

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

راهنمای هنر آموز

دانش فنی تخصصی

رشته متالورژی

گروه مواد و فراوری

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



راهنمای هنرآموز دانش فنی تخصصی (رشته متالورژی) - ۲۱۲۹۲۰

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
حسن حامد، حسن طیب‌زاده، اسداله عابدی، حسن عبداله‌زاده، امیر ریاحی، محمد معتمدی، غلامرضا خلج و میثم بهربر (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
حسن عبداله‌زاده، حسن حامد، محمد معتمدی، میثم بهربر، غلامرضا خلج و اسداله عابدی (اعضای گروه تألیف)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
جواد صفری (مدیر هنری) - افسانه ابراهیمی (صفحه‌آرا)
تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه: www.irtxtbook.ir و www.chap.sch.ir

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج -
خیابان ۶۱ (دارو پخش) تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰
صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
چاپ اول ۱۳۹۷

نام کتاب:

پدیدا آورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

ناشر:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



دست توانای معلم است که چشم انداز آینده ما را ترسیم می کند.
امام خمینی (قدّس سرّه الشّریف)

- ۱..... فصل اول: استخراج آهن و فولادسازی
- ۱۷..... فصل دوم: انتخاب مواد در متالورژی
- ۴۹..... فصل سوم: مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی
- ۸۹..... فصل چهارم: روش های پیشرفته ریخته گری
- ۱۲۳..... فصل پنجم: کسب اطلاعات فنی

مقدمه

از الزامات اجرای برنامه درسی، وجود محتوای آموزشی جهت تحقق نیازهای فردی و اجتماعی و اهداف نظام تعلیم و تربیت می‌باشد. با توجه به تغییرات نظام آموزشی که حول محور سند تحول بنیادین آموزش و پرورش انجام شد چرخش‌های جدیدی از وضع موجود به مطلوب صورت پذیرفت. از جمله به نقش معلم از آموزش‌دهنده صرف، به مربی، اسوه و تسهیل‌کننده یادگیری و نقش دانش‌آموز از یادگیرنده منفعل به فراگیرنده فعال، تربیت‌جو و مشارکت‌پذیر و نقش محتوا از کتاب درسی به عنوان تنها رسانه آموزشی به برنامه محوری و بسته یادگیری (آموزشی) نام برد. بسته یادگیری شامل رسانه‌های متنوعی از جمله کتاب درسی دانش‌آموز، کتاب همراه دانش‌آموز/ هنرجو، کتاب راهنمای تدریس معلم/ هنرآموز، نرم‌افزارهای آموزشی، فیلم آموزشی و پوستر و ... می‌باشد که با هم در تحقق اهداف یادگیری نقش ایفا می‌کنند. کتاب راهنمای هنرآموز جهت ایفای نقش تسهیل‌گری، انتقال‌دهنده و مرجعیت هنرآموز در نظام آموزشی برای هر کتاب درسی طراحی و تدوین شده است. در این رسانه سعی شده روش تدریس کلی و جلسه به جلسه به همراه تجهیزات، ابزارها و مواد مصرفی مورد نیاز هر جلسه، نکات مربوط به ایمنی و بهداشت فردی و محیطی آورده شود. همچنین نمونه طرح درس، تبیین پیچیدگی‌های یادگیری هنرجویان، هدایت و مدیریت کارگاه و کلاس در هنرستان، راهنمایی و پاسخ

فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها، بیان شاخص‌های اصلی جهت ارزشیابی شایستگی و ارائه بازخورد، اشاره به اشتباهات و مشکلات رایج در یادگیری هنرجویان و روش سنجش و نمره‌دهی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت و ارگونومی، منابع مطالعاتی، نکات مهم در فرایند اجرا و آموزش در محیط یادگیری، بودجه‌بندی زمانی و صلاحیت‌های حرفه‌ای و تخصصی هنرآموزان و دیگر موارد آورده شده است.

امید است شما هنرآموزان گرامی با دقت و سعه صدر در راستای تحقق اهداف بسته آموزشی که با کوشش و تلاش مؤلفین گرانقدر تدوین و تألیف شده موفق باشید.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

فصل اول

استخراج آهن و فولادسازی

جلسه اول

مقدمه چینی برای شناساندن و درک بهتر مطالب به شکلی عمیق‌تر در ذهن شنونده است. برای این کار پیشنهاد می‌شود ابتدا ذهن هنرجویان را برای رسیدن به هدف، درگیر و آماده پذیرش کنیم. بدین ترتیب که از یک نفر پرسیده شود با توجه به آموزه‌های سال‌های قبل آیا چیزی از مواد صنعتی می‌داند؟ جواب هرچه که باشد آن را تکمیل کرده و تعریف قابل فهم مواد صنعتی در کلاس بیان شود. آنگاه از هنرجوی دیگر پرسیده شود که حالت‌های مختلف ماده را با توجه به آنچه در سال‌های گذشته فرا گرفته‌اند بیان کنند. پس از آن پاسخ پرسش را تکمیل نمایید و در صورت نیاز توضیحات تکمیلی ارائه و نتیجه‌گیری کنید، سپس هنرجویان را به سه گروه تقسیم نموده و از هر گروه خواسته شود چند مثال در مورد مایعات جامدات و گازها همراه با مختصری از کاربردهای آنها در زندگی روزمره بنویسند و در کلاس بحث گروهی و تعاملی انجام دهند. بحث‌های هنرجویان را تکمیل کنید. سپس جدول شماره ۱ تشریح گردیده و مختصری از کاربرد هر عنصر در زندگی روزمره بیان کنید.

ممکن است هنرجویان انواع مختلفی از مواد شامل «معدنی، آلی، کامپوزیت و ...» را شنیده باشند ولی در مورد مفهوم و کاربرد آنها کمتر مطالعه کرده باشند. بهتر است جدول کتاب درسی با توضیح مختصری به آنها گفته شود، سپس آنها را به سه گروه تقسیم نموده و از هر گروه خواسته شود در مورد یکی از مواد معدنی، آلی، کامپوزیت، بحث تعاملی داشته و به‌طور مثال جدول زیر را پر نمایند.

مواد	معدنی	آلی	کامپوزیت
انواع			
کاربرد			

به هنرجویان پیشنهاد شود، انواع مواد را غیر از آنهایی که در کتاب آمده با توجه به کاربردهای صنعتی و نوع ماده اولیه آنها که در طبیعت وجود داشته و در زندگی روزمره کاربرد دارند را یادداشت کرده و به‌صورت گروهی در کلاس مورد بحث و گفت‌وگو قرار دهند. پس از تکمیل بحث و نتیجه‌گیری، جدول تقسیم‌بندی مواد که در کتاب درسی آمده در کلاس توضیح داده شود.

فعالیت‌های کلاسی و بحث‌های گروهی حتماً ارزشیابی شوند.

نکته



سنگ‌های معدن آهن

هدف اصلی ارائه این قسمت، فولادسازی است. بنابراین توصیه می‌شود، طی پرسشی علل انتخاب این قسمت و ضرورت فراگیری آن در صنعت، با توجه به موقعیت کشور و نیاز به این صنعت استراتژیک که مادر صنایع نام گرفته است در کلاس مورد بحث گروهی و گفت‌وگو قرار گیرد و بحث تکمیلی در کلاس انجام شود. بعد به‌طور خلاصه فرایند استخراج فلز آهن و نحوه تبدیل آن به انواع آلیاژهای پایه آهنی (چدن‌ها و فولادها) شرح داده شود. و در مورد سنگ‌های معدن آهن و شرایط انتخاب آنها جهت استخراج بحث گروهی بیشتری انجام گیرد. در ادامه انواع سنگ‌های معدن آهن مورد استفاده و شرایط آنها (جدول ۲ کتاب درسی) طی بحث گروهی در کلاس به‌صورت تعاملی شرح داده شود.

مراحل استخراج سنگ معدن و تغلیظ آن

میزان آهن خام تولید شده به درصد خلوص بالای سنگ معدن تغلیظ شده بستگی دارد. بنابراین توصیه می‌گردد که علل و نحوه تغلیظ (تهیه کنسانتره سنگ معدن) به‌صورت ساده بیان شود و اهمیت مراحل آن ذکر شود.

در صورت امکان انواع کانه آرایبی در کلاس با آوردن نمونه‌های یک نوع کانه با دانه‌بندی مختلف نمایش داده شود و اهمیت تغلیظ آن در کلاس توضیح داده شود. سپس شکل ۱ کتاب درسی و مکانیزم انجام آن با مثالی ساده (نمونه عملکرد کف صابون و تأثیر آن در جداسازی ناخالصی‌های ناخواسته) شرح داده شود. به همین ترتیب می‌توان به هنرجویان توصیه کرد که آیا غیر از روشی که گفته شد، روش‌های دیگری را می‌شناسند که بتوانند تغلیظ را برای جداکردن ناخالصی‌ها بهتر انجام دهند؟ در این صورت بحث گروهی و تعاملی بین هنرجویان صورت می‌گیرد و به این روش می‌توان انواع روش‌های تغلیظ سنگ‌های معادن آهن را تشریح و نتیجه‌گیری کرد.

نکته



بهترین روش برای یادگیری و افزایش کنجکاوی، تشویق هنرجویان به تعامل بیشتر آنها در کلاس است. برای این انجام کار باید نکات را از ساده به مشکل و به‌طور واضح و کاربردی تر تشریح نمود.

آگلومراسیون (Agglomeration)

پیشنهاد می‌شود قبل از پرداختن به مبحث آگلومراسیون، به اهمیت به هم پیوستن ذرات پودر پس از تغلیظ و نیز افزایش تخلخل تکه‌های یکپارچه شده (بریکت، گندله، گرانول ...) جهت کاهش زمان ذوب پرداخته شود. سپس مراحل انجام آن مورد بحث قرار گیرد.

به عنوان مثال به سنگ پا و یا سنگ‌های آتشفشانی که تخلخل بالایی دارند می‌توان اشاره کرد که کدام یک زودتر داغ شده و ذوب می‌شوند. سپس آن را با سنگ معمولی بدون تخلخل مقایسه کرد که کدام یک در زمان کمتری حرارت بیشتری را جذب می‌کنند. این مثال‌ها هنرجویان را کنجکاو می‌کند که مطلب مربوط به آگلومراسیون را بهتر و زودتر درک کنند. سپس از هنرجویان بپرسید که آیا نمونه‌هایی در این زمینه به یاد دارند که در زندگی روزمره اتفاق افتاده است؟ پس از گرفتن نظرات هنرجویان، آن را با توضیحات بیشتر تکمیل نمایید.

سپس هر یک از روش‌های آگلومراسیون را تشریح کرده و فرآیند انجام هر روش در تولید آگلومره به بحث گذاشته شود.

پس از بحث گروهی و تعامل هنرجویان، بحث‌های تکمیلی انجام و نتیجه‌گیری شود.

نکته



در بحث آگلومراسیون، واکنش‌های گرماگیر (Endothermic) و گرمازا (Exothermic) که در کتاب درسی آمده، در ذوب و به خصوص آگلومراسیون و فولادسازی از اهمیت بالایی برخوردار است. توصیه می‌شود با توجه به مبحثی که در شیمی به عنوان واکنش‌های گرمازا و گرماگیر از آنها یاد شده و یادآوری مطالب و مثال‌های مربوطه، فرمول‌های تجزیه سنگ آهک (CaCO_3) و افزودن آن به مواد آگلومره و فرق آن با افزایش آهک (CaO) در به وجود آوردن تخلخل در مواد آگلومره و افزایش سرعت ذوب را بیان کنید.

ارزشیابی پایانی جلسه اول

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل فرم توسط هنرجویان، نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجویان ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه اول

خبر	بلی	مؤلفه‌های خود ارزیابی
		مراحل استخراج آهن را می‌دانم.
		آگلومراسیون، مراحل و هدف آن را برای تغلیظ آهن می‌دانم.
		انتخاب مواد مورد استفاده جهت آگلومراسیون و به عمل آوردن را می‌دانم.
		سنگ‌های معدن آهن را می‌شناسم.
		علل جایگزینی آهک و سنگ آهک را به جای یکدیگر می‌دانم.

		ارزشیابی توسط هنرآموز
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۴	مراحل استخراج آهن را می‌داند.
	۳	آگلومراسیون، مراحل و هدف آن را برای تغلیظ آهن می‌داند.
	۴	انتخاب مواد مورد استفاده جهت آگلومراسیون و به عمل آوردن را می‌داند.
	۳	سنگ‌های معدن آهن را می‌شناسد.
	۴	علل جایگزینی آهک و سنگ آهک را به جای یکدیگر می‌داند.
	۲	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

جلسه دوم

تولید آهن خام از سنگ معدن تغلیظ شده آهن

برای افزایش بازده یادگیری هنرجویان توصیه می‌شود ابتدا فرق بین آهن خام و فولاد صنعتی و اهمیت آن گفته شود. برای این کار ابتدا از هنرجویان پرسیده شود آهن خام چیست؟ این بحث می‌تواند با تعامل هنرجویان با یکدیگر و یا تعامل آنها با هنرآموز انجام شود. پس از بحث و گفت‌وگو و تعامل هنرجویان و نتیجه‌گیری، توضیحات تکمیلی توسط هنرآموز ارائه شود. سپس طی سؤالی از هنرجویان پرسیده شود که آیا در مورد فرایند تولید آهن خام اطلاعاتی دارند؟ در صورت نیاز فرایند تولید، به بحث گروهی یا کلاسی گذاشته شود. پس از انجام بحث و تعامل هنرجویان با یکدیگر، نتیجه تعامل اعلام و در صورت نیاز بحث‌های تکمیلی و مشروح توسط هنرآموز انجام گیرد.

