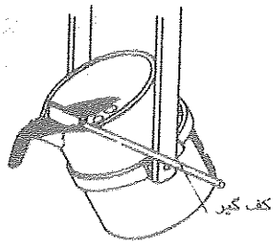
کوره بوته ای با سوخت گاز



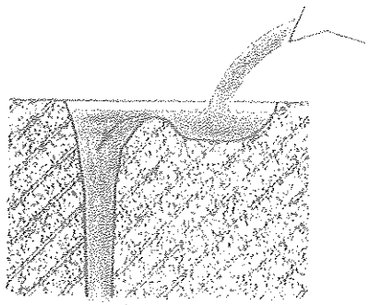
پاتیل اهرمی — پاتیل چرخ دنده ای

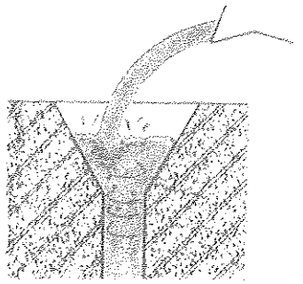
چگونگی بارریزی در خصوصیات قطعه ریخته شده تأثیرات زیادی داشته وگاه اتفاق می‌افتد که یک قالب بدون نقص در اثر بارریزی غلط، باعث تولید قطعه غیرقابل استفاده‌ای می‌گردد. لذا بایستی در هنگام بارریزی به نکات زیر توجه شود:

۱- قبل از ریختن مذاب در داخل قالب، لازم است که سرباره‌های آن را از سطح فلز مذاب خارج نمود برای این کار می‌توان از یک کف گیر خشک و گرم شده نیز کمک گرفت. در هنگام بارریزی نیز لازم است که در صورت لزوم از وارد شدن سرباره‌های باقیمانده به داخل قالب، به کمک کف‌گیر جلوگیری نمود.

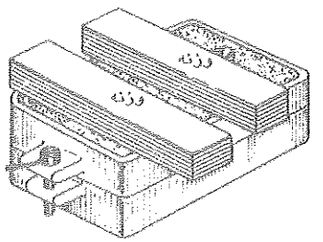


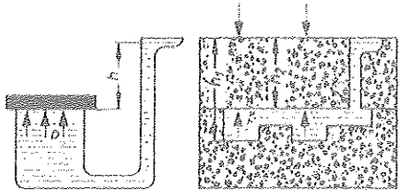
۲- در هنگام بارریزی بایستی فلز مذاب را در داخل حوضچه ریخته و جریان مذاب را به مقداری انتخاب کرد که راهگاه کاملاً پر باشد؛ در غیر این صورت امکان ورود هوا وناخالصی‌ها بداخل قالب وجود داشته و قطعه ریخته شده نامرغوبی را به دست خواهد داد.





۳- از آنجائی که هنگام بارریزی، فشار گازها و همچنین فشار فلز مذاب که ناشی از ارتفاع مذاب حوضچه تا سطح فوقانی قالب است، می‌توانند درجه روئی را بلندکرده و باعث خروج مواد مذاب از سطح جدایش دو درجه گردد؛ لازم است که باگذاردن وزنه‌هائی در روی درجه روئی از این عمل جلوگیری به‌عمل آورد.





ریخته‌گری در قالب‌های دائم

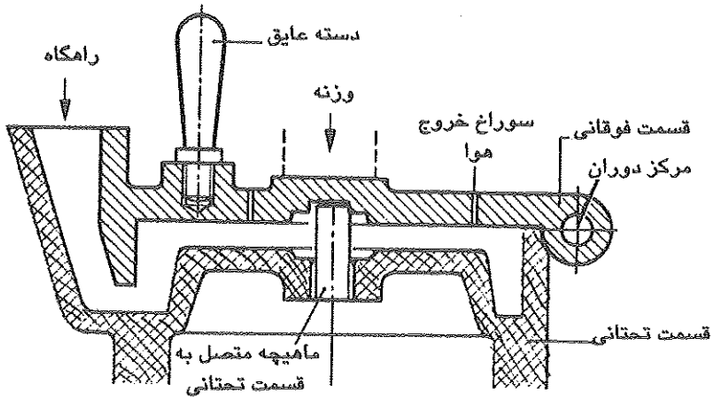
تقلیل هزینه تولید، لزوم افزایش دقت اندازه و همچنین ریز شدن دانه‌های فلزی، باعث پدید آمدن روش‌های دیگری برای ریخته‌گری گردیده که در آنها از قالب‌های فلزی استفاده می‌گردد. این قالب‌ها در مقایسه با قالب‌های ماسه‌ای گران‌تر تمام شده ولی به دلیل امکان استفاده زیاد (تا چند هزار)، از نظر اقتصادی بهتر می‌باشند. با این قالب‌ها می‌توان قطعاتی با دقت اندازه زیاد، استحکام بیشتر و کیفیت سطح بهتری را تولید نمود.

قالب‌هائی که در این روش مورد استفاده قرار می‌گیرند بایستی دارای استحکام کافی بوده و نقطه ذوب آنها بالاتر از نقطه ذوب فلز مواد ریخته‌گری باشد. این قالب‌ها را معمولاً از چدن و یا فولاد ریختگی می‌سازند.

از این قالب‌ها برای ریخته‌گری با روش‌های مختلفی استفاده می‌گردد که در زیر به شرح مختصر مهمترین آنها می‌پردازیم.

۱- ریخته‌گری تحت تأثیر نیروی وزن مذاب

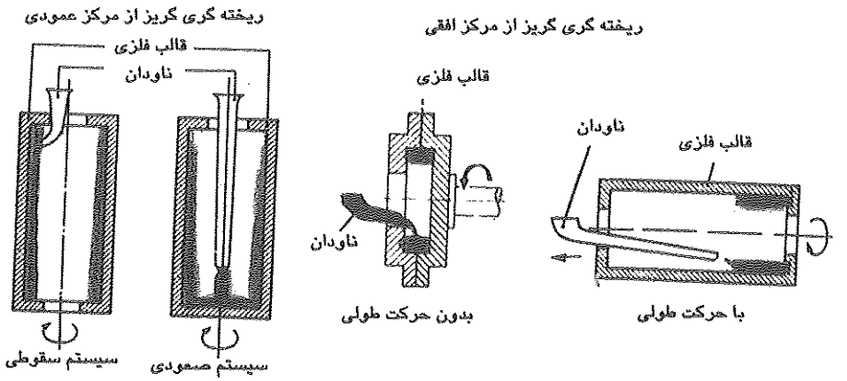
از این روش برای ریخته‌گری تمام موادی که قابلیت ریخته‌گری دارند می‌توان استفاده نمود، ولی بیش از همه برای ریخته‌گری فلزات سبک و سنگین و همچنین آلیاژهای آنها مورد استفاده قرار می‌گیرند. عمل ریخته‌گری در این روش مشابه ریخته‌گری در ماسه بوده و فلز مذاب تحت تأثیر نیروی وزن خود قالب را پر می‌کند. برای جلوگیری از ماسیدن فلز مذاب درهنگام جریان در داخل قالب لازم است که قبل از باریزی قالب راگرم نموده و سطح آن را با لایه نازکی از پودر جداکننده‌ای مانند پورد کوارتز بپوشانند.



۲- ریخته‌گری با روش گریز از مرکز

در این روش فلزات مذاب را به داخل قالب درحال دوران هدایت می‌کنند. ذرات مذاب در اثر نیروی گریز

از مرکز، به جدار قالب فشرده شده و فرم آن را به خود می‌گیرد. طبیعی است که فرم قالب بایستی متناسب با فرم سطح خارجی قطعه موردنظر باشد. محور دوران قالب ممکن است که افقی و یا عمودی انتخاب شود.



از این روش برای ساختن قطعات توخالی با مقطع دایره‌ای مانند لوله‌های آب و گاز، بوش‌ها، پوسته‌های یاتاقان و غلطک‌های توخالی استفاده می‌شود. قطعات تولیدی با این روش (به دلیل وجود نیروی گریز از مرکز در موقع تولید) از نظر دانه‌بندی متراکم و ریز دانه می‌باشند که این خاصیت باعث افزایش استحکام آنها می‌گردد.

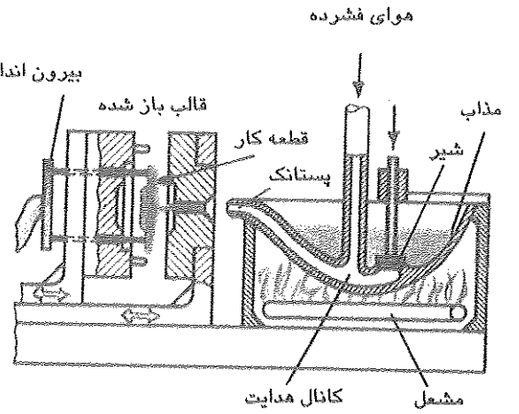
۳- ریخته‌گری تحت فشار

در این روش مذاب را به کمک فشار زیاد (200 تا 30000 n/mm^2) به داخل قالبی که از فولاد مقاوم در مقابل حرارت ساخته شده است، می‌رانند.

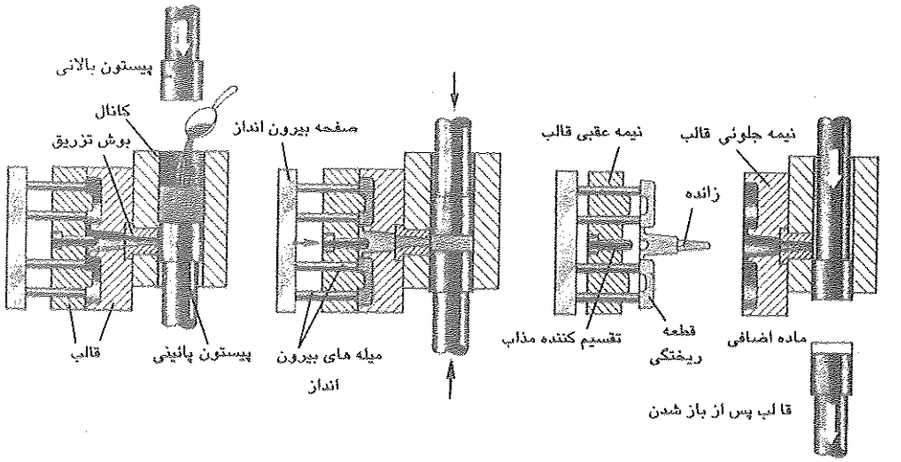
ریخته‌گری تحت فشار در تولید قطعاتی از جنس آلیاژهای آلومینیم، روی، مس و منیزیم با تعداد زیاد (1000 تا 25000 قطعه) مورد استفاده دارد. این روش در تولید قطعات پلاستیکی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد که به روش تزریقی معروف است.

قطعات تولیدی با این روش به دلیل اعمال فشار در هنگام ریخته‌گری و سرعت زیاد سرد شدن، از استحکام خوبی برخوردار بوده و به علت دقت اندازه و کیفیت سطح خوبی که دارند معمولاً نیاز به ماشین‌کاری ندارند. ریخته‌گری تحت فشار با دو روش کانال گرم و کانال سرد انجام می‌گیرد.

الف) ریخته‌گری تحت فشار با کانال گرم: در این حالت مخزن مذاب و کانال هدایت آن جزئی از ماشین بوده و هدایت مذاب به داخل قالب ممکن است که به کمک هوای فشرده (در قطعات بزرگتر) و یا فشار پیستون (در قطعات کوچکتر) به‌طور خودکار انجام گیرد.



ب) ریخته‌گری تحت فشار با کانال سرد: در این روش حمام مذاب در کنار ماشین قرار دارد و برای ریخته‌گری، هر بار مقداری از مذاب را به داخل کانال هدایت مذاب ریخته و با کمک حرکت یک پیستون آن را به داخل محفظه قاب می‌رانند.



نکات ایمنی و پیشگیری از سوانح در ریخته‌گری

۱- در هنگام حمل قراضه‌ها، قطعات، قطعات برگشتی و غیره برای ذوب و همچنین در هنگام حمل مذاب حتماً از دستکش، کفش، لباس و عینک محافظ استفاده نمائید.

۲- ماسه قالب‌گیری را قبل از استفاده الک نمائید تا قطعات نوک تیزی که در هنگام قالب‌گیری به دست و یا بدنه قالب آسیب می‌رسانند، جداگردند.

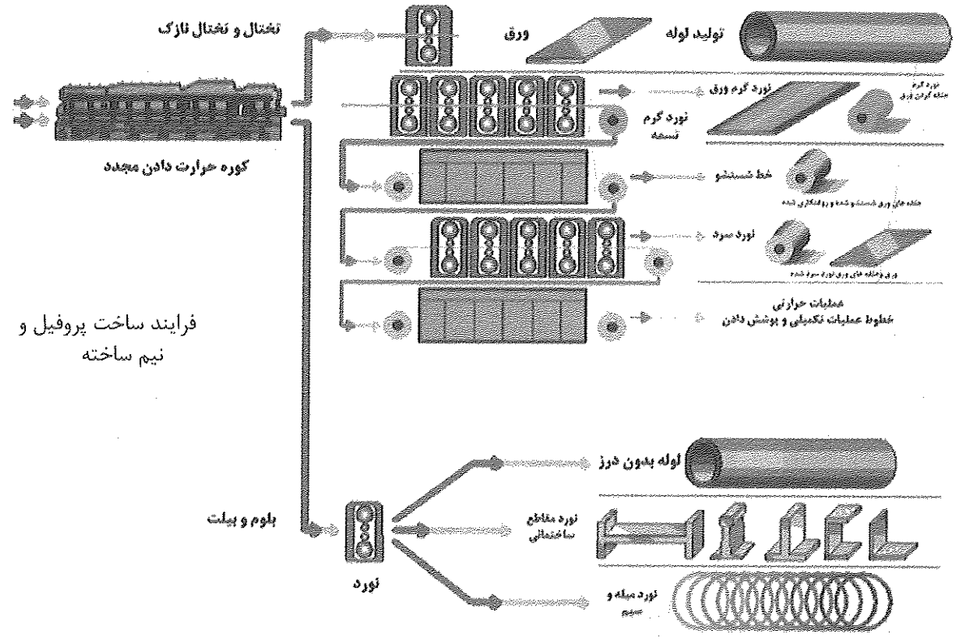
۳- درجه‌های خالی؛ جعبه ماهیچه‌ها و مدل‌ها را در جای مناسب خود قرار دهید؛ تا امکان سقوط و ایجاد آسیب به آنها و یا اشخاصی که در کارگاه کار می‌کنند وجود نداشته باشد.