آهن خام به دو روش احیاء غیرمستقیم و احیاء مستقیم تولید می‌شود. توصیه می‌شود برای تفهیم بهتر احیاء مستقیم و غیرمستقیم، با طرح سؤالاتی هنرجویان به بحث و تعامل گروهی ترغیب شوند و در صورت نیاز از توضیحات و بحث‌های مربوط به اکسیداسیون (اکسایش) و احیاء (کاهش) در درس شیمی کمک گرفته شود. پس از تعامل و بحث گروهی، در صورت نیاز مطالب تکمیلی برای تفهیم بهتر مطالب توسط هنرآموز ارائه گردد.

تولید آهن خام به روش احیاء غیرمستقیم: تولید آهن خام به روش احیاء غیرمستقیم به کمک کوره بلند انجام می‌شود. پیشنهاد می‌شود قبل از شروع بحث تولید، ابتدا احیاء غیرمستقیم آهن از سنگ معدن بیان شود. برای این کار بهتر است چند پرسش از احیاء غیرمستقیم انجام شود. پس از بحث کلاسی، تعامل گروهی و نتیجه‌گیری در صورت نیاز توضیحات تکمیلی ارائه گردد.

سپس بحث کوره بلند و راه‌اندازی آن انجام شود. در این مورد چند مثال مطرح شود: کوره چیست؟ چرا کوره احیاء غیرمستقیم آهن برای تولید آهن خام به کوره بلند معروف است؟ فرایند تولید آهن خام توسط این کوره چیست؟ این سؤالات را برای کل هنرجویان مطرح کرده و از هنرجویان خواسته شود با توجه به سؤالات جدول زیر را پر کنند.

سؤال	پاسخ
کوره را تعریف کنید؟	
چرا در روش احیاء غیرمستقیم آهن از کوره بلند استفاده می‌کنند؟	
اجزای مختلف کوره بلند را نام ببرید؟	
سوخت کوره بلند چیست؟	

پس از طرح سؤال و پایان یافتن فرصت پاسخ از یک یا دو نفر که فعالیت بیشتری در پاسخ به سؤالات داشتند خواسته شود که جواب‌های خود را بخوانند، پس از خواندن جواب هر سؤال به ترتیب پاسخ تکمیلی و توضیحات لازم ارائه شده و نتیجه‌گیری شود. بهتر است در حین پاسخ دادن به سؤالات و توضیحات تکمیلی، ماکت یا شکل کوره بلند در معرض دید هنرجویان (از داخل کتاب یا پوستر نصب شده روی دیوار کلاس و ...) باشد.

پس از شناخت کوره و اجزای مختلف آن، پرسش بعدی مطرح می‌شود که آیا در مورد راه‌اندازی و فرایند تولید آهن خام توسط کوره بلند آشنایی دارند؟ در این صورت نیز مطابق سلیقه خود جدولی تهیه کرده و با استفاده از پاسخ پرسش‌ها، تعامل هنرجویان، نتیجه‌گیری و در صورت نیاز با پاسخ تکمیلی و توضیحات لازم درس مربوط به راه‌اندازی، شارژ کوره، مناطق فعل و انفعال، ذوب و بارگیری به هنرجویان تفهیم شود.

ماده اصلی تولید حرارت در کوره‌های تولید آهن خام عموماً سوخت‌ها هستند. مسلماً تدریس این قسمت نیز اهمیت به سزایی دارد. پیشنهاد می‌گردد ابتدا از هنرجویان بخواهیم اطلاعات خود را درباره انواع انرژی و نحوه تولید آن مطرح کنند. در این صورت انواع انرژی‌ها شامل فسیلی، الکتریکی و هسته‌ای مطرح می‌گردد که با گفت‌وگو و تعامل هنرجویان می‌توان اطلاعات لازم را برای آنها به‌وسیله توضیحات تکمیلی مطرح نمود.

می‌دانیم که پیش گرم کردن سوخت و هوا نیز اگر استاندارد باشد، می‌تواند تا حد زیادی راندمان سوخت و در نتیجه ذوب را افزایش دهد. پس از تفهیم این مطلب با مثال‌های ساده نظیر: فرق آتش‌گیری چوب خشک و تر و یا استارت زدن و عدم احتراق سوخت کامیون‌ها در هوای سرد زمستان بدون استفاده از پیش‌گرم توسط گرم‌کن‌های الکتریکی اهمیت پیش‌گرم کردن را به هنرجویان تفهیم کرده و سپس دستگاه‌ها و اتاقک‌های پیش‌گرم را تشریح نمود.

تولید آهن خام به روش احیای مستقیم (Direct Reduction Iron):

پیشنهاد می‌شود قبل از بحث تولید آهن خام، احیاء مستقیم مورد پرسش قرار گرفته و اطمینان حاصل شود که کلمه احیای مستقیم در ذهن هنرجویان جا افتاده و در صورت عدم اطمینان از فراگیری کامل، توضیحات تکمیلی ارائه شود. سپس هدف از احیای مستقیم و فرق آن با احیای غیرمستقیم از نظر بازده تولیدی و اقتصادی مورد بحث و بررسی قرار گیرد. یکی از مواردی که می‌توان به اقتصادی بودن روش احیای مستقیم نسبت به روش احیای غیرمستقیم اشاره کرد این است که در روش احیای مستقیم عمل ذوب انجام نمی‌شود بنابراین انرژی و حرارت کمتری صرف شده و در نتیجه اقتصادی‌تر می‌شود و حداکثر حرارت لازم در این روش به 300°C می‌رسد.

در حالی که در روش احیای غیرمستقیم که در آن عملیات ذوب نیز انجام می‌شود، درجه حرارت به حدود 160°C می‌رسد. در ضمن افزایش سرعت تولید به دلیل تخلخل و اسفنجی بودن آهن خام نیز این روش را اقتصادی‌تر کرده است. برای درک بیشتر اقتصادی بودن این روش می‌توان فرق این دو روش را به بحث کلاسی گذاشت و پس از بحث، تعامل و نتیجه‌گیری لازم در صورتی که نیاز باشد توضیحات تکمیلی ارائه گردد. در حد امکان پیشنهاد می‌شود روش‌های مختلف احیای مستقیم نیز به بحث و تعامل گذاشته شود و سپس نتیجه‌گیری لازم حاصل و تشریح گردد.

در تمام موارد در حین تعامل هنجرویابان با یکدیگر می‌توان یکایک هنجرویابان را ارزشیابی کرد.

نکته



چون در کشورهای مختلف به خصوص در ایران روش میدرکس (Midrex) در تولید آهن خام بیشتر مورد توجه است پیشنهاد می‌شود که در مورد تولید و فرایند آن بیشتر توضیح داده شود.

برای اینکه بتوان از روش میدرکس آهن اسفنجی (آهن خام) تولید کرد، توصیه می‌شود ابتدا فرایند گندله‌سازی در کلاس بحث شود تا پس از ساخت گندله و پخت، برای تولید آهن خام اسفنجی توسط روش میدرکس آماده شود.

پس از بحث و گفت‌وگوی تعاملی، در صورت نیاز توضیحات لازم در کلاس ارائه شود. سپس در مورد علل انتخاب روش میدرکس برای تولید آهن اسفنجی (آهن خام) پرسش‌هایی مطرح شود و پس از دریافت پاسخ در صورت نیاز توضیحات تکمیلی شده و نتیجه‌گیری شود.

ذکر مزایا و معایب استفاده از روش تولید آهن اسفنجی، به خصوص روش میدرکس به دلایل اقتصادی، زیست‌محیطی، عدم استفاده از فولادهای قراضه با توجه به موقعیت کشور بسیار حائز اهمیت است. بهتر است با طرح پرسش‌هایی در این زمینه نظر هنجرویابان را بیشتر جلب نموده و پس از دریافت پاسخ کتبی، در صورت نیاز توضیحات تکمیلی لازم ارائه شده و نتیجه‌گیری شود. سپس علل استفاده از آهن خام به جای قراضه و دم قیچی به پرسش گذاشته شده و پاسخ‌های مربوطه دریافت شود. در صورت نیاز توضیحات تکمیلی داده شده و نتیجه‌گیری شود. همچنین نکات قابل توجه در نتیجه‌گیری نیز گوشزد شود.

ارزشیابی پایانی جلسه دوم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر کرده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل فرم توسط هنرجویان نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجو ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه دوم

خیر	بلی	مؤلفه‌های خود ارزیابی
		فرق بین آهن خام و فولاد را می‌دانم.
		روش‌های مختلف تولید آهن خام را می‌دانم.
		تولید آهن خام به روش احیای غیرمستقیم را تشریح می‌نمایم.
		کوره بلند و مناطق مختلف آن را تشریح می‌نمایم.
		فرایندهای کار با کوره بلند جهت تولید آهن خام را می‌دانم.
		فرایند تولید آهن خام با استفاده از کوره میدرکس را می‌دانم.
		مناطق مختلف کوره بلند در فعل و انفعالات را تشریح می‌نمایم.

		ارزشیابی توسط هنرآموز
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۳	فرق بین آهن خام و فولاد را می‌داند.
	۳	روش‌های مختلف تولید آهن خام را می‌داند.
	۳	تولید آهن خام به روش احیای غیرمستقیم را تشریح می‌نماید.
	۳	کوره بلند و مناطق مختلف آن را تشریح می‌نماید.
	۳	فرایندهای کار با کوره بلند جهت تولید آهن خام را می‌داند.
	۳	فرایند تولید آهن خام با استفاده از کوره میدرکس را می‌داند.
	۲	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

تولید فولاد صنعتی از آهن خام

در شروع کلاس بهتر است ابتدا با طرح چند سؤال در رابطه با چدن و فولاد، فرق بین آنها و نیز نحوه و کاربرد آنها در صنایع، ذهن هنرجویان آماده شود. در این رابطه سعی شود پرسش‌ها کلاسی باشد و همه هنرجویان نظرات خود را درباره پرسش‌ها یادداشت کنند. پس از بحث و تعامل گروهی برای دریافت نتیجه بهتر در صورت نیاز توضیحات تکمیلی داده شود و نتیجه‌گیری‌های لازم انجام شده و در صورت نیاز یادداشت گردد.

سپس پرسش‌هایی در مورد فرایند تصفیه آهن خام و چگونگی دستیابی به فولاد صنعتی مطلوب انجام شود. اجازه دهیم هر کدام از هنرجویان در مورد سؤالات فکر کرده و نتیجه را یادداشت کنند. بعد از آن به بحث گروهی و کلاسی پرداخته شود تا نتیجه‌گیری کلی حاصل شده و به یک جمع‌بندی مطلوب برسند. در صورتی که نیاز به تکمیل نتیجه بحث گروهی باشد توضیحات لازم داده شود. در ادامه جدول مربوط به انواع فولادها که در کتاب آمده برای کشورهای مختلف از پیشرفته صنعتی و در حال توسعه و جهان سوم و حدود مقدار تولید مورد انتظار به بحث گذاشته شده و هنرجویان به صورت گروهی و با تعامل یکدیگر نتیجه را یادداشت کرده و جدول مربوطه را پر نمایند.

ادامه بحث می‌تواند راهکار خوبی برای تولید انواع فولادها و دسته‌بندی آنها و نیز شناسایی مواد شارژ، آلیاژسازها و همین‌طور شناخت و انتخاب کوره‌های مربوطه و نیز نوع انرژی مصرفی جهت ذوب و تصفیه داشته باشد. برای مثال انتخاب دیرگداز جدازه کوره برای مواد شارژ دارای فسفر، گوگرد و... نسبت به مواد شارژ فاقد این عناصر بایستی کاملاً متفاوت باشد. تا هم از نظر بازده تولید و هم هزینه اقتصادی مقرون به صرفه باشد. بنابراین برای شارژهای با ترکیبات مختلف، عموماً باد از کوره مخصوص با راندمان حرارتی و نوع دیرگداز متفاوت جهت تولید فولاد صنعتی استفاده شود. به عبارت دیگر هنرجو باید بداند چرا برای انواع متفاوت شارژ، کوره‌های متفاوتی جهت تهیه فولاد صنعتی استفاده می‌شود. پس از بحث و تعامل هنرجویان در زمینه انتخاب کوره‌های مختلف برای شارژهای متفاوت و بحث و نتیجه‌گیری، در صورت نیاز توضیحات تکمیلی توسط هنرآموز ارائه شود. ذکر این نکته مهم است که فرق بین شارژ و مواد افزودنی و تلقیحی و نیز مواد سیاله به هنرجو تفهیم گردد. برای این کار انواع مواد لازم برای تولید فولاد صنعتی از آهن خام نام برده شود و از هنرجویان خواسته شود مشخص کنند که کدام یک مربوط به مواد شارژ (شمش، برگشتی، دورریز، قراضه و آلیاژساز یاهاردنر و ...) و کدام یک مربوط به مواد افزودنی (گاززدا، گدازآور، گوگرد و فسفرزدا، مواد تلقیحی،

جوانه‌زا و ریزکننده و...) هستند پس از بحث، تعامل و نتیجه‌گیری از آنها خواسته شود نتیجه را در جدولی ثبت کرده و تحویل دهند. سپس در صورت نیاز توضیحات تکمیلی ارائه گردد.

نکته



کلیه مواد شارژ و افزودنی و روش ارائه آن گفته شد به طوری که در تمام موارد ذوب، تصفیه، آلیاژسازی و متالورژی کاربرد داشته و بحث و چگونگی تفهیم آن در فرایندهای مختلف تولید، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

روش‌های مختلف تصفیه آهن خام و تولید فولاد صنعتی با توجه به ترکیب شارژ

همان‌طور که گفتیم هدف از تولید فولاد صنعتی از آهن خام در واقع دستیابی به آنالیز مشخص از فولاد با خروج عناصر ناخواسته و یا وارد کردن عناصر لازم به فولاد است. با توجه به این هدف در ابتدا می‌توان سؤالاتی مطرح کرد مبنی بر اینکه عموماً در متالورژی چگونه می‌توان بدون تأثیر منفی هنگام ذوب عناصر را از مذاب خارج و یا وارد کرد یا عملیاتی انجام داد که اثر منفی روی ورود یا خروج عناصر اصلی موجود در مذاب نداشته باشد؟ بدین ترتیب پس از بحث و گفت‌وگو و تعامل گروهی در کلاس می‌توان به نتیجه مطلوب رسید و جدولی تشکیل داد که در آن عناصر مضر و مفید تأثیرگذار و نیز عناصر بی‌اثر در حین عملیات و فرایند تولید نام برده شود. در نتیجه جدول کامل شده و در صورت وجود اشکال توضیحات بیشتر توسط هنرآموز ارائه گردد.