۴- قبل از اطمینان کامل از سرد بودن قطعه ریخته شده، آن را با دست لمس نکنید.

۵- گازی که در هنگام بارریزی از قالب‌های ماسه‌ای متصاعد می‌شود، حاوی مقادیری گاز سمی بوده و خروج این گاز در اکثر موارد توأم با اشعه می‌باشد؛ لذا ضمن توجه به این مطلب لازم است که هوای موجود در کارگاه را با روش مناسبی تهویه نمود.

۶- کلیه وسائلی که با مذاب تماس دارند بایستی کاملاً خشک باشند؛ در غیر این صورت در اثر تماس با مذاب آب آنها به سرعت تبخیر شده و امکان پاشیدن مذاب به اطراف و ایجاد سانحه وجود دارد.

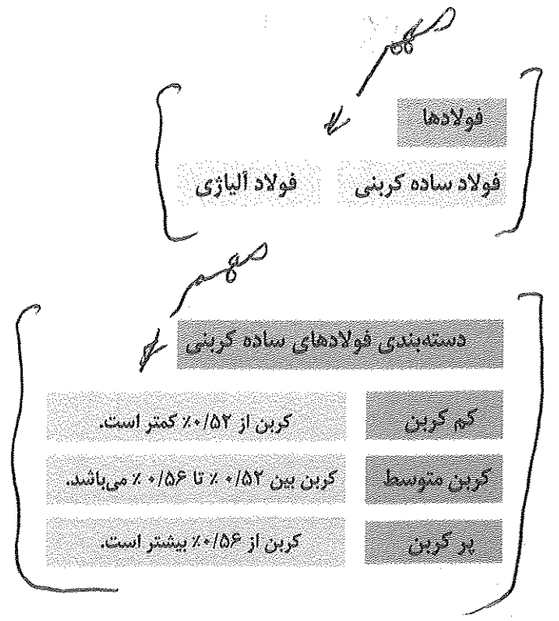
۷- بی احتیاطی در موقع پاک‌کردن و زدودن ماسه‌ها از اطراف قطعه ریخته شده می‌تواند باعث آسیب به چشم گردیده و همچنین تولید امراضی نماید که ناشی از وجود ذرات سیلیس معلق در هوا می‌باشند لذا توصیه می‌شود که ضمن استفاده از عینک محافظ و تهویه محیط، با پاشیدن آب و مرطوب نگهداشتن محیط کارگاه از انتشارات ذرات سیلیس‌دار جلوگیری نمائید.



۱-۱-۲-فولادها

فولاد، آلیاژ آهن-کربن همراه با عناصر دیگر مانند منگنز، کرم، نیکل، مس، سیلیسیم و.... است که کربن آن کم‌تر از ۴ درصد وزنی است.فولاد را از دیدهای گوناگونی مانند ترکیب شیمیایی، کاربرد و کیفیت دسته بندی می شود.

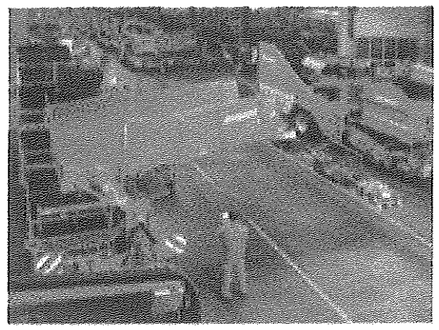
فولادها بر پایه ترکیب شیمیایی از جمله عناصر آلیاژی و درصد کربن به دو گروه فولاد ساده و فولاد آلیاژی دسته‌بندی می‌شوند.



فولادهای ساده کربنی

در فولادهای ساده کربنی، درصد دیگر عناصر آلیاژی در آن کم است. با افزایش درصد کربن در این فولادها استحکام آن افزایش و چقرمگی کاهش می‌یابد. فولادهای ساده کربنی به سه گروه تقسیم می‌شوند.

• فولادهای کم‌کربن



میزان تولید و مصرف صنعتی، فولادهای کم کربن یا ساختمانی بیش‌ترین و قابلیت ماشین‌کاری، جوش‌کاری، ریخته‌گری و شکل‌پذیری آن‌ها مناسب است، این گروه فولادها هر چند در مقایسه با گروه‌های دیگر نسبتاً نرم و دارای استحکام کم‌تری هستند ولی هزینه تولید کم‌تری دارند .

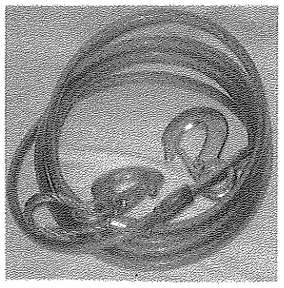
فولادهای ساده کم‌کربن به‌طور گسترده در صنایع ساختمانی(تیرآهن، نبشی، سپری و میل‌گرد و...) لوله‌های معمولی، قوطی‌های کنسرو، ماشین‌ها کشاورزی ساخت سازه‌های صنعتی، پل‌ها، صنایع کشتی‌سازی و واگن‌سازی و صنایع دیگر به کار می‌روند.

• فولادهای کربن متوسط

فولادهای کربن متوسط از فولادهای کم‌کربن استحکام زیادتر و انعطاف‌پذیری و چقرمگی کم‌تری دارد. با عملیات حرارتی می‌توان خواص مکانیکی این فولادها را بهبود داد.

فولادهای کربن متوسط در ساخت چرخ‌های قطار، رینگ چرخ کامیون و تراکتور، چرخ دنده‌ها، میل‌لنگ‌ها و تجهیزاتی که نیاز به استحکام و مقاومت به سایش و چقرمگی مناسب باشد کاربرد دارد.

• فولادهای پرکربن

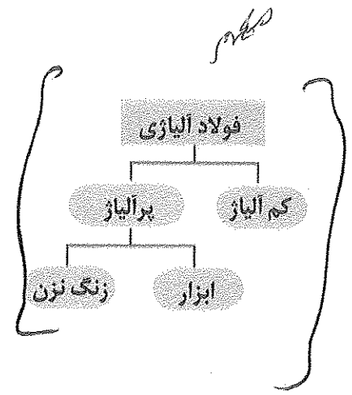


فولادهای پرکربن در میان فولادهای ساده کربنی از استحکام و سختی بالایی برخوردارند ولی انعطاف‌پذیری کمی دارند. هم‌چنین نسبت به جوش‌کاری حساس هستند.

از فولادهای ساده پرکربن برای قطعاتی مانند تیغه چاقو و قیچی، تیغه ماشین‌های کشاورزی و سیم بکسل که به سختی و مقاومت سایشی زیادی نیاز باشد .کاربرد دارد.

فولادهای آلیاژی

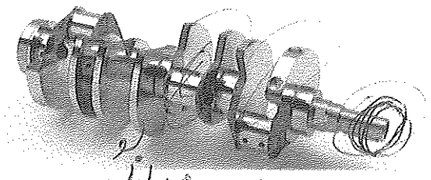
فولادهای آلیاژی کاربرد زیادی در صنعت دارد، در اینجا برخی از فولادهای آلیاژی معرفی می‌شود.

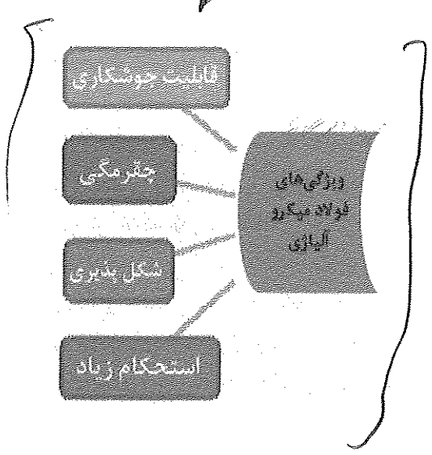


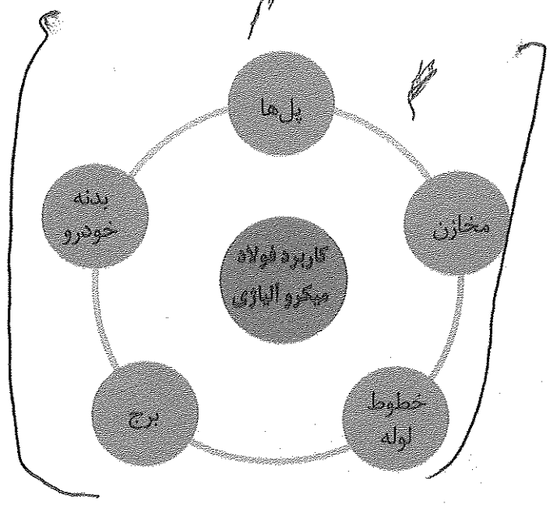
- **فولادهای کم آلیاژ استحکام بالا (HSLA[1])**

فولاد کم آلیاژ پر استحکام یا میکرو آلیاژ، فولادی است که با درصد کم (۰٫۱ درصد) از برخی عناصر آلیاژی مانند تیتانیم و بهایی کمتر، ویژگی‌هایی نزدیک به فولادهای پرآلیاژ دارد. برخی از این ویژگی‌ها در نمودار نشان داده شده‌اند.

در برخی صنایع مانند صنایع خودرو که سبک بودن قطعه و سازه از خواسته‌های طراحی است، فولادهای میکروآلیاژی با ویژگی‌های برجسته‌ای مانند چگالی کم و هزینه تولید کم در این صنایع کاربرد زیادی دارد.

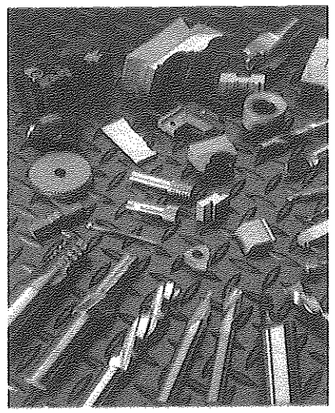






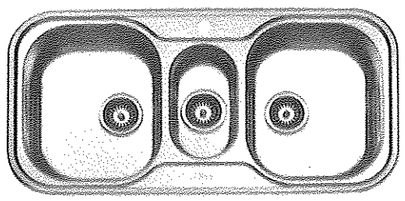
1-High Strength Low Alloy

- **فولاد ابزار**

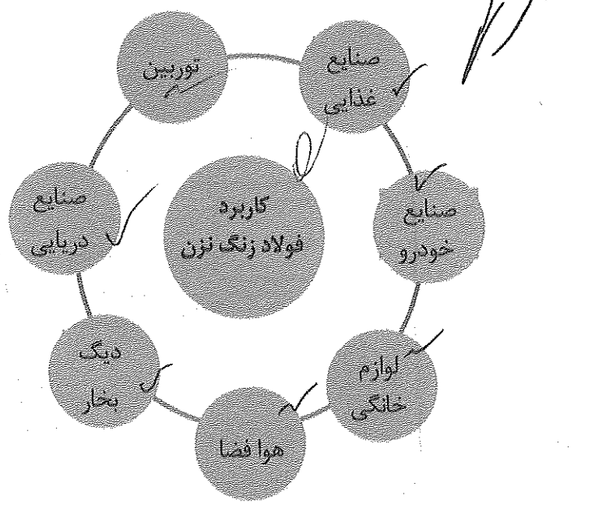


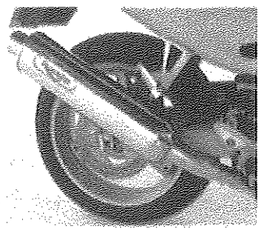
فولاد پرکربنی است که برای استحکام بیشتر، عناصر آلیاژی دیگری مانند کرم، نیکل، وانادیم، مولیبدن و تنگستن به آن افزوده شده است. این فولاد در ساخت تیغه اره، فنر، قالب‌های شکل‌دهی و مواردی مانند آن‌ها به کار برده می‌شود. قطعاتی که از این فولاد ساخته شده باشند دارای سختی زیاد ولی در برابر ضربه شکننده خواهند بود.

- **فولادهای زنگ نزن**



این فولادها دست‌کم ۱۱ درصد کروم دارند و به این دلیل در برابر زنگ‌زدگی مقاوم است. در ساختار این فولادها عناصر دیگری مانند نیکل و مولیبدن و غیره نیز به کار رفته است. از موارد کاربرد این فولاد برخی از لوازم آشپزخانه، رینگ موتور سیکلت را می‌توان نام برد.





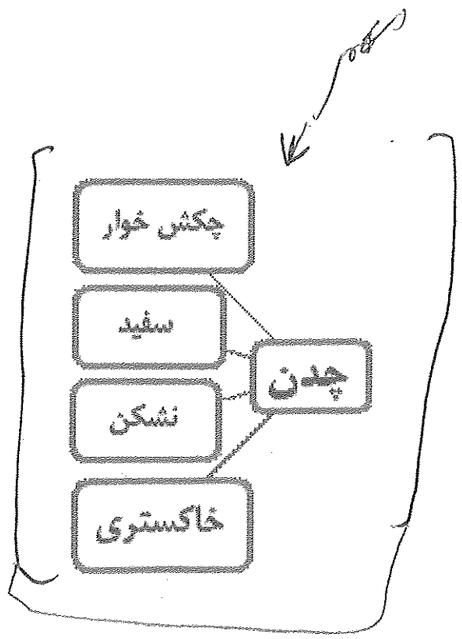
نرم بندی فولادها

سازندگان، مصرف کنندگان برای این که زبان مشترک و شناخت یکسانی از نامهای فلزات به ویژه فولادها داشته باشند استانداردهایی را برای نامگذاری فلزات به کار می‌برند این نوع دسته‌بندی‌ها را نرم‌بندی می‌گویند.