سپس تمام عواملی که در حین ذوب و تصفیه می‌توانند تأثیر گذار باشند مورد بحث و تعامل کلاسی قرار گرفته و راهکار لازم به وسیله توضیحات تکمیلی ارائه شود.

روش توماسی (Thomas) در تولید فولاد از آهن خام

در ابتدا سؤالاتی مطرح شود و در آن علل استفاده از نوع کنورتر توماس و دیرگدازهای مورد استفاده در جداره داخلی کنورتر مطرح شود. در ضمن طرح این پرسش که جداره داخلی دیرگداز کنورتر چگونه می‌تواند از خروج مواد مفید داخل مذاب جلوگیری و خروج مواد مضر از مذاب کمک کند؟ سپس در مورد اینکه چرا هوای دمشی، اکسیژن خالص است؟ بحث و گفت‌وگوی کلاسی به عمل آید و نتیجه‌گیری شود. در صورت نیاز برای تکمیل نتایج حاصل از گفت‌وگوی تعاملی در کلاس و نتیجه‌گیری بهتر توضیحات تکمیلی داده شود. در ادامه بحث درباره فرایند انتخاب نوع دیرگداز کنورتر (اسیدی، بازی و...) و

انتخاب ترکیب آن با توجه به نوع شارژ و مواد افزودنی و نیز فرایند راه‌اندازی کنورتور و ذوب و تصفیه مواد ذوبی سؤال شود و از هنرجویان خواسته شود که هر کدام جداگانه به پرسش‌ها پاسخ دهند و نتیجه آن را به بحث بگذارند. در صورت نیاز، توضیحات تکمیلی توسط هنرآموز ارائه شود.

توصیه می‌شود که پس از انجام فرایند ذوب چند سؤال به شرح زیر در مورد تصفیه مذاب که اصلی‌ترین فرایند تولید فولاد صنعتی است مطرح شود:

- علت استفاده از اکسیژن خالص برای تصفیه و تولید فولاد صنعتی چیست؟
- سرباره‌گیری و آخال‌زدایی چگونه انجام می‌شود؟
- برای اکسیژن‌زدایی و گوگردزدایی و فسفرزدایی از چه مواد و فرایندهایی می‌توان استفاده کرد؟
- دیرگداز جداره کنورتور چگونه می‌تواند ناخالصی‌های مضر درون مذاب را کنترل کند؟

پس از بحث، گفت‌وگو و تعامل بین هنرجویان نتیجه نهایی در جدولی شامل پرسش‌های فوق و پاسخ‌های مربوطه یادداشت شده و در صورت نیاز، توضیحات تکمیلی ارائه شود.

باید توجه داشت که ارزشیابی و نیز استعدادیابی در حین پرسش و پاسخ و نتیجه‌گیری و جدیت در انجام فرایند می‌تواند کارگشا باشد و به ارزشیابی پایان دوره کمک کند. با پرسش و پاسخ و درگیر شدن در فرایند صحیح آن کلاس را درگیر کرده و نتیجه مطلوب و نهایی حاصل می‌شود.

نکته



ارزشیابی پایانی جلسه سوم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل کاربرگ توسط هنرجویان نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجو ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه سوم

مؤلفه‌های خودارزیابی	بلی	خیر
فرق فولاد صنعتی و آهن خام را می‌دانم.		
تولید فولاد به روش توماس را شرح می‌دهم.		
علل استفاده از اکسیژن خالص برای تولید فولاد صنعتی را می‌دانم.		
مواد افزودنی، تلقیحی و شارژ کنورتور توماس را می‌شناسم.		
نحوه سرباره‌گیری و آخال‌زدایی را در کوره توماس می‌دانم.		
نحوه گاززدایی، اکسیژن‌زدایی، فسفرزدایی و گوگردزدایی را می‌دانم.		

ارزشیابی توسط هنرآموز

مؤلفه‌های ارزشیابی	بارم	نمره دریافتی
فرق فولاد صنعتی و آهن خام را می‌داند.	۳	
تولید فولاد به روش توماس را تشریح می‌کند.	۳	
علل استفاده از اکسیژن خالص برای تولید فولاد صنعتی را می‌داند.	۳	
مواد افزودنی، تلقیحی و شارژ کنورتور توماس را می‌شناسد.	۳	
نحوه سرباره‌گیری و آخال‌زدایی را در کوره توماس می‌داند.	۳	
نحوه گاززدایی، اکسیژن‌زدایی، فسفرزدایی و گوگردزدایی را می‌داند.	۳	
صحت نمره خودارزیابی هنرجو	۲	
جمع	۲۰	

جلسه چهارم

تولید فولاد صنعتی از آهن خام به روش زیمنس - مارتین (SM) —

در ابتدا بهتر است در مورد علل انتخاب کوره زیمنس - مارتین نسبت به کنورتر توماس - بسمر پرسش شود و علت یا علل این انتخاب به بحث گذاشته شده و از هنرجویان خواسته شود نظرات خود را یادداشت کنند. پس از بحث و تعامل بین هنرجویان، در صورت نیاز توضیحات تکمیلی داده شود و نتیجه نهایی یادداشت و ثبت گردد. سپس با توجه به علل انتخاب کوره زیمنس - مارتین در مقابل کنورتر بسمر - توماس، مزایا و معایب این روش توسط هنرجویان یادداشت و به بحث و تعامل گذاشته شود و نتیجه گیری مقدماتی بررسی شده و در صورت نیاز، توضیحات لازم داده شده و یادداشت گردد.

در ادامه مشخصات کوره زیمنس - مارتین، محفظه درونی و مزایا و معایب روباز بودن آن مورد پرسش و پاسخ قرار گرفته و در مورد پاسخ‌ها بحث و بررسی شود. در صورت لزوم پاسخ‌های تکمیلی ارائه شود و نتیجه کلی یادداشت گردد. سقف بیضی شکل داخل کوره به علت افزایش راندمان حرارتی از طریق تشعشع است، این مورد حتماً تذکر داده شده و در مورد آن بحث شود. ضمناً بهتر است پرسش‌هایی در مورد پیش گرم کردن مواد اولیه مورد مصرف و هوای ورودی به داخل کوره مورد بحث و بررسی قرار گرفته و توضیحات لازم داده شود. برای این کار پرسش‌هایی به صورت زیر مطرح گردد:

- چرا آجر چینی دیرگدازهای سقف کوره را بیضی شکل می‌سازند؟
- چرا مواد ذوبی (شارژ) ورودی به داخل کوره ذوب، باید پیش گرم شود؟
- چرا هوای ورودی به داخل کوره باید پیش گرم شود؟
- مکانیزم داخلی ساختمان محفظه پیش گرم (رژنراتور) چگونه است؟ چرا؟
- تفاوت شارژ این کوره با کنورتر چیست؟

این پرسش‌ها طی جدولی در اختیار هنرجویان قرار گرفته و از آنها خواسته شود پاسخ پرسش‌ها را در مقابل هر سؤال بدهند و سپس طی بحث و تعامل گروهی نتیجه کلی ارزیابی شده و در صورت نیاز توضیحات تکمیلی ارائه شود.

تولید فولاد صنعتی از آهن خام به روش L-D —

از مشخصات اصلی کنورترها استفاده از اکسیژن خالص، شبیه کنورتر بسمر است. در ضمن دهانه کنورتر نسبت به شکم کنورتر تنگ‌تر (شبیه گلابی) است. توصیه می‌گردد پرسش‌هایی مبنی بر اینکه از اکسیژن خالص در تولید حرارت

به همراه سوخت مطرح شود و سپس سؤالات در کلاس به بحث گذاشته شود. پس از بحث، تعامل و نتیجه‌گیری، در صورت نیاز توضیحات لازم برای تکمیل پاسخ داده شود. در ادامه علت اینکه علیرغم اطلاع از افزایش قیمت تمام شده در حالت استفاده از دمش اکسیژن خالص نسبت به هوای معمولی، از اکسیژن خالص استفاده می‌شود، پس از پرسش به بحث گذاشته شده و سپس نتیجه‌گیری شود. ضمناً شباهت کنورتور (LD) با کنورتور بسمر از نظر استفاده از اکسیژن خالص در تصفیه شارژ و تولید، بیان شده و نتیجه لازم گرفته شود. ضرورت دارد پرسشی مطرح شود مبنی بر اینکه فرایند تولید فولاد صنعتی با استفاده از کنورتور چگونه است؟ همچنین افزایش سرعت سرد کردن مذاب پس از تصفیه، چگونه انجام می‌شود و در این راستا همزمان چه نوع عملیات تصفیه انجام می‌گیرد. در این مورد نیز بحث و نتیجه‌گیری شود.

تولید فولاد صنعتی از آهن خام با استفاده از کوره قوسی

توصیه می‌شود ابتدا از مشخصات کوره اعم از مکانیزم کاری، نوع و مصرف انرژی، شرایط اقتصادی استفاده از آن، در کلاس سؤالاتی مطرح شود. پس از بحث و گفت‌وگوی تعاملی به نتیجه مطلوب برسید به طوری که این کوره‌ها در هر شرایطی قابل استفاده، کاربردی و اقتصادی نیستند. مثلاً زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند که تولید فولاد سوپر آلیاژ مورد نظر قرار گیرد تا کاربرد آنها برای تولید صنعتی توجیه‌پذیر باشد. پس از پرسش و پاسخ این سؤالات و نتیجه‌گیری، در صورت نیاز توضیحات تکمیلی ارائه شود.

سپس انواع کوره‌های قوسی توضیح داده شده و سؤالاتی مطرح شود و پس از بحث و گفت‌وگوی گروهی در کلاس، اطمینان حاصل شود که تفهیم به درستی انجام شده است. مثلاً مکانیزم کاری کوره‌های مستقیم و غیرمستقیم در پرسش‌ها در نظر گرفته شود تا مشخص گردد هر کدام از روش‌ها به درستی انتخاب گردیده و مورد استفاده قرار گرفته است. مثلاً در شرایط کنونی کشور از نظر محدودیت اقتصادی و واردات آیا کوره‌های قوسی می‌توانند برای تولید انتخاب شوند یا باید دنبال روش‌های دیگری برای تولید باشیم؟ در همین حال شاید بحث‌هایی به میان آید که شرایط حاضر بهترین موقعیت برای تولید الکترودهای مصرفی در این کوره‌ها است و توضیح در مورد انواع فولادهای مصرفی و سوپر آلیاژها که تنها با این روش تولید می‌شود، ضروری است.

ارزشیابی پایانی جلسه چهارم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل کاربرگ توسط هنرجویان نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجو ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه چهارم

خیر	بلی	مؤلفه‌های خودارزیابی
		فرایند تولید فولاد صنعتی از آهن خام به روش زیمنس - مارتین را می‌دانم.
		علل تغییر در نحوه چیدمان آجرچینی سقف و دیواره و کف کوره را می‌دانم.
		علل پیش گرم کردن شارژ قبل از ورود به کوره را می‌دانم.
		مکانیزم داخلی ساختمان کوره زیمنس - مارتین را می‌دانم.
		تولید فولاد به روش L-D و فرایند آن را می‌دانم.
		علل استفاده از اکسیژن خالص مورد دمش در کنورتور L-D را می‌دانم.
		علل استفاده از کوره قوسی جهت تولید فولاد صنعتی را می‌دانم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۳	فرایند تولید فولاد صنعتی از آهن خام به روش زیمنس - مارتین را می‌داند.
	۳	علل تغییر در نحوه چیدمان آجرچینی سقف و دیواره و کف کوره را می‌داند.
	۳	علل پیش گرم کردن شارژ قبل از ورود به کوره را می‌داند.
	۳	مکانیزم داخلی ساختمان کوره زیمنس - مارتین را می‌داند.
	۳	تولید فولاد به روش L-D و فرایند آن را توضیح می‌دهد.
	۳	علل استفاده از کوره قوسی جهت تولید فولاد صنعتی را می‌داند.
	۲	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

فصل دوم

انتخاب مواد در متالورژی

مقدمه

قبل از ورود به تدریس این قسمت ابتدا توضیحاتی در خصوص لزوم حرارت در متالورژی و فواید و مضرات انتقال حرارت در متالورژی به صورت بسیار ساده و قابل فهم و با استفاده از تصویر و فیلم برای هنرجویان بیان شود. در خلال نمایش تصاویر و فیلم پیشنهاد می‌شود با مطرح کردن سؤالاتی از طرف هنرآموز توجه آنها را جلب کرده و همچنین با توضیحات کاربردی و ملموس به تحریک تفکر آنها کمک کنید برای بهتر نتیجه گرفتن موضوع از هم‌فکری و گفت‌وگوی گروهی استقبال کنید و سعی کنید از همه هنرجویان در بحث استفاده شود تا سبب توجه بیشتر هنرجویان به مطلب گردد. در نهایت پس از پایان فیلم و یا تصاویر در خصوص لزوم حرارت و انتقال آن در متالورژی توضیحات را کامل کرده و به سؤالات مطرح شده توسط خود و هنرجویان پاسخ دقیق داده و نتیجه‌گیری کلی را بیان کنید.