برای نمونه در یک نرم بندی برای نام گذاری فولادها در دسته‌بندی کاربردی فولاد ساختمانی با حروف st در اول نام این فولاد به کار می‌رود. برای نشان دادن اا‌ستحکام فولاد عددی همراه این حروف آورده می‌شود که اگر در عدد ۹/۸۱ ضرب شود کمینه استحکام آن را با یکای نیوتن بر متر مربع به دست می‌دهد. پس از آن نیز کیفیت فولاد با سه عدد ۱ تا ۳ نشان داده می‌شود.

st-۳۷-۲

st	فولاد ساختمانی
۳۷	استحکام ۳۷۰ نیوتن بر متر مربع
۲	با کیفیت خوب برای کاربردهای مهم



۲-۱-۲- چدن

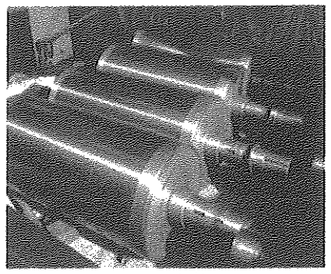
چدن آلیاژی از آهن، ۲/۵ تا ۶ درصد کربن و یک تا سه درصد سیلیسیم است که ناخالصی‌هایی مانند فسفر و گوگرد(کم‌تر از ۰/۱ درصد) دارد.کابرجسته‌ترین ویژگی چدن‌ها قابلیت ریخته‌گری زیاد آن‌ها است. برای بهبود کیفیت چدن در کاربردهای ویژه، عناصر آلیاژی دیگری نیز به آن افزوده می‌شود.

در هر حال چدن با دارا بودن مزایایی از قبیل، بهای تمام شده کم‌تر، قابلیت ریخته‌گری و ماشین کاری، استحکام،سختی، مقاومت در برابر سایش، مقاومت در برابر خوردگی، انتقال گرما و جذب ارتعاش از سایر آلیاژهای ریختگی آهنی برتر است.

چدن‌ها به چهار گروه دسته‌بندی می‌شوند که عبارت‌اند از: چدن خاکستری، چدن سفید، چدن چکش خوار و چدن نشکن.

چدن سفید

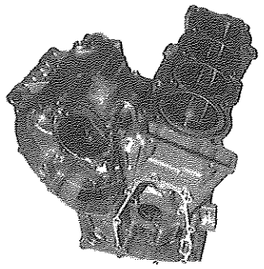
چون مقطع شکست این نوع چدن، سفید رنگ است به نام چدن سفید نامیده می‌شود. این چدن بسیارسخت، شکننده و غیرقابل ماشین‌کاری است، کاربرد چدن سفید برای قطعاتی انعطاف ناپذیر و با مقاومت در برابر سایش مانند غلتک نورد است.



غلتک نورد

چدن خاکستری

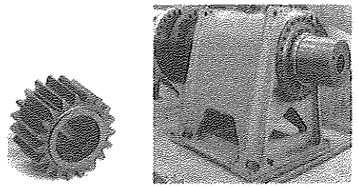
مقطع شکست این نوع چدن‌ها با داشتن لایه‌های گرافیت ورقه‌ای شکل، خاکستری رنگ است به این دلیل به آن چدن خاکستری می‌گویند. چدن خاکستری برای ساخت تجهیزاتی مانند پوستهٔ جعبه‌دنده و بدنه موتور که در معرض سایش و لرزش هستند به‌کار می‌روند.



بدنه موتور

چدن چکش‌خوار(مالیبل)

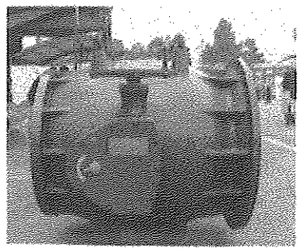
با کاهش درصد کربن نسبت به چدن سفید، چدن چکش‌خوار به دست می‌آید. چدن چکش خوار دارای ویژگی‌های خوبی مانند قابلیت ریختگی، ماشین‌کاری، چقرمگی و استحکام است.



پوسته ماشین و چرخ دنده

چدن نشکن(داکتیل)

چدن نشکن با داشتن گرافیت کروی استحکام، مقاومت در برابر خوردگی و چقرمگی زیادی دارد و بنابر این دلیل کاربرد صنعتی این چدن از دیگر چدن‌ها بیشتر است. برخی از کاربردهای چدن نشکن بدنه شیر، لوله، پمپ وچرخ دنده است.



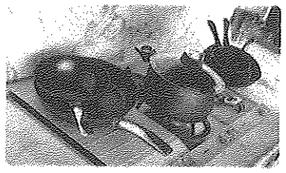
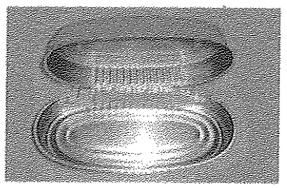
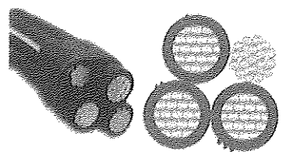
پوسته

فلزات غیر آهنی

فولادها و سایر آلیاژهای آهنی به دلیل داشتن محدوده گسترده از خواص مکانیکی و آسان بودن فرآیند تولید و نیز صرفه اقتصادی، در حجم وسیعی تولید و مصرف می‌شوند. اما محدودیت‌هایی نظیر حساسیت به خوردگی در برخی محیط‌ها، هدایت الکتریکی نسبتا» کم و چگالی زیاد ضرورت استفاده از آلیاژهای فلزات دیگر را توجیه می‌کند.

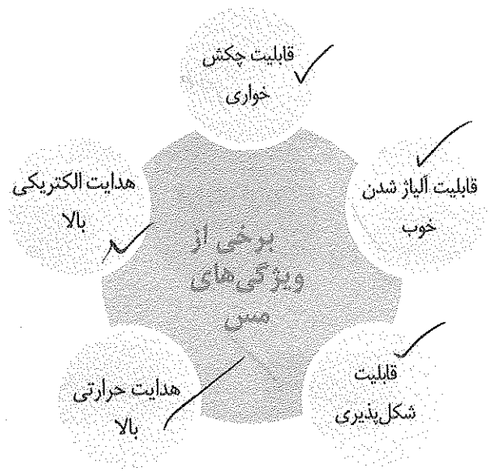
۳-۱-۲- آلومینیم و آلیاژهای آن

در بازارهای جهانی آلومینیم پس از فولاد در ردیف دوم پرکاربردترین فلزات قرار دارد. توسعه سریع آلومینیم مربوط به خواص ویژه آن است. آلومینیم سبک وزن است ولی نسبت استحکام به وزن بعضی از آلیاژهای آلومینیم از فولاد بیشتر است. آلومینیم و آلیاژهای آن دارای هدایت الکتریکی و گرمایی مناسب و منعکس‌کننده خوبی برای نور و گرماست. آلومینیم و آلیاژهای آن دارای مقاومت به خوردگی و قابلیت ریخته‌گری و شکل‌پذیری مناسب را دارد برخی از کاربردهای آلومینیم لوله، پروفیل، نبشی و.... است. برخی از زمینه‌های کاربرد آلومینیم درصنایع در جدول زیر آورده شده است.

کاربرد	ویژگی‌های مناسب کاربرد	شکل
حمل و نقل هوایی	- سبکی - بزرگی نسبت استحکام به وزن - مقاومت در برابر زنگ‌زدگی	
لوازم آشپزی	- هدایت گرمایی زیاد - استحکام - تمیز شدن آسان - روکش شدن برای نچسبی غذا	
بسته بندی	- آسانی حفظ بهداشت - مقاومت در برابر خوردگی و زنگ‌زدگی - مقاومت در برابر ضربه - بهداشتی بودن	
الکتریسیته	- هدایت الکتریکی زیاد - استحکام - مقاومت در برابر خوردگی	

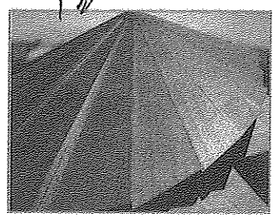
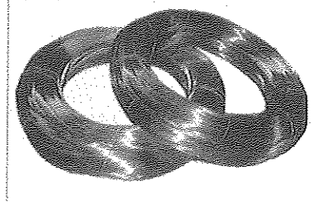
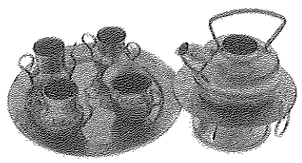
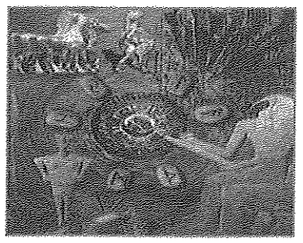
۴-۱-۲- مس و آلیاژهای آن

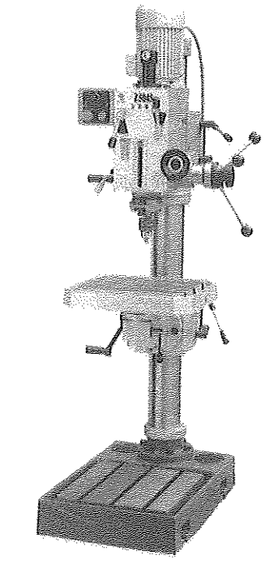
مس به دلیل ویژگی هدایت الکتریکی در الکتریسیته و با داشتن هدایت گرمایی کاربرد گسترده زیادی در سیستم های گرمایشی و سرمایشی به شکل لوله دارد این فلز و آلیاژهای آن کاربرد گسترده‌ای در صنعت و مهندسی دارد.



زمینه‌های کاربرد مس

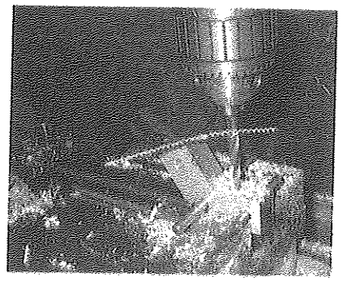
مس با داشتن ویژگی‌های خوب، در بیشتر صنایع به کار گرفته می‌شود.

	
کاربرد در ساختمان - سقف مسی	کاربرد مس در صنایع الکتریکی
	
کاربرد مس در وسایل آشپزخانه	کاربرد مس در صنایع دستی



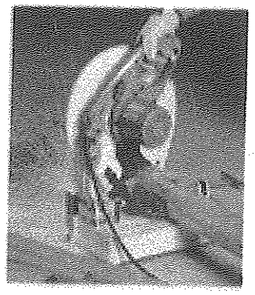
- **سوراخ‌کاری**

به ایجاد حفره و سوراخ در قطعات سوراخ‌کاری گفته می‌شود. برای سوراخ‌کاری از ماشین مته و سرمته به کار برده می‌شود.



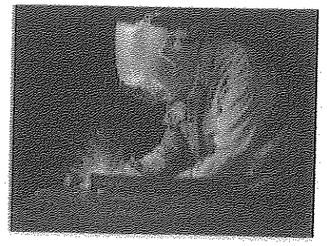
- **برش‌کاری**[1]

به عملیات برش قطعات برای ایجاد شکل و اندازه دلخواه، برش‌کاری گفته می‌شود.



۷-۲-۲-جوش‌کاری[2]

جوش‌کاری یکی از فرایندهای اتصال قطعات فلزی یا غیر فلزی است. جوش‌کاری را با چندین روش می‌توان انجام داد. رایج‌ترین روش آن جوش‌کاری ذوبی است.



بررسی

یکی از فرایندهای تولید را بررسی کنید کاربرد روش‌ها و تجهیزات رایج را مشخص کنید.

1- Cutting

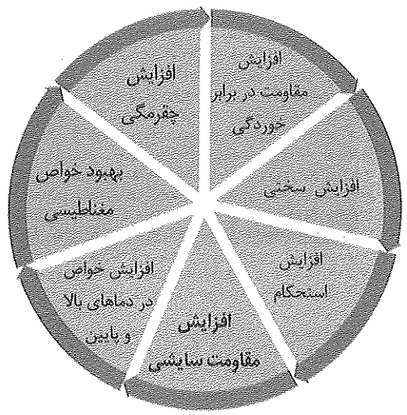
2- Welding

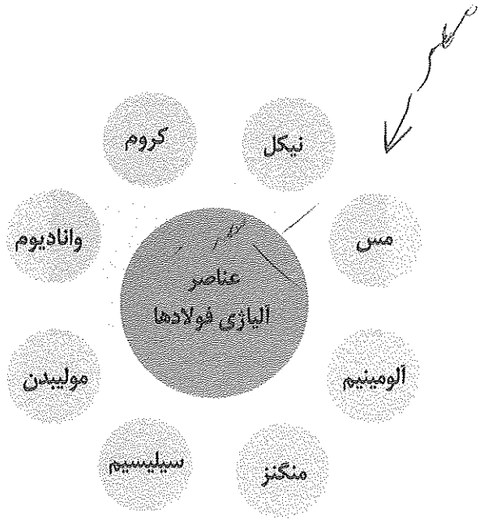
۳-۲- بهبود ویژگی‌های فلزات

فلزات خالص برای کاربردهای صنعتی استحکام و سختی لازم را ندارند.در عمل لازم است برخی ویژگی‌های آن، مانند استحکام و سختی را افزایش دهیم. در اینجا برخی روش‌های رایج آن بازگو می‌شود.

۱-۳-۲-۲-آلیاژ سازی

برای بهبود برخی ویژگی‌ها فلزات، عناصر دیگری که به نام عناصر آلیاژی گفته می‌شود به فلزات افزوده می‌شود.