انتقال حرارت

پیشنهاد می‌گردد برای تدریس این مبحث ابتدا توضیح ساده و کوتاهی راجع به انتقال حرارت برای هنرجویان داشته باشید و مثال‌های بسیار ساده که موضوع انتقال را روشن کند بیان کنید. برای مثال می‌توانید از خود هنرجویان به عنوان اتم و با حرکت دادن آنها به عنوان تئوری انتقال استفاده کرد. در خلال توضیحات می‌توان مطالب قابل بحث را به صورت سؤال از تک تک هنرجویان و یا به صورت عمومی که حتی تمامی هنر جویان را به درگیر شدن در بحث وادار کند. و برای ورود به بحث محاسباتی انتقال حرارت و قوانین مربوط به آن می‌توانید از لحاظ اقتصادی انتقال حرارت را بیان کنید و میزان حرارت و کاهش راندمان حرارتی در تولید قطعات را برای کنجکاوای هنرجویان استفاده کنید.

انواع انتقال حرارت

در این قسمت با استفاده از تصاویر و فیلم شروع به توضیح انواع انتقال حرارت کرده و همان‌طور که در مبحث قبل گفته شد استفاده از هنرجویان به عنوان اتم به درک بهتر انتقال حرارت کمک بسیاری خواهد کرد. در هر قسمت از تدریس مبحث انواع انتقال حرارت، پیشنهاد می‌گردد در ابتدا و اواسط توضیحات یک سؤال انگیزشی مطرح شود تا هنرجویان را به تفکر و اندیشه در موضوع انتقال حرارت وادار کند و پس از پایان بحث گروهی به بیان توضیح و

پاسخ صحیح بپردازد. پیشنهاد می‌گردد برای تدریس انواع انتقال حرارت مثال‌هایی از دستگاه‌ها و ماشین‌آلات ریخته‌گری که انتقال حرارت در آنها دخیل است بیان شود و همچنین این نکته ذکر شود که انتقال حرارت باعث افزایش یا کاهش راندمان کاری آن دستگاه‌ها خواهد شد. لزوم نمایش تصاویر، فیلم و مطرح کردن سؤالات مربوط به انتقال حرارت از اهمیت بسیاری برخوردار است و باعث افزایش توجه و گیرایی هنرجویان خواهد شد.

محاسبات انتقال حرارت از طریق هدایت

برای تدریس این قسمت پیشنهاد می‌گردد از قبل فرمول‌ها را در کاغذ A1 نقشه‌کشی چاپ کرده و در کلاس استفاده شود این کار باعث خوانا بودن فاکتورهای فرمول شده و همچنین از اتلاف وقت برای نوشتن فرمول بر روی تخته کلاس جلوگیری می‌کند. البته در صورت وجود ویدئو پروژکتور در کلاس فایل مربوط به کتاب و فصل مربوطه را آورده و بر روی صفحه نمایش به تصویر کشیده و توضیح لازم را ارائه دهید. در مطالب قبل گفته شد که می‌توان از هنرجویان به عنوان اتم استفاده کرد و در تفهیم فاکتورهای فرمول از آنها استفاده کرد.

برای مثال فاکتور زمان s به او بگویید که در یک زمان خاص (برای مثال دو ثانیه) کسانی از کلاس خارج شوند آیا کسی می‌تواند خارج شود و در صورت افزایش زمان احتمال خروج از کلاس بیشتر می‌شود.

فاکتور فاصله d برای فاکتور فاصله از یکی از هنرجویان اول کلاس که به در کلاس نزدیک است و هنرجویی که در انتهای کلاس قرار دارد خواسته شود از در کلاس خارج شوند و مطمئناً هنرجوی اول کلاس سریع‌تر خارج شده و سپس نتیجه گرفته شود که هرچه فاصله کمتر باشد خروج هنرجو سریع‌تر انجام می‌گیرد و به همین ترتیب می‌توان برای تمامی فاکتورها مثال عملی به کار برد. پس از تفهیم فاکتورهای مؤثر بر انتقال حرارت فرمول انتقال حرارت از طریق هدایت نمایش داده و بر روی آن دوباره توضیح دهید.

واحدهای انتقال حرارت

در این قسمت هر فاکتور را جداگانه واحدگذاری کرده و توضیح کوتاه داده شود و برای واحد k یا ضریب هدایت حرارتی از هم‌فکری هنرجویان استفاده شود پیشنهاد می‌گردد که در تمامی قسمت‌های تدریس فعالیت هنرجویان بسیار حائز اهمیت بوده و به تفهیم درس کمک خواهد کرد به عنوان مثال طرح سؤال یا طرح تغییر در واحدها و به دست آوردن واحد بقیه فاکتورهای فرمول انتقال حرارت از طریق هدایت بسیار مناسب است و در انتهای این قسمت یک مثال آورده شده است و

با کمک هنرجویان آن تمرین را حل کرده و پیشنهاد می‌گردد که از هنرجویان خواسته شود که مجهول مثال ذکر شده را تغییر داده و به دلخواه فاکتور دیگری را مجهول نمایند و مسئله دوباره توسط هنرجویان و با کمک هنرآموز حل گردد. لازم به ذکر است که مثال بالا یک پیشنهاد بوده و از تمرین‌های داخل کتاب حتماً در کلاس حل گردد.

حل یکی از تمرین‌های کار در کلاس

اگر ضریب هدایت حرارتی یک جسم $80 \frac{\text{cal}}{\text{cm} \cdot ^\circ \text{C} \cdot \text{s}}$ باشد مقدار آن را برحسب $\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot ^\circ \text{C}}$ به دست آورید.

$$\frac{\text{cal}}{\text{cm} \cdot ^\circ \text{C} \cdot \text{s}} \rightarrow \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot ^\circ \text{C}} = \frac{\text{J}}{\text{m} \cdot ^\circ \text{C} \cdot \text{s}}$$

$$\frac{\text{cal}}{4/2} = \text{J}$$

$$\frac{\text{cm}}{100} = \text{m}$$

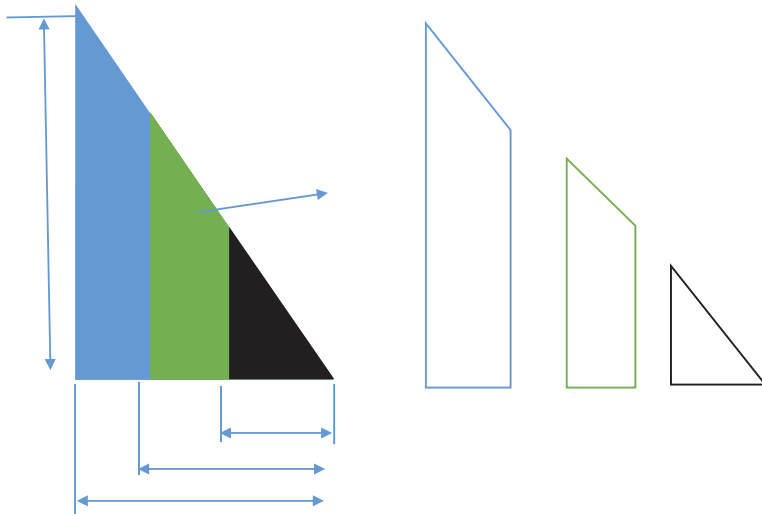
$$80 \times \frac{4/2}{1} = 33600 \frac{\text{J}}{\text{m} \cdot ^\circ \text{C} \cdot \text{s}}$$

شیب حرارتی

برای تدریس این قسمت کمک از چارت نمایشی و تصویر بسیار مهم بوده و در صورت وجود یک انیمیشن که حرارت را به صورت شماتیک در داخل آجر نمایش دهد بسیار مفید خواهد بود.

پیشنهاد می‌گردد که یک مثلث قائم‌الزاویه که قاعده آن ضخامت دیواره نسوز و ارتفاع آن تغییرات دمایی و وتر آن شیب دمایی باشد رسم کرده و با تغییر قاعده و ارتفاع که به ترتیب همان ضخامت و اختلاف دما می‌باشد تغییرات شیب دمایی را نشان دهید.

و از همین مثلث رابطه تانژانت یا فرمول شیب دمایی را استخراج کنید. در ادامه با عددگذاری در قاعده و ارتفاع مثلث می‌توان مقدار شیب را با توجه به میزان قاعده و ارتفاع تمرین کرد. اگر دو مثلث قائم‌الزاویه که نسبت به هم متشابه باشند را در نظر بگیرید می‌توانید مثال‌هایی برای درک بهتر درجه حرارت در نقاط مختلف داخل دیواره نسوز به دست آورد.



در خلال تدریس با استفاده از سؤال، هنرجویان را به گفت‌وگو و بحث گروهی وادار کرده و از میزان درک آنها نسبت به مطالب مطلع گردید و چنانچه لازم باشد از تمرین و مثال‌های ساده جهت درک بهتر و کامل‌تر شدن درک هنرجویان استفاده کنید.

نکته



یک تمرین را با جابه‌جا کردن معلوم و مجهول چندین بار استفاده کنید.

مفاهیم انتقال حرارت از طریق هدایت

در این قسمت ابتدا مفهوم شدت جریان حرارتی و شدت جریان حرارتی مخصوص را شرح و توضیح داده و همراه با تعامل هنرجویان مطلب را مورد بحث و گفت‌وگو قرار دهید سپس با هر کدام از مفاهیم یک تمرین ساده را محاسبه کرده و برای درک بهتر از هنرجویان جهت حل تمرین استفاده کنید اگر یک مسئله از ابتدا تا انتها با مشارکت هنرجویان حل گردد نتیجه بسیار مطلوب‌تری حاصل خواهد شد. موارد بالا برای مفاهیم هدایت حرارتی و مقاومت حرارتی تکرار گردد.

انتقال حرارت از سطوح چند لایه

در این بخش از تدریس کتاب، تصویری از یک جسم چند لایه کشیده شود یا به صورت تصویر چاپ شده یا فیلم نمایش داده شود و با توجه به میزان هدایت حرارتی هر لایه شیب حرارتی کند یا تند شود و به هنرجویان علت این امر و همچنین دلیل استفاده از هر لایه، برای مثال لایه‌های ورق فولادی ورق آلومینیوم یا ورق مس در کوره‌های زمینی را بیان گردد. فرمول مربوطه و حل یک مثال با توضیح به همراه تعامل با هنرجویان انجام گیرد.

برای به دست آوردن ضریب هدایت حرارتی معادل ابتدا مقدار مخرج کسر محاسبه شده، سپس عدد d را بر آن تقسیم کنید. به هنرجویان توضیح دهید که در انجام محاسبات دچار اشتباه نشوند.

نکته



انتقال حرارت از دیواره‌های استوانه‌ای تک لایه و چند لایه

طبق توضیحات قبل، ابتدای تدریس هر واحد درسی حتماً از تصاویر، فیلم و توضیحات جهت تفهیم استفاده شود، سپس فرمول محاسبه انتقال حرارت را نوشته و توضیح دهید در حین توضیح از هنرجویان استفاده کرده و با سؤالات آنها را با درس همراه کنید و پیشنهاد می‌گردد که پس از مطرح شدن سؤال از چند هنرجو خواسته شود که راجع به سؤال با هم به بحث و گفت‌وگو بپردازند و در نهایت همه هنرجویان نظرات خود را بیان کنند، سپس با حل یک تمرین سؤالات را جواب داده و در ادامه با تمرین‌های بیشتر و حل تمرین توسط هنرجویان مطلب را کاملاً به هنرجویان آموزش دهید.

نکته



در محاسبه ضریب هدایت حرارتی معادل ابتدا مخرج کسر محاسبه شده سپس عدد ۱ بر آن تقسیم می‌گردد.

انتقال از طریق جابه‌جایی

طبق روال قبل توضیحات کلی از مفاهیم اصلی انتقال حرارت به طریق جابه‌جایی را با استفاده از تصاویر، فیلم و چارت بیان کنید، سپس توضیح دهید این انتقال در چه دستگاه‌هایی و چه ماشین‌آلاتی مورد کاربرد قرار گرفته و آیا سبب افزایش یا کاهش راندمان دستگاه می‌گردد؟ در خلال توضیحات باید با سؤال انگیزشی هنرجویان را با درس همراه کرده و از نظرات آنها استفاده کرد و به صورت یک بحث گروهی اطلاعات هنرجویان رد و بدل گردد و موجب افزایش درک از مطلب گردد پس از اتمام بحث گروهی توضیحات تکمیلی و پاسخ درست به سؤال و نتیجه‌گیری نهایی توسط هنرآموز انجام گیرد.

به تشریح و توضیح فرمول محاسبه انتقال از طریق جابه‌جایی به صورت تصاویر، فیلم و یا چارت آموزشی پرداخته و یک مثال ساده حل گردد در ادامه با حل تمرین و تکرار آن با کمک هنرجویان نسبت به میزان یادگیری هنرجویان پی‌برده و در جهت افزایش آن می‌توانید از تمرین‌های بیشتر استفاده کنید.

انتقال حرارت از طریق تشعشع

می‌توانید از بحث انتقال حرارت از طریق جابه‌جایی برای این موضوع نیز استفاده کنید.

ارزشیابی پایانی جلسه پنجم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل کاربرگ توسط هنرجویان نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجویان ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه پنجم

خیر	بلی	مؤلفه‌های خودارزیابی
		انتقال حرارت را متوجه شدم.
		انواع انتقال حرارت را می‌دانم.
		فرمول انتقال حرارت از طریق هدایت برای سطوح مسطح را می‌دانم.
		فرمول انتقال حرارت از طریق هدایت برای سطوح استوانه‌ای را می‌دانم.
		شدت جریان حرارتی و فرمول آن را یاد گرفتم.
		شیب حرارتی و فرمول مربوطه را یاد گرفتم.
		انتقال حرارت از طریق جابه‌جایی را متوجه شدم.

نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۳	انتقال حرارت را متوجه شده است.
	۳	انواع انتقال حرارت را می‌داند.
	۳	فرمول انتقال حرارت از طریق هدایت برای سطوح مسطح را می‌داند.
	۳	فرمول انتقال حرارت از طریق هدایت برای سطوح استوانه‌ای را می‌داند.
	۳	شیب حرارتی و فرمول مربوطه را یاد گرفته است.
	۳	انتقال حرارت از طریق جابه‌جایی متوجه شده است.
	۲	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

جلسه ششم

سوختها

در تدریس این قسمت ابتدا در رابطه با حرارت و ایجاد حرارت و کاربرد آن در متالورژی با هنرجویان گفت‌وگو شود؛ نظرات تک تک هنرجویان را خیلی کوتاه گرفته و در نهایت توضیحات تکمیلی توسط هنرآموز ارائه گردد.