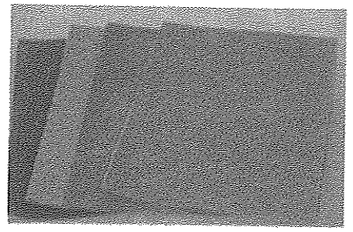
۲-۳-۲-عملیات حرارتی

گرم کردن قطعات جامد فلزی و سپس سرد کردن آن‌ها در شرایطی برای به دست آوردن ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی انجام می‌شود، **عملیات حرارتی** می‌نامند. عملیات حرارتی فلزات برای سخت یا نرم کردن فلزات و بهبود هدایت الکتریکی و دیگر ویژگی‌های مکانیکی کاربرد داد.

۳-۳-۲-کار مکانیکی

اگر یک فلز یا آلیاژ در دمای محیط و کمتر از دمای ذوب، در عملیات مانند نورد، چکش‌کاری، اکستروژن و غیره تغییر شکل دائم پیدا کند آرایش ساختار اتمی شبکه بلوری تغییر می‌یابد و با اعوجاج یا کشیده شدن دانه های کریستالی ناشی از اعمال نیروهای خارجی استحکام و سختی آن افزایش پیدا می‌کند این فرآیند **کار مکانیکی** نامیده می‌شود.

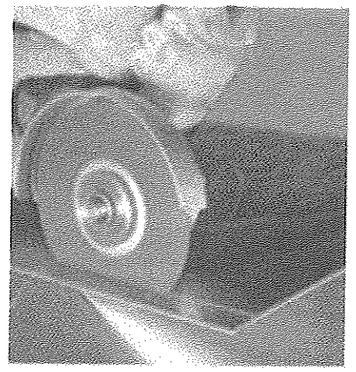
نمونه‌ای از بهبود ویژگی‌های فلزات در اینجا آورده می‌شود، آهن مذاب تصفیه شده با افزودن مقداری کربن و عناصر آلیاژی مانند وانادیم، کر وم، تیتانیم، منگنز و نیکل به فولاد تبدیل می‌کنند. در دمای زیاد، آهن و کربن با یکدیگر کاربید آهن به نام « سمنتیت» تشکیل می‌دهند. این واکنش، برگشت‌پذیر و گرماگیر است. هرگاه فولادی که دارای سمنتیت است، به کندی سرد شود، تعادل فوق به سمت تشکیل آهن و کربن، جابجا شده، کربن به صورت پولکهای گرافیت جدا می‌شود. این مکانیزم در چدن‌ها که درصد کربن در آن‌ها بیشتر است، اهمیت بیشتری دارد. برعکس، اگر فولاد به سرعت سرد شود، کربن بیشتر به شکل سمنتیت باقی می‌ماند و در دمای معمولی به کندی تجزیه می‌شود.



۴-۲- سرامیک‌ها

سرامیک‌ها مواد صنعتی غیرفلزی هستند که بیشتر از ترکیب عناصر فلزی و غیرفلزی ساخته می‌شوند. مواد سرامیکی دارای سختی و نقطه ذوب بالا و از سوی دیگر شکننده هستند.

امروزه کاربرد سرامیک‌ها از نظر کمی و کیفی به سرعت در حال گسترش است.

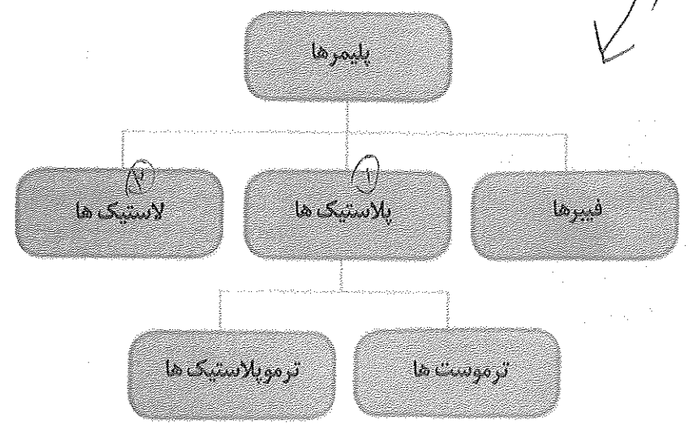


سنگ برش

۵-۲- پلیمرها

پلیمرها دسته‌ای از مواد غیرفلزی و غیرمعدنی هستند که بیشتر از مواد آلی بوده و دو دسته طبیعی و مصنوعی هستند. پلیمرهای طبیعی از گیاهان و حیوانات به‌دست می‌آیند مانند چوب، چرم، پشم، پنبه، ابریشم، پروتئین‌ها، آنزیم‌ها و غیره. پلیمرهای مصنوعی از مولکول‌های آلی کوچک و در واحدهای پتروشیمی تولید می‌شوند. امروزه پلیمرها به‌دلیل ویژگی‌های بهتر و هزینه کم‌تر جایگزین قطعات و مواد چوبی یا فلزی گردیده‌اند.

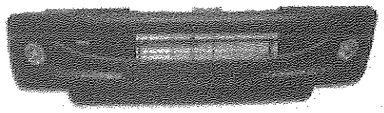
پلیمرها را برحسب ویژگی‌های کاربردی به سه گروه دسته‌بندی می‌شوند.



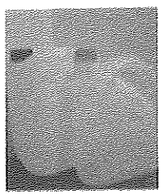
۱-۵-۲- پلاستیک‌ها

پلاستیک‌ها از دید ترکیب شیمیایی و ویژگی‌ها بسیار گوناگون‌اند. برخی خیلی صلب و ترد هستند مانند برخی از پلی استرها، اپوکسی‌ها و فنولیک‌ها که در پوشش محافظ وسایل الکتریکی، بدنه گوشی تلفن، بدنه و اجزاء وسایل نقلیه، دوچرخه، موتور و اتومبیل به کار گرفته می‌شوند. برخی دیگر مانند برخی از پلی اتیلن‌ها نرم و انعطاف پذیر می‌باشند که در تولید اسباب بازی به کار می‌روند.

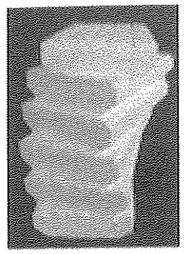
از جمله ویژگی‌های پلی پروپیلن مقاومت در برابر کشش، چگالی کم، بی‌رنگی، سختی، مقاومت در برابر اسید، باز و حلال ها است.



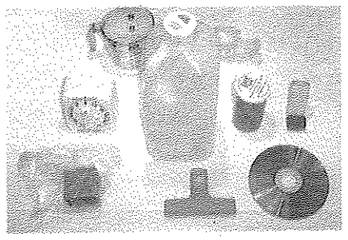
پلی پروپیلن (صنایع خودرو)



پلی اتیلن (ظرف پلاستیکی)



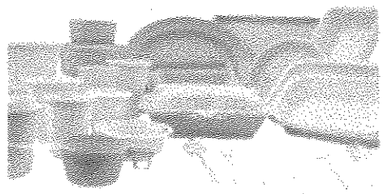
پلی استر(یونولیت)



مواد پلاستیکی از نظر رفتار در برابر دمای بالا و نیروهای مکانیکی به دو گروه ترموپلاستیک‌ها و پلاستیک‌های ترموست دسته‌بندی می‌شوند.

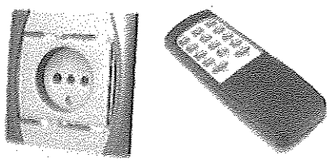
- **ترموپلاستیک‌ها**

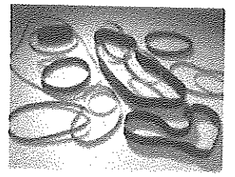
ترموپلاستیک‌ها در اثر گرما نرم شده و با افزایش دما ذوب و پس از سرد شدن سخت می‌گردند این فرآیند تکرارپذیر است. یعنی بارها می‌توان آن‌ها را ذوب کرد و سازه‌های گوناگون ساخت .

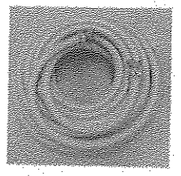


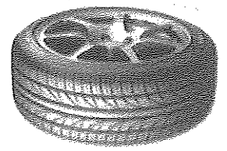
- **پلاستیک‌های ترموست**

پلاستیک‌های ترموست به هنگام گرم شدن ذوب می‌شوند و به صورت دائمی سخت می‌گردند یعنی با گرم کردن دوباره، نرم نمی‌شوند.



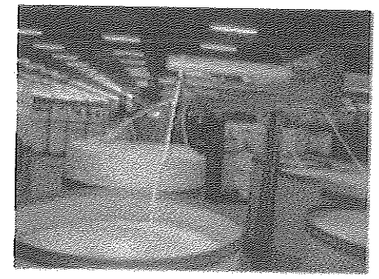






۲-۵-۲-لاستیک‌ها

لاستیک‌ها یا الاستومرها از دیگر مواد پتروشیمی به شمار می‌آیند که از ترکیبات آلی ساخته شده‌اند. انواع تسمه‌ها، لاستیک و تیوب وسایل نقلیه، شیلنگ‌ها و روکش سیم‌های برق و... از لاستیک تشکیل شده‌اند.



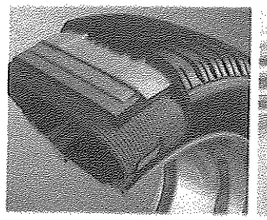
۳-۵-۲-فیبرها

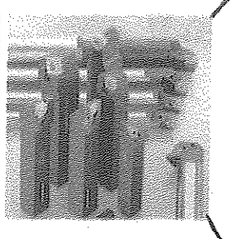
پلیمرهای فیبری که کاربرد آن‌ها بیش‌تر در صنایع نساجی و فرش‌بافی برای تولید پارچه و لباس الیاف فرش، نخ و طناب است. در صنایع کشاورزی برای بستن علوفه در ماشین هایی به نام بسته بند از فیبرها بهره برداری می شود.

۶-۲- کامپوزیت‌ها

مهندسین علم برای دستیابی به ماده‌ای با ویژگی‌های دلخواه می‌توانند به طور ماکروسکوپی مواد گوناگون را با هم ترکیب و ماده جدیدی ایجاد نمایند. به این مواد، **کامپوزیت** می‌گویند، مانند آسفالت، کاه گل، بتن آرمه، فایبر گلاس و تایر خودرو.

کامپوزیت‌ها موادی چند جزئی هستند که ویژگی آن‌ها از هرکدام از اجزاء بهتر است.





کامپوزیت‌ها ساختاری دو فاز[1] دارند. **فاز زمینه** که پیوسته است و فاز دوم به نام **فاز تقویت کننده** که در داخل فاز زمینه جای می‌گیرد. برای نمونه در تایر خودرو، فاز زمینه لاستیک و فاز تقویت کننده فلز(مفتول) است.

ویژگی‌های کامپوزیت به فازهای تشکیل دهنده آن، شکل، اندازه و برخی عوامل دیگر بستگی دارد.

۱- فاز(بخش) به قسمتی از مواد است که دارای خواص یکسان باشد.

۷-۲- شناسایی فلزات

بیشتر کارگران و تکنسین‌ها وکارهایی را انجام می‌دهند که برای آن باید جنس قطعه کار را انتخاب یا شناسایی کنند.

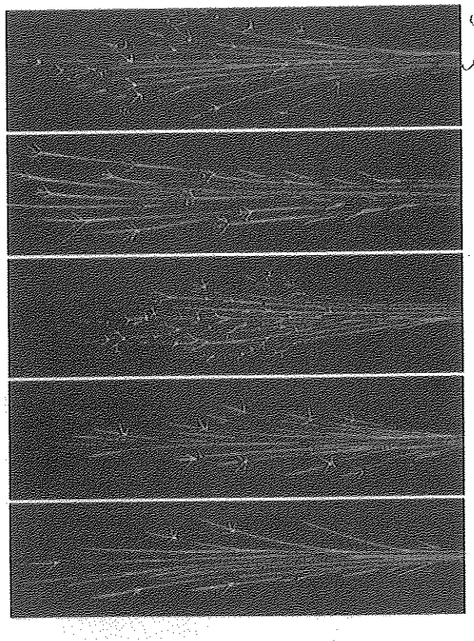
شما در این درس بیشتر با قطعه‌کارهای فلزی سروکار خواهید داشت. شناسایی فلزات کاری پیچیده است. که برای انجام آن باید آموزش دیده و ابزارها و وسایل پیشرفته داشت. ولی می‌توان با روش‌های کارگاهی با دقت کافی جنس فلزات را تشخیص داد. برخی از این روش‌ها به شرح زیر است:

رنگ ظاهری فلز- آشکارترین ویژگی فلزات برای شناسایی رنگ ظاهری آن‌ها است. با مقایسه رنگ برخی از فلزات می‌توانید آن‌ها را شناسایی کنید.

سطح مقطع شکسته فلز- اگر قطعه‌ای فلز را بشکنید خواهید دید که شکل و رنگ سطح مقطع آن‌ها یکسان نیست برای نمونه رنگ چدن، سیاه و مقطع آن دانه‌های براق دارد ولی مقطع فولادها براق مایلبه خاکستری است.

صدا- هنگامی که به فلز ضربه‌ای زده شود ، فلزات مختلف صداهای گوناگونی خواهند داد برای نمونه صدای چدن بم و صدای فولاد زیر است.

شکل و رنگ جرقه- نوع جرقه حاصل از سنگ زنی فلز نشانگر مواد تشکیل دهنده آن باشد.



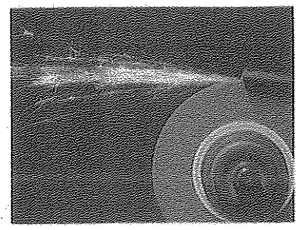
فولاد قابل آبکاری- شکل جرقه شعاع‌های مستقیم

فولاد قابل بهسازی- دسته جرقه‌های به شکل خار

فولاد ابزارسازی- دسته جرقه‌های منشعب شده

فولاد ابزارسازی آلیاژی جرقه‌های متراکم

فولاد فنر-جرقه نازک به شکل سر نیزه



بررسی

۱- چند قطعه فلز را که جرقه‌های آن‌ها را هنرآموز روی سنگ سنباده نشان می‌دهد بررسی کنید.

۲- رنگ و شکل مقطع این قطعات را بررسی کنید