در ادامه یک سؤال انگیزشی در رابطه با انواع سوختها مطرح گردد و خواسته شود که به بحث و گفت‌وگو بپردازند تا به نتیجه برسند و در نهایت هنرآموز پاسخ صحیح را با توضیحات خود مشخص کند.

سپس با توجه به راندمان حرارتی کوره‌ها به توضیحاتی که مربوط به محاسبه سوخت و حرارت می‌باشد، بپردازد.

در این خصوص با یک سؤال انگیزشی هنرجویان را به همکاری وادار کنید. برای مثال سؤال شود چگونه می‌شود راندمان کوره‌ها را افزایش داد و نیز اینکه چه راهکاری برای کاهش مصرف سوخت دارید این سؤالات را از جنبه اقتصادی مطرح کنید تا انگیزه ایجاد کند و همچنین از لحاظ زیست‌محیطی سؤال کنید کدام نوع سوخت را برای صنعت متالورژی پیشنهاد می‌دهید که از لحاظ آلودگی کمترین ضرر را به محیط برساند.

سپس جواب‌های هنرجویان را گرفته و با توضیحات تکمیلی پاسخ صحیح را مطرح کنید.

در ادامه مفاهیم کلی را توضیح دهید و به تشریح هر کدام بپردازید.

برای درک بهتر و تفهیم مطلب نیاز به تصاویر فیلم چارت نمایشی ضروری است. مفاهیم احتراق کامل و ناقص مدل سطحی و همچنین درجه حرارت احتراق و ضریب تخلخل را به‌صورت جداگانه توضیح دهید و برای درک بهتر و تعامل هنرجویان برای هر کدام یک سؤال انگیزشی مطرح نمایید و به‌صورت بحث گروهی اطلاعات هنرجویان را دریافت کنید و در ادامه با توضیحاتی جواب سؤالات را داده و نتیجه‌گیری کنید.

در ادامه فرمول هر یک از مفاهیم ذکر شده را به‌صورت چارتر نمایشی یا بر روی تخته کلاس بیاورید و به توضیح تک تک فاکتورها و واحد آنها بپردازید.

در خلال توضیحات برای همکاری هنرجویان از آنها سؤال کنید برای مثال چرا قرار دادن یک کاغذ بزرگ بر روی آتش، احتمال خاموش شدن آن زیاد است؟ و یا چرا آتش نشان‌ها برای خاموش کردن آتش از کف یا پودر استفاده می‌کنند؟

در ادامه بین هنرجویان بحث گروهی ایجاد کنید به‌طوری که همه در موضوع هم‌فکری کنند و در نهایت با توضیحاتی پاسخ صحیح را بیان کنید.

سپس یک مثال از کتاب را حل کرده و برای درک بهتر مثال‌های دیگر را با کمک هنرجویان انجام دهید.

مراحل بالا را برای بقیه مفاهیم به همین ترتیب می‌توانید به کار ببرید.

شرایط احتراق کامل

در ابتدای تدریس این بخش از کتاب، یک سؤال انگیزشی مطرح کنید. برای مثال به چه دلیل پاشش آب بر روی شعله آتش باعث خاموش شدن آن می‌شود و در ادامه از هر یک از هنرجویان جواب دریافت کنید و فضای کلاس را به گونه‌ای ایجاد کنید که بین هنرجویان بحث و گفت‌وگو صورت گیرد.

در نهایت با توضیحاتی پاسخ صحیح را بیان کرده سپس هر یک از شرایط احتراق را توضیح داده و فرمول آن را به صورت چارت نمایشی یا روی تخته کلاس نمایش دهید و سپس هر کدام از فاکتورهای فرمول را توضیح داده و واحد آن را مشخص کنید.

یکی از مثال‌های کتاب را حل کرده و در هر مرحله از حل، توضیحاتی به هنرجویان دهید سپس با تغییر در مجهول مسئله و ایجاد مسائل جدید از هنرجویان خواسته شود که در حل مسئله همکاری جمعی داشته باشند.

پیشنهاد می‌گردد اگر یک مسئله توسط هنرجو به درستی حل نشد با توضیح خطا در حل مسئله از هنرجویان بخواهید راه‌های دیگر را برای حل مسئله امتحان کنند و در ادامه برای درک بهتر موضوع تمرین‌ها و مسائل اضافه نیز با کمک و همفکری بقیه هنرجویان انجام گیرد.

دانش افزایی

دسته‌بندی سوخت‌ها

به‌طور کلی تمام سوخت‌های آلی و فسیلی را می‌توان به دو گروه طبیعی و مصنوعی تقسیم‌بندی کرد که هر گروه نیز به سه دسته سوخت‌های جامد، مایع و گاز طبقه‌بندی می‌شوند.

از مهم‌ترین سوخت‌های جامد طبیعی چوب و زغال سنگ و از مهم‌ترین سوخت‌های جامد مصنوعی کک، زغال چوب و بریکت را می‌توان نام برد. انواع و اقسام نفت‌های استخراجی، سوخت‌های مایع طبیعی را تشکیل می‌دهند که در حقیقت نوعی تبدیل و تغییر شکل زغال سنگ‌ها هستند که در شرایط خاص و وجود عوامل حیوانی، به صورت مایع درآمده‌اند. الکل‌ها و محصولات تقطیر نفت طبیعی، مانند بنزین، نفت سفید و گازوئیل از سوخت‌های مایع مصنوعی به شمار می‌آیند.

گاز طبیعی چاه‌های نفت و گاز معادن زغال سنگ، در دسته سوخت‌های گازی طبیعی قرار می‌گیرند. در حالی که سوخت‌های گازی مصنوعی دامنه وسیعی دارند و مشتمل بر گاز کوره‌های بلند ذوب آهن، گاز تقطیر زغال سنگ، محصولات گازی کراکینگ (شکسته‌شدن مولکول‌های بزرگ و تبدیل آنها به مولکول‌های کوچک)، گاز مولدها (دستگاه‌هایی که در آنها زغال سنگ، به‌طور ناقص محترق شده و تولید گازهای قابل سوختن می‌کند) هستند. در جدول ۱ دسته‌بندی انواع سوخت، نشان داده شده است.

جدول ۱- دسته‌بندی سوخت‌های آلی

گروه سوخت‌ها	دسته‌های سوخت	نوع سوخت	
طبیعی	جامد	چوب	
		زغال سنگ	
	گاز	مایع	
		گاز طبیعی (گاز چاه‌های نفت)	
			گاز معادن زغال سنگ
مصنوعی	جامد	زغال چوب	
		کک	
		بریکت	
	مایع	محصولات تقطیر نفت	
		محصولات کراکینگ نفت	
		الکل‌های صنعتی	
	گاز	گاز	گاز کوره بلند ذوب آهن
			کراکینگ گاز طبیعی
			گاز تقطیر زغال سنگ
			گازهای سنتز مانند: متان، بوتان و
			گاز مولدها: گاز هوا، گاز آب و گاز مخلوط

ترکیب سوخت: همان‌طور که قبلاً ذکر شد، قسمت اعظم و سازنده اصلی سوخت‌ها را کربن و هیدروژن تشکیل می‌دهد. با این حال از نقطه نظر اشتعال و ایجاد حرارت مورد نیاز، سوخت‌ها را می‌توان ترکیبی از کربن (C)، هیدروژن (H)، اکسیژن (O)، ازت (یا نیتروژن N)، گوگرد فزار یا قابل احتراق (S_V Volatile Sulphur)، مواد غیر قابل احتراق به نام خاکستر (A) و رطوبت (W) دانست. این مواد و عناصر، در داخل سوخت، دارای ترکیبات ساده یا پیچیده‌ای هستند که مطالعه و بررسی آنها مربوط به علم شیمی است.

معمولاً ترکیب سوخت‌های جامد و مایع را برحسب درصد وزنی و سوخت‌های گازی را برحسب درصد حجمی محاسبه می‌کنند. بدیهی است که مجموع درصدهای عناصر و ترکیبات یک سوخت باید همواره صد در صد جرم (یا حجم) کل آن باشد. به عبارت دیگر:

$$C+H+N+S_V+A+W=100 \text{ درصد}$$

این رابطه در واقع درصد ترکیب عناصر ساده (به استثنای خاکستر A و رطوبت W که اجسام مرکبی هستند) و مؤثر در ایجاد حرارت و عملیات احتراق سوخت را نشان می‌دهد.

گوگرد در داخل سوخت‌ها ممکن است به سه شکل و ترکیب متفاوت وجود داشته باشد. که عبارت‌اند از:

(الف) سولفات‌ها ($Ca_2SO_4, K_2SO_4, Na_2SO_4$)

(ب) سولفور فلزات (معمولاً پیریت به فرمول FeS_2)

(ج) ترکیبات آلی

گوگرد به شکل سولفات، قابل احتراق نیست (غیر فزار) و وارد خاکستر می‌شود. ترکیبات آلی گوگرد و همچنین گوگرد به شکل پیریت، می‌توانند محترق شوند و از این نظر، مجموعاً گوگرد قابل احتراق سوخت را تشکیل می‌دهند. بنابراین در صورتی که گوگرد به شکل سولفور (پیریت) با S_p و به شکل ترکیبات آلی با S_o نمایش داده شود، بدیهی است که گوگرد قابل احتراق چنین خواهد بود:

$$S_V = S_p + S_o \text{ درصد}$$

با روش‌های تهیه مواد معدنی، دو نوع گوگرد به شکل سولفات‌ها و سولفورها قابل جدا کردن است و می‌توان با وسایلی آنها را از بین برد و یا دست کم مقدارشان را به حداقل رساند (مثلاً شست‌وشوی نفت یا زغال سنگ توسط اسید سولفوریک). در حالی که گوگرد به شکل ترکیبات آلی در ساختمان و ترکیب شیمیایی سوخت است و به سهولت نمی‌توان آن را جدا کرد (گوگرد، عنصر مضرّی شناخته شده است و وجود آن در فلزات و آلیاژها، خواص مکانیکی و متالورژیکی آنها را پایین می‌آورد). معمولاً مقدار گوگرد به شکل ترکیبات آلی، در داخل سوخت‌ها ناچیز است و از ۱/۵ درصد تجاوز نمی‌کند. از این نظر در محاسبات احتراق می‌توان از آن صرف‌نظر کرده و ترکیبات آلی سوخت را فقط شامل C، H، O، N دانست.

احتراق در سوخت‌های مایع و گاز:

پیشنهاد می‌گردد ابتدا راجع به این نوع سوخت و ترکیبات آن توضیحاتی بیان شود سپس واکنش یک گاز را با اکسیژن بر روی تخته کلاس نوشته و یا از چارت نمایشی استفاده شود.

سپس به توضیح تمامی جزئیات آن پرداخته و راجع به موازنه این واکنش توضیحاتی را بیان کنید سپس با توجه به یک نوع گاز برای مثال CH_4 گاز متان واکنش را عددگذاری کرده و توضیح دهید.

سپس نوع گاز را تغییر داده و از هنجویان خواسته شود فرمول را با توجه به نوع گاز جدید عددگذاری نمایند. در ادامه یکی از موارد واکنش را مجهول کرده و شروع به حل مسئله کنید به عنوان مثال مقدار اکسیژن مورد نیاز برای سوختن ۲۰ کیلوگرم از گاز متان چقدر است.

در ادامه با کمک هنجویان انواع دیگر گازها را در مسئله قرار داده و محصولات آن را به دست آورند.

دانش افزایی

زغال کک به عنوان سوخت مصرفی در صنایع ذوب فلزات

زغال کک و یا به اختصار کک (Coke)، از حرارت دادن زغال سنگ در محیط مسدود تولید می‌شود. در اثر حرارت گازهای مختلفی از زغال سنگ خارج و تغییراتی در حجم زغال سنگ ایجاد می‌شود. با ادامه عمل، شدت گازهای متصاعد شده کاهش می‌یابد و بالاخره متوقف می‌شود و جسم جامد خاکستری رنگ نسبتاً سختی با تخلخل نسبی حاصل می‌شود که آن را کک می‌نامند.

هر چند در گذشته از زغال سنگ نیز به‌طور مستقیم در صنایع ذوب و گرم کردن استفاده می‌شد. ولی امروزه استفاده مستقیم از زغال سنگ متوقف شده است و عموماً از کک، به عنوان تنها سوخت جامد صنعتی بهره می‌گیرند. علل عدم کاربرد زغال سنگ را می‌توان به این صورت خلاصه کرد:

الف) قدرت حرارتی انواع زغال سنگ‌ها متفاوت است، در حالی که قدرت حرارتی کک نسبتاً ثابت است و کنترل و تنظیم حرارت کوره بهتر انجام می‌گیرد.

ب) خواص مکانیکی زغال سنگ‌ها از نظر مقاومت به فشار، ضربه و اصطکاک نیز متفاوت و پایین است. بنابراین در عمل علاوه بر سختی شرایط کنترل، به سهولت خرد و نرم می‌شوند که در نتیجه جریان هوا از داخل آنها به سختی انجام می‌گیرد و باعث خفگی در احتراق می‌شود.

ج) زغال سنگ‌ها دارای مواد آلی پر ارزشی هستند که در کک‌سازی خارج می‌شوند و مورد استفاده قرار می‌گیرند (قطران، آمونیاک، بنزن، فنل، نفتالین و آنتراسن از

این گازها محسوب می‌شوند). علاوه بر آن سوختن زغال سنگ و خروج گازهای مذکور آلودگی محیط کارگاه را تشدید می‌کنند.

د) زغال سنگ در مجاورت هوا به تدریج اکسید می‌شود، به همین دلیل انبار کردن زغال سنگ بسیار خطرناک است و احتمال احتراق آن وجود دارد. به علاوه اکسیداسیون و جذب اکسیژن، ارزش حرارتی و قابلیت کک شدن زغال سنگ را به میزان قابل ملاحظه‌ای پایین می‌آورد.

مشخصات ککی که در صنایع ذوب فلزات به کار می‌رود عبارت‌اند از:

الف) ترکیب شیمیایی: کک مناسب برای ریخته‌گری دارای چنین ترکیبی است:

کربن: ۸۵-۹۰ درصد مواد فزّار: کمتر از ۱ درصد

خاکستر: حداکثر ۱۲ درصد رطوبت: حداکثر ۲ درصد

گوگرد قابل احتراق (S_v): کمتر از ۲ درصد

گوگرد، عنصر نامطلوب در کک شناخته شده است و باید مقدار آن از ۲ درصد کمتر باشد (لازم به توضیح است که درصد گوگرد کک مصرفی در تهیه بعضی از فلزات نظیر چدن با گرافیت کروی باید به مراتب کمتر از این اندازه باشد). ترکیب، درصد و نقطه ذوب خاکستر نیز از عوامل شناخته شده‌ای هستند که نقش مهمی در ارزش حرارتی کک دارند.

ب) ضریب تخلخل: کک مصرفی در ریخته‌گری باید متخلخل باشد تا احتراق به‌طور کامل انجام شود. محاسبه نشان داده است که ضریب تخلخل یک قطعه کک (نسبت حجم فضای خالی به حجم کل قطعه) برابر است با:

$$\text{درصد تخلخل} = \left(1 - \frac{P'}{P}\right) \times 100 \Rightarrow \text{ضریب تخلخل} = 1 - \frac{P'}{P}$$

که در آنها P و P' به ترتیب چگالی حقیقی و ظاهری کک هستند. کک‌های صنعتی معمولاً دارای چنین مشخصاتی هستند:

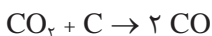
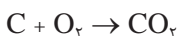
$$e = 0.45 - 0.55 \quad P = 1.8 - 2 \text{ g/cm}^3 \quad P' = 0.8 - 1.1 \text{ g/cm}^3$$

ج) ارزش حرارتی: در کوره‌هایی که سوخت، مستقیماً با بار کوره تماس دارد (مانند کوره کوپل و کوره بلند ذوب آهن) کک بهترین و مناسب‌ترین سوخت محسوب می‌شود؛ زیرا اولاً کربن آزاد موجود در کک نقش مهمی در احیای مواد اکسیدی دارد و ثانیاً در کوره کوپل و کوره بلند جزء یکی از عناصر اصلی و مهم چدن است.

در هر حال با اینکه قدرت حرارتی کک نسبتاً زیاد نیست ولی به علت همین تماس با بار راندمان کوره‌های مذکور در مقایسه با سایر کوره‌ها بالاست.

ارزش حرارتی یک کک خوب با ترکیب شیمیایی مناسب و با داشتن حداکثر خاکستر به میزان ۸ درصد بین ۶۵۰۰ تا ۷۵۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم تغییر می‌کند. لازم به توضیح است که قدرت حرارتی کربن خالص (کک ایدئال) برابر است با: ۸۰۹۰ Kcal/kg

(د) راکتیویته (Reactivity): در احتراق کک، میزان تولید گاز کربن منواکسید (CO) یکی از مشخصات و خواص عمده آن، در عملیات احیای اکسید فلزات است. همان‌طور که قبلاً نیز ذکر شد در یک احتراق ناقص، در ابتدا مقداری از کربن کک در مجاورت اکسیژن (یا هوا) می‌سوزد و تولید گاز کربن دی‌اکسید (CO_2) می‌کند. سپس باقیمانده کربن، با این گاز ترکیب می‌شود و تولید گاز کربن منواکسید می‌کند:



گاز CO به سهولت می‌تواند اکسیدهای فلزی را احیا و به علاوه تولید گرما کند (فعل و انفعال گرمازا) مثلاً در احیای اکسید آهن توسط CO داریم:



طبق تعریف، راکتیویته عبارت است از نسبت تعداد مولکول‌های کربن دی‌اکسید تبدیل شده به کربن منواکسید (B) بر تعداد کل مولکول‌های کربن اکسید تولید شده (A) در احتراق است. یعنی:

$$R = \frac{B}{A}$$

محاسبه نشان داده است که درصد راکتیویته بر حسب درصد گازهای کربن دی‌اکسید و کربن منواکسید چنین است:

$$\%R = \frac{\% \text{CO}}{\% \text{CO} + 2\% \text{CO}_2} \times 100$$

راکتیویته کک در فشار ثابت بستگی به دو عامل مهم، درجه حرارت گاز CO_2 و سرعت عبور آن از روی کک گذاشته دارد. در داخل کوپل راکتیویته کک حدود ۲۰٪ است و تقریباً کربن کک با احتراق می‌سوزد. در حالی که در کوره بلند ذوب آهن که مقدار اکسیدهای آهن زیاد است، راکتیویته کک در 900°C حداقل حدود ۷۵٪ و حداکثر حدود ۹۰٪ است.

محاسبه حجم هوا در شرایط متعارفی و غیر متعارفی

در مباحث قبل چگونگی محاسبه مقدار اکسیژن توضیح داده شده است. در این قسمت از تدریس کتاب چگونگی محاسبه حجم هوا در دو حالت متعارفی و همچنین غیرمتعارفی می‌پردازد.

از هنرجویان سؤال کنید برای احتراق و سوختن انواع سوخت چرا از اکسیژن استفاده نمی‌شود؟

سپس بحث گروهی ایجاد کنید، از هر یک از هنرجویان اطلاعات دریافت کنید و در ادامه پاسخ صحیح را مطرح کرده و نتیجه‌گیری کنید.

در ادامه توضیح دهید که نسبت حجم اکسیژن هوا چه عددی است و براساس آن با معلوم بودن میزان اکسیژن چگونه هوا محاسبه می‌گردد.

پیشنهاد می‌گردد برای توضیح این قسمت یک مثال آورده شود و همراه با حل مسئله، درس نیز توضیح داده شود.

سپس برای درک بهتر و تفهیم مطلب تمرین‌ها و مثال‌های بیشتر با کمک هنرجویان انجام گیرد.

در ادامه فرمول محاسبه حجم هوا در شرایط غیر متعارفی را به‌صورت چارت نمایشی و یا استفاده از تخته کلاس نمایش داده و به توضیح تک تک فاکتورهای فرمول بپردازید و در خلال توضیحات از هنرجویان سؤالاتی در خصوص فرمول پرسیده شود و در نهایت با توضیحات شما فرمول تکمیل شده و یک مثال ساده حل گردد در ادامه برای درک بهتر مطلب پیشنهاد می‌گردد از تمرین‌های بیشتر استفاده شود و از همکاری هنرجویان در حل مسئله کمک گرفته شود.

دانش افزایی

بررسی قدرت حرارتی سوخت

براساس واکنش‌های قابل احتراق عناصر داخلی سوخت با اکسیژن و همچنین تعیین درصد آنها، همواره می‌توان حرارت تولید شده برای هر واحد جرم (Kg) و یا واحد حجم (m^3) یعنی ارزش حرارتی سوخت را محاسبه و تعیین کرد.

در عمل، سوخت همواره حاوی خاکستر و رطوبت نیز هست که به‌خصوص مقدار خاکستر در سوخت‌های جامد قابل ملاحظه است. خاکستر و مواد غیر قابل احتراق فقط به دلیل کاهش درصد مواد قابل احتراق در قدرت حرارتی مؤثرند. در حالی که رطوبت موجود در سوخت امکان تبخیر و گرماگیری دارد و اثرات آن در کاهش قدرت حرارتی، بیشتر از مقدار درصد غیر قابل احتراقی آن است.

حضور اکسیژن در سوخت به علت ترکیب با هیدروژن (در مواقع احتراق) از قدرت حرارتی آن می‌کاهد (همچنین می‌توان گفت که جسم اکسیژن دار قبلاً اکسید

شده و در نتیجه از قدرت حرارتی آن کاسته شده است). به طور کلی قدرت حرارتی یک سوخت را با توجه به گرمایی عناصر مختلف در ترکیب با اکسیژن و ساده شدن شرایط محاسبه می‌توان از این رابطه تعیین کرد:

$$q_m = 80C + 340\left(H - \frac{O}{8}\right) + 20S + 6W$$

مثال ۱: مطلوب است تعیین قدرت حرارتی یک نوع گازوئیل که در تجزیه کمی آن ۹۰ درصد کربن، ۹ درصد هیدروژن، ۵/۵ درصد گوگرد و ۵/۵ درصد مواد غیرقابل احتراق تعیین شده است.
حل:

$$q_m = 80C + 340\left(H - \frac{O}{8}\right) + 20S + 6W$$

$$q_m = 80 \times 90 + 340 \times 9 + 20 \times 0.5$$

$$q_m = 10270 \text{ Kcal/kg}$$

مثال ۲: مطلوب است تعیین قدرت حرارتی یک زغال با نسبت ترکیبی:

$$C = 84\% \quad H = 1\% \quad A = 11\% \text{ (خاکستر)} \quad W = 4\%$$

حل:

$$q_m = 80C + 340\left(H - \frac{O}{8}\right) + 20S + 6W$$

$$q_m = 80 \times 84 + 340 \times 1 - 6 \times 4$$

$$q_m = 7036 \text{ Kcal/kg}$$

عمل به دلیل ناچیز بودن اکسیژن و گوگرد در سوخت، اغلب مقدار آنها را در محاسبه منظور نمی‌کنند و حتی از تأثیر اضافی رطوبت نیز می‌توان در حدود تقریب صرف‌نظر کرد. به‌طور مثال قدرت حرارتی سوخت مذکور در مثال ۲ با فرمول ساده شده و حذف تأثیر اضافی رطوبت عبارت است از:

$$q_m = 80C + 340H$$

$$q_m = 80 \times 84 + 340 \times 1$$

$$q_m = 7060 \text{ Kcal/kg}$$

ارزشیابی پایانی جلسه ششم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل کاربرگ توسط هنرجویان، نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجویان ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه ششم

خبر	بلی	مؤلفه‌های خودارزیابی
		احتراق را یاد گرفتیم.
		مدول سطحی و رابطه آن را متوجه شدم.
		شرایط احتراق کامل سوخت را می‌دانم.
		طریقه محاسبه اکسیژن مورد نیاز برای سوخت‌های جامد را یاد گرفتیم.
		طریقه محاسبه اکسیژن مورد نیاز برای سوخت‌های مایع و گاز را متوجه شدم.
		محاسبه حجم هوا در شرایط متعارفی و غیر متعارفی را می‌دانم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۳	احتراق را یاد گرفته است.
	۳	مدول سطحی و رابطه آن را متوجه شده است.
	۳	شرایط احتراق کامل سوخت را می‌داند.
	۳	طریقه محاسبه اکسیژن مورد نیاز برای سوخت‌های جامد را می‌داند.
	۳	طریقه محاسبه اکسیژن مورد نیاز برای سوخت‌های مایع و گاز را می‌داند.
	۳	محاسبه حجم هوا در شرایط متعارفی و غیر متعارفی را می‌داند.
	۲	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

جلسه هفتم

فلز روی و ویژگی‌های آن



فلز روی از قرن‌ها پیش مورد استفاده بوده است. به خاطر نقطه جوش پایین و واکنش شیمیایی فلز روی (روی جدا شده دود شده و قابل دست‌یابی نبود) خصوصیات واقعی این فلز در زمان باستان مشخص نشده بود. کالاهای برنجی که به ۱۴۰۰-۱۰۰۰ سال پیش باز می‌گردند در فلسطین پیدا شده‌اند و اشیاء رویی با ۸۷٪ روی در ترانسیلوانیا ما قبل تاریخ یافت شده‌اند.

ساخت برنج به رومی‌ها نسبت داده شده است و مربوط به ۳۰ سال پیش از میلاد می‌باشد. آنها کالامین و مس را با یکدیگر در بوته آهنگری حرارت می‌دادند که در این عمل اکسید روی در کالامین کاهش می‌یافت و فلز روی آزاد توسط مس به دام انداخته می‌شد و به شکل آلیاژ در می‌آمد. برنج به دست آمده یا در قالب ریخته می‌شد

یا با چکش به شکل‌های مختلف در می‌آمد.

روی چهارمین فلز متداول و مورد استفاده بوده و بعد از آهن آلومینیوم و مس بیشترین فلز تولیدی می‌باشد.



فلز روی و صنعت آن: فلزی است به رنگ سفید مایل به آبی یا نقره‌ای که در پوسته زمین وجود دارد. میزان فراوانی روی در طبیعت بسته به مکان و فصل تغییر می‌کند.

روی خالص بسیار نرم بوده و در درجه حرارت معمولی ترد و شکننده است و با ضربه چکش به راحتی می‌شکند. همچنین این ماده قابل نورد نیست. روی در طبیعت بیشتر به صورت سولفور یافت می‌شود.

این فلز به صورت اشکال تجاری متنوعی مانند: شمش و کلوخه ورق و سیم، گلوله‌ای، میله‌ای، دانه‌ای و پولکی ارائه می‌گردد. این فلز از جمله مهم‌ترین و باارزش‌ترین فلزات است که در صنایع مختلف به‌ویژه در ساخت آلیاژها و صنعت گالوانیزاسیون کاربردهای فراوانی دارد. این فلز در ساختار اقتصادی هر کشور جهت تولید و تکمیل انواع فرآورده‌های صنعتی نقش اساسی دارد. سرب و روی در طبیعت همواره با هم آمیخته بوده و سنگ‌های درون‌گیر مشترکی دارند.

ویژگی‌های روی: این فلز به لحاظ خواص کاربردی از جمله واکنش‌پذیری با آهن، مقاومت در برابر خوردگی، خواص الکتروشیمیایی، نقطه ذوب پایین، سیالیت، ظرفیت بالا برای عمل‌آوری سطح، استحکام، آلیاژپذیری، شکل‌پذیری، مقاومت کششی بالا، ماده مغذی، بهبودی و التیام‌دهندگی و... مصارف گوناگونی پیدا کرده است.

زمانی که این فلز با ۴٪ آلومینیوم آلیاژ شود، مقاومت تسلیم و سختی آن به اندازه زیادی افزایش می‌یابد. خاصیت الکترونگاتیوی روی سبب استفاده وسیع آن در باتری‌های خشک شده است.

ویژگی‌های این فلز شامل:

- ۱ شکل‌پذیری
- ۲ الکتروشیمیایی
- ۳ درجه ذوب پایین
- ۴ مقاومت در برابر خوردگی
- ۵ سیالیت
- ۶ استحکام
- ۷ ویژگی‌های آلیاژی

ویژگی‌هایی نظیر (مقاومت در برابر خوردگی، واکنش‌پذیری با آهن و خاصیت الکتروشیمیایی فلز روی موجب استفاده از آن به عنوان یک (پوشش مناسب در برابر خوردگی) گالوانیزاسیون، گردیده است. از فولاد گالوانیزه در صنایع ساخت و ساز، نیرو، ساخت امکان رفاهی شهری (نظیر نیمکت و میز و...) کشاورزی و حمل و نقل استفاده می‌شود.

درجه ذوب پایین، سیالیت و استحکام روی موجب استفاده از آن در ریخته‌گری شده است.

از این فلز در تولید آلیاژهای مختلفی نظیر برنج، آلیاژهای آلومینیوم و آلیاژهای منیزیوم استفاده می‌شود که این آلیاژها در صنایع ساخت‌وساز، اتومبیل‌سازی، الکتریکی و... کاربرد دارد.

شکل‌پذیری و مقاومت در برابر خوردگی این فلز سبب تولید ورق‌های روی می‌شود که از آنها در صنعت ساخت‌وساز استفاده می‌شود.

خاصیت الکتروشیمیایی این محصول موجب استفاده از آن در تولید باتری‌ها شده است.

خاصیت شیمیایی این فلز موجب استفاده از آن در تولید باتری‌ها شده است.

مصارف و کاربردهای روی: آمار جهانی مصرف اولیه و نهایی این فلز در بخش‌های مختلف اقتصادی به شرح زیر می‌باشد:

۱ گالوانیزاسیون

۲ برنج و برنز

۳ وسایل نیم‌ساخته

۴ مصارف شیمیایی

۵ ساخت‌وساز

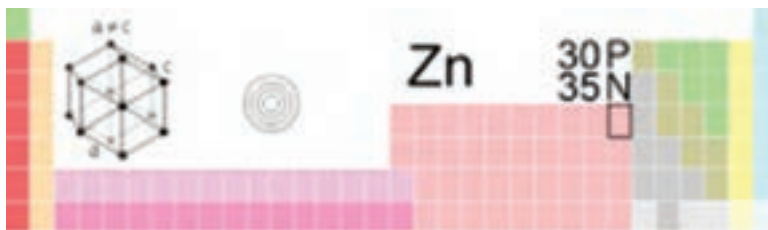
۶ حمل‌ونقل

۷ مهندسی عمومی

۸ کالاهای مصرفی و الکتریکی

مصارف و کاربردهای روی در صنعت گالوانیزاسیون: روشی برای پوشش فلزات فاسد شدنی با استفاده از فلزات دیگر همچون روی می‌باشد. یکی از عمده‌ترین محصولات تولیدی، آهن سفید (آهن گالوانیزه) است.

فولاد گالوانیزه شده در هر جایی ممکن است استفاده شده باشد از جمله ساختن لوله بخاری، کانال کولر، شیروانی منازل، لوله‌های آب و غیره. گالوانیزاسیون حدود ۴۷-۵۰٪ از مصرف روی را شامل می‌شود و عمده‌ترین صنعت مصرف‌کننده فلز روی به‌شمار می‌رود.



عمومی	
نام، علامت اختصاری، شماره	Zinc, Zn, ۳۰
گروه شیمیایی	فلز انتقالی
گروه، تناوب، بلوک	۱۲، ۴، d
جرم حجمی، سختی	۷۱۴۰ kg/m ^۳ ، ۲-۵
رنگ	خاکستری کم‌رنگ مایل به آبی
خواص اتمی	
وزن اتمی	۱ E_ kg
شعاع اتمی (clac)	۱ E_ m
شعاع کووالانسی	۱۳۱ pm
شعاع واندروالس	۱۳۹ pm
ساختار الکترونی	[Ar]۳d ^{۱۰} ۴s ^۲
بازای هر سطح انرژی e ⁻	۲، ۸، ۱۸، ۲
درجه اکسیداسیون (اکسید)	(آمفوتریک) ۲
ساختار کریستالی	شش گوشه

خواص فیزیکی	
حالت ماده	جامد دیامغناطیس
نقطه ذوب	۶۹۲/۶۸ K (۷۸۷/۱۵ °F)
نقطه جوش	۱۱۸۰ K (۱۶۶۵ °F)
حجم مولی	۹/۱۶ (scientific notation) 10^{-6} m ³ /mol
گرمای تبخیر	۱۱۵/۳ kJ/mol
گرمای هم جوشی	۷/۳۲۲ kJ/mol
فشار بخار	۱۹۲/۲ Pa at ۶۹۲/۷۳ K
سرعت صوت	۳۷۰۰ m/s at ۲۹۳/۱۵ K
متفرقه	
الکترون گانگانیویته	(درجه پائولینگ) ۱/۶۵
ظرفیت گرمایی ویژه	۳۹۰ J/kg* ^o K
رسانایی الکتریکی	اهم ۱۶/۶ 10^6 /m
رسانایی گرمایی	۱۱۶ W/m* ^o K



سرب و کاربرد آن در صنعت

تاریخچه: به علت فراوانی سرب (هنوز هم این گونه است)، تهیه آسان، کار کردن آسان با آن، انعطاف پذیری و چکش خواری بالا و پالایش راحت، حداقل از ۷۰۰۰ سال پیش مورد استفاده بشر می باشد. کیمیاگران می پنداشتند سرب قدیمی ترین فلز بوده و به سیاره زحل مربوط می شود. لوله های سربی که نشانه های امپراتوری روم را حمل می کردند، هنوز هم به کار می روند. نشان Pb برای سرب خلاصه نام لاتین آن plumbum است. در اواسط دهه ۸۰ تغییر مهمی در الگوهای پایان استفاده از سرب به وجود آمده بود. بیشتر این تغییر ناشی از پیروی مصرف کنندگان سرب آمریکا از قوانین زیست محیطی بود که به طرز قابل ملاحظه ای استفاده از سرب را در محصولات به جز باتری از جمله گازوئیل، رنگ، اتصالات و سیستم های آبی کاهش داده یا حتی حذف کرد.

خصوصیات قابل توجه: سرب فلزی است براق، انعطاف پذیر، بسیار نرم، شدیداً چکش خوار و به رنگ سفید مایل به آبی که از خاصیت هدایت الکتریکی پایینی برخوردار است. این فلز حقیقی به شدت در برابر پوسیدگی مقاومت می کند و به همین علت از آن برای نگهداری مایعات فرسایشگر (مثل سولفوریک اسید) استفاده می شود. با افزودن مقادیر خیلی کمی آنتیموان یا فلزات دیگر به سرب می توان آن را سخت کرد.

کاربردها: کاربردهای اولیه سرب عبارت بودند از: سازه های ساختمانی، رنگ دانه های مورد استفاده در لعاب سرامیک و لوله های انتقال آب، کاخ ها و کلیساهای بزرگ اروپا، در وسایل تزئینی، سقف ها، لوله ها و پنجره هایشان دارای مقادیر قابل توجهی سرب هستند.

در باتری های سرب اسید، در اجزای الکترونیکی، روکش کابل، مهمات، در شیشه CTR سرامیک، شیشه های سرب دار، لوله های سربی (اگرچه استفاده از اتصالات سربی در لوله های آب آشامیدنی در دهه ۹۰ در آمریکا قانونی شد، امروزه کاربرد آنچنانی ندارند)، در رنگ ها (از سال ۱۹۷۸ در آمریکا و به تدریج از دهه ۶۰ تا دهه ۸۰ در انگلستان ممنوع شد، اگرچه رنگ سطوح قدیمی می توانست تا ۵۰٪ وزن از سرب باشد)، آلیاژها، پیوتر، اتصالات و مواد پرکننده دندان.

همچنین در بامها به عنوان درزگیر برای محافظت اتصالات در برابر باران مورد استفاده قرار می گیرد. در گازوئیل ترا اتیل و تترامتیل سرب برای کاهش صدای موتور کاربرد دارد (pre-ignition, pre-detonation) و pinking هم نامیده می شود). فروش بنزین سرب دار در آمریکا از سال ۱۹۸۶ و در اتحادیه اروپا از سال ۱۹۹۹ ممنوع شد.

جداسازی: سرب محلی در طبیعت یافت می‌شود، اما کمیاب است. امروزه معمولاً سرب در کانی‌هایی همراه با روی، نقره و (بیشتر) مس یافت می‌شود و به همراه این مواد جدا می‌گردد. ماده معدنی اصلی سرب گالن (PbS) است که حاوی ۸۶/۶٪ سرب می‌باشد. سایر کانی‌های مختلف و معمول آن سروسیت (PbCO_۳) و انگلسیت (PbSO_۴) می‌باشند. اما بیش از نیمی از سربی که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرد، بازیافتی است.

سنگ معدن به‌وسیلهٔ مته یا انفجار جدا شده، سپس آن را خرد کرده و روی زمین قرار می‌دهند. بعد از آن، سنگ معدن تحت تأثیر فرایندی قرار می‌گیرد که در قرن نوزدهم در Broken Hill استرالیا به‌وجود آمد. یک فرایند شناور سازی، سرب و دیگر مواد معدنی را از پس‌مانده‌های سنگ جدا می‌کند تا با عبور سنگ معدن، آب و مواد شیمیایی خاص از تعدادی مخزن که درون آنها دوغاب همیشه مخلوط می‌شود، عصاره‌ای به‌وجود آید.

درون این مخزن‌ها هوا جریان یافته و سرب سولفید به حباب‌ها می‌چسبد و به‌صورت کف بالا آمده که می‌توان آن را جدا نمود. این کف (که تقریباً دارای ۵۰٪ سرب است) خشک شده، سپس قبل از پالایش به منظور تولید سرب ۹۷٪ سینتر می‌شوند. بعد از آن سرب را طی مراحل مختلف سرد کرده تا ناخالصی‌های سبک‌تر بالا آمده و آنها را جدا می‌کنند. سرب مذاب با گذاختن بیشتر به‌وسیلهٔ عبور هوا از روی آن و تشکیل لایه‌ای از تفالۀ فلز که حاوی تمامی ناخالصی‌های باقی‌مانده می‌باشد، تصفیه شده و سرب خالص ۹۹/۹٪ به‌دست می‌آید.

ایزوتوپ‌ها: سرب به‌طور طبیعی دارای چهار ایزوتوپ پایدار است:

$Pb_{-204}(1/4\%)$ - $Pb_{-206}(24/1\%)$ - $Pb_{-207}(22/1\%)$ - $Pb_{-208}(52/4\%)$
 سرب ۲۰۶، ۲۰۷ و ۲۰۸ همگی پرتوزا بوده، محصولات پایانی زنجیره فروپاشی پیچیده‌ای هستند که به ترتیب در U_{-238} ، U_{-235} و Th_{-232} رخ می‌دهند.

هشدارها: سرب فلز سمی است که به پیوندهای عصبی آسیب رسانده (به‌خصوص در بچه‌ها) و موجب بیماری‌های خونی و مغزی می‌شود. تماس طولانی با این فلز یا نمک‌های آن (مخصوصاً نمک‌های محلول یا اکسید غلیظ آن PbO_۲) می‌تواند باعث بیماری‌های کلیه و دردهای شکمی شود. به اعتقاد بعضی افراد استفادهٔ تاریخی از سرب توسط امپراطوری روم برای لوله‌های آب و نمک آن عامل دیوانگی بسیاری از امپراطوران بود. نگرانی دربارهٔ نقش سرب در عقب‌ماندگی ذهنی کودکان موجب کاهش استفاده از آن در سطح جهان گردید.

فروش رنگ‌های حاوی سرب در کشورهای صنعتی متوقف شده، گرچه احتمالاً بسیاری از خانه‌های قدیمی هنوز دارای مواد سربی در رنگ‌هایشان هستند. کلاً پیشنهاد می‌شود رنگ‌های قدیمی را با سمباده از بین نبرند، چون این کار باعث

ایجاد غباری قابل استنشاق می‌گردد. نمک‌های سرب که در لعاب ظروف سفالی به کار می‌رود، گاهی اوقات ایجاد مسمومیت کرده‌اند، چون هنگامی که در آنها اسید نوشیده می‌شود، مانند آبمیوه‌ها، یون‌های سرب از لعاب ظرف جدا می‌شوند. گفته می‌شود استفاده از سرب برای فشردن سیب جهت تهیه آب سیب، عامل بیماری Devon colic می‌باشد.

سرب در واقع برای ساخت مدادهای اولیه مورد استفاده قرار می‌گرفت، اگرچه در چند دهه اخیر مغز مدادها از گرافیت که شکل طبیعی کربن می‌باشد، ساخته شده است.



عمومی	
نام ، علامت اختصاری ، شماره	Lead, Pb, ۸۲
گروه شیمیایی	فلز ضعیف
گروه ، تناوب ، بلوک	۶ ، ۱۴IVA، بلوک p
جرم حجمی، سختی	۱۱۳۴۰ kg/m ^۳ ، ۱/۵
رنگ	سفید متمایل به آبی 
خواص اتمی	
وزن اتمی	۲۰۷/۲ amu
شعاع اتمی (clac.)	۱۸۰ (۱۵۴) pm
شعاع کووالانسی	۱۴۷ pm

شعاع واندروالس	۲۰۲ pm
ساختار الکترونی	$[Xe]4f^{14}5d^106s^26p^2$
e^- به ازای هر سطح انرژی	۲، ۸، ۱۸، ۳۲، ۱۸، ۴
درجه اکسیداسیون (اکسید)	۴، ۲ آمفوتریک
ساختار کریستالی	face centered مکعبی
خواص فیزیکی	
حالت ماده	جامد
نقطه ذوب	۱ E۲ K (۶۲۱/۴۳ °F)
نقطه جوش	۱ E۳ K (۳۱۸۰ °F)
گرمای تبخیر	۱۷۷/۷ kJ/mol
گرمای هم جوشی	۴/۷۹۹ kJ/mol
فشار بخار	۴/۲۱ scientific notation $\times 10^{-۷}$ Pa at ۶۰۰ °K
سرعت صوت	۱۲۶۰ m/s at ۲۹۳/۱۵ °K
متفرقه	
الکترونگاتیویته	۲/۳۳ (درجه پائولینگ)
ظرفیت گرمایی ویژه	۱۲۹ J/kg °K
رسانایی الکتریکی	۴/۸۱ $10^6/m$
رسانایی گرمایی	۳۵/۳ W/m °K

قلع: قلع عنصر شیمیایی است که در جدول تناوبی با نشان Sn و عدد اتمی ۵۰ وجود دارد. این فلز ضعیف چکش خوار و نقره‌ای که به آسانی در آزمایش‌های مربوط به هوا اکسیده نمی‌شود و در برابر فرسایش مقاوم است، در بسیاری از آلیاژها وجود داشته و به‌عنوان پوشش مواد دیگر جهت جلوگیری از فرسایش آنها به کار می‌رود. قلع را عمدتاً از ماده معدنی کاسی تریت که در آن به‌صورت اکسید وجود دارد، به‌دست می‌آورند.

خصوصیات قابل توجه: قلع فلزی است چکش خوار، قابل انعطاف، شدیداً بلورین و سفید نقره‌ای که ساختار بلوری آن هنگام خم شدن قطعه‌ای از قلع صدای خاصی ایجاد می‌کند (علت آن شکست بلورها است). این فلز در برابر فرسایش ناشی از

آب تقطیر شده دریا و آب لوله‌کشی مقاومت می‌کند اما به‌وسیله اسیدهای قوی و موادقلیایی و نمکهای اسیدی مورد حمله قرار می‌گیرد. هنگامی که اکسیژن به‌صورت محلول است قلع به‌عنوان کاتالیزور عمل کرده و واکنش‌های شیمیایی را تسریع می‌کند.

در صورتی که آن را در حضور آزمایش‌های مربوط به هوا حرارت دهند Sn_2 حاصل می‌شود. Sn_2 اسید ضعیفی بوده و با اکسیدهای بازی تولید نمک‌های قلع می‌کند. قلع را می‌توان به مقدار زیادی جلا داد و به‌عنوان پوشش سایر مواد جهت ممانعت از فرسودگی یا واکنش‌های شیمیایی دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فلز مستقیماً با کلر و اکسیژن ترکیب می‌شود و جایگزین هیدروژن اسیدهای رقیق می‌گردد. قلع در دماهای معمولی انعطاف‌پذیر است اما در صورتی که گرم شود شکننده می‌شود.

شکل‌های مختلف: در فشار طبیعی قلع جامد دارای دو شکل مختلف است. در دماهای پایین به شکل خاکستری یا قلع آلفا وجود دارد که دارای ساختار بلوری مکعبی مانند سیلیکن و ژرمانیم است. وقتی دما بالاتر از $13/2$ درجه سانتی‌گراد باشد به رنگ سفید یا قلع بتا تبدیل می‌شود که فلزی بوده و دارای ساختار چهار وجهی است. در صورتی که سرد شود به آهستگی به‌صورت خاکستری برمی‌گردد که بیماری قلع نامیده می‌شود. به هر حال این تغییر شکل تحت تأثیر ناخالصی‌هایی از قبیل آلومینیوم و روی قرار می‌گیرد که با افزودن آنتیموان یا بیسموت می‌توان از آن جلوگیری کرد.

کاربردها: قلع به آسانی به آهن متصل شده و برای پوشش سرب روی و فولاد مورد استفاده قرار می‌گیرد تا از پوسیدگی آنها جلوگیری شود. قوطی‌های فولادی با پوشش قلع برای نگهداری غذا کاربردی وسیع دارد و این کاربرد بخش وسیعی از بازار قلع فلزی را تشکیل می‌دهد.

سایر کاربردها

- برخی از آلیاژهای مهم قلع عبارت‌اند از: برنز، مفرغ، بابت، آلیاژ ریخته‌گری شده تحت فشار، پیوتر، برنز فسفردار، لحیم نرم و فلز سفید.
- مهم‌ترین نمک آن قلع کلرید است که به‌عنوان عامل کاهنده و یک خورنده در چاپ روی پارچه کاربرد دارد. اگر نمک قلع روی شیشه پاشیده شود لایه‌ای به‌وجود می‌آید که خاصیت هدایت الکتریکی دارد. از این پوشش‌ها در شیشه‌های اتومبیل ضد یخ و روشنایی تابلو فرمان استفاده می‌شود.
- برای ساخت شیشه پنجره با سطحی تخت، بیشتر از روش شناور کردن شیشه مذاب روی قلع مذاب (شیشه شناور) استفاده می‌شود این روش را فرایند Pilkington می‌نامند.

● از قلع همچنین در لحیم کاری برای اتصال لوله‌ها یا مدارهای الکتریکی، در آلیاژهای چرخ دنده، در شیشه‌سازی و طیف وسیعی از کاربردهای شیمیایی قلع استفاده می‌شود.

زیر دمای $72/3^{\circ}\text{K}$ قلع تبدیل به یک ابررسانا می‌شود. در واقع قلع یکی از اولین ابررساناهایی بود که مورد بررسی قرار گرفت؛ Meissner effect که یکی از ویژگی‌های ابررساناها می‌باشد اولین بار در بلورهای قلع ابررسانا کشف شد.

آلیاژ نیوبیوم - قلع (Nb_3Sn) به علت دمای بحرانی بالا (18K) و میدان مغناطیسی بحرانی 25T به صورت سیم‌هایی برای آهنرباهای ابررسانا کاربرد تجاری پیدا کرده است. یک آهنربای ابررسانا به وزن چند کیلوگرم قادر به تولید میدان‌های مغناطیسی مشابه الکترومغناطیس‌های چندتنی می‌باشد.

تاریخچه: قلع یکی از قدیمی‌ترین فلزات شناخته شده است و از دوران باستان به عنوان بخشی از برنز مورد استفاده بوده است. چون موجب سخت شدن مس می‌گردد از 3500 سال قبل از میلاد در وسایل برنزی به کار رفته است.



عمومی	
نام، علامت اختصاری، شماره	Tin, Sn, ۵۰
گروه شیمیایی	فلز ضعیف
گروه، تناوب، بلوک	۱۴ «IVA», ۵, p
جرم حجمی، سختی	7310 kg/m^3 , ۱/۵
رنگ	خاکستری درخشان نقره ای
خواص اتمی	
وزن اتمی	۱۱۸-۱۲۱۰ amu

شعاع اتمی (clac)	۱۴۵ (۱۴۵) pm
شعاع کووالانسی	۱۴۱ pm
شعاع وندروالس	۲۱۷ pm
ساختار الکترونی	$[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^2$
e^- بازی هر سطح انرژی	۲، ۸، ۱۸، ۱۸، ۴
درجه اکسیداسیون «اکسید»	«آمفوتریک» ۴/۲
ساختار کریستالی	چهار گوش
خواص فیزیکی	
حالت ماده	جامد
نقطه ذوب	۵۰۵/۰۸ K (۴۴۹،۴۷ °F)
نقطه جوش	۲۸۷۵ K (۴۷۱۶ °F)
حجم مولی	متر مکعب بر مول « \gg » ۱۰ ^{-۶} « \gg » ۱۶/۲۹
گرمای تبخیر	۲۹۵/۸ kJ/mol
گرمای هم جوشی	۷/۰۲۹ kJ/mol
فشار بخار	۵/۷۸ E-۲۱ Pa at ۵۰۵ K
سرعت صوت	۲۵۰۰ m/s at ۲۹۳/۱۵ K
متفرقه	
الکترونگاتیویته	(درجه پائولینگ « \gg » ۱/۹۶)
ظرفیت گرمایی ویژه	۲۲۸ J/(kg*°K)
رسانایی الکتریکی	اهم ۹/۱۷ ۱۰ ^۶ /m
رسانایی گرمایی	۶۶/۶ W/(m*°K)

ارزشیابی پایانی جلسه هفتم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل کاربرگ توسط هنرجویان نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجویان ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه هفتم

خیر	بلی	مؤلفه‌های خودارزیابی
		مشخصات عمومی روی را متوجه شدم.
		تأثیر عناصر آلیاژی بر روی آلیاژهای روی را یاد گرفتم.
		ریخته‌گری آلیاژهای روی را متوجه شدم.
		مشخصات عمومی سرب را یاد گرفتم.
		آلیاژ یاتاقان و خواص آن را متوجه شدم.
		مشخصات عمومی قلع را یاد گرفتم.
		ارزشیابی توسط هنرآموز
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۳	مشخصات عمومی روی را متوجه شده است.
	۳	تأثیر عناصر آلیاژی بر روی آلیاژهای روی را یاد گرفته است.
	۳	ریخته‌گری آلیاژهای روی را متوجه شده است.
	۳	مشخصات عمومی سرب را یاد گرفته است.
	۳	آلیاژ یاتاقان و خواص آن را متوجه شده است.
	۳	مشخصات عمومی قلع را یاد گرفته است.
	۲	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع



فصل سوم

مدل سازی با استفاده از چاپگرهای سه بعدی

مدل سازی در نرم افزار سالدورکز

شرایط سایت رایانه

- این درس به صورت کامل در سایت رایانه اجرا می شود.
- سایت رایانه باید مجهز به شبکه داخلی (NetSupport) و اینترنت باشد.
- از هر رایانه باید حداکثر دو نفر استفاده کنند.
- نسخه نرم افزار سالدورکز نصب شده روی رایانه ها نباید قدیمی تر از نسخه ۲۰۱۶ باشد.
- تمرینات هنرجویان باید در رایانه سرور به صورت تفکیک شده بایگانی شود.

مقدمه

این بخش به اینترنت برای جست و جو و اجرای فعالیت ها نیاز دارد. از فیلم ها و انیمیشن های آموزشی برای مقایسه نرم افزارهای کد (CAD) استفاده کنید. با توجه به اینکه هنرجویان در سال دهم با اتوکد کار کرده و آن را می شناسند، درباره نحوه عمل و مقایسه این دو نرم افزار توضیح دهید. شاید لازم باشد در ابتدای جلسه برای یادآوری زمانی را به کار با اتوکد و فرمان های اصلی آن در مدل سازی صلب اختصاص دهید.

آموزش این فصل به خوبی صورت نمی گیرد مگر اینکه هنرآموزان محترم با علاقه و با استفاده از طرح درس و به کمک وسایل کمک آموزشی مانند فیلم و انیمیشن و... تدریس را انجام دهند.

معرفی نرم افزار سالدورکز و آشنایی با آن

در حد چند جمله تاریخچه سالدورکز را بیان کنید. عملکردهای اصلی نرم افزار را نام ببرید. با نمایش تصاویری جذاب عملکرد مدل سازی قطعه، مونتاژ و نقشه کشی را توضیح دهید.

آموزش مبحث مونتاژ در این فصل پیش بینی نشده است اما آن را به عنوان یکی از عملکردهای سالدورکز توضیح دهید.

نکته



رشته هایی که از این نرم افزار استفاده می کنند را نام ببرید. مثلاً:
نرم افزار سالدورکز برای رشته های درسی زیر بسیار مفید و کاربردی و یادگیری آن کاملاً ضروری است:

- رشته مهندسی مکانیک گرایش جامدات
- مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید
- شرکت هایی که در حوزه تولید قطعات خودرو فعال هستند

- هوافضا و صنایع هواپیمایی
- طراحی لوازم خانگی و مبلمان
- کسانی که علاقه مند به طراحی سه بعدی مکانیکی می باشند
- رشته مهندسی صنایع
- رشته مهندسی پزشکی گرایش بیومکانیک
- نقشه کشی صنعتی

دانش افزایی

نرم افزار										
NX	تاپ سالید	سالیداج	پرو اینجینیر	کتیا	انو کد مکاتیکال	انو کد	ایونیتور	سالیدور کر		
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	مکانیک	رشته
✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	برق	
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	طراحی	
×	✓	×	×	✓	×	✓	✓	×	معماری	
✓	✓	×	✓	×	×	×	×	✓	هوافضا	
×	×	×	✓	×	×	×	×	✓	پزشکی	
✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	خودرو	
✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	انیمیشن و تصویرسازی	عملکرد
✓	×	✓	×	×	✓	✓	×	✓	برآورد هزینه	
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	مدل سازی و مونتاژ	
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	شبیه سازی و تحلیل	
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	مستندسازی	

در صورت نیاز به اطلاعات تکمیلی درباره نرم افزارهای کد و جداول مقایسه‌ای بیشتر به سایت <http://www.3ds.ir> مراجعه کنید.

روند مدل سازی در نرم افزارهای CAD

در روند مدل سازی اجزای مختلف یک مجموعه را با ذکر نمونه نام ببرید. مجموعه - زیرمجموعه - قطعه - فیچر - اسکچ - اجزای اسکچ - قیدهای اسکچ. روش های چهارگانه مدل سازی قطعات در نرم افزارهای کد را با ذکر مثال توضیح دهید. از این روش ها روی اکستروود تأکید کنید. حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد مدل سازی قطعات با استفاده از اکستروود انجام می شود.

احجام مرکب

تجزیه و تحلیل احجام مرکب یکی از مباحث مهم در مدل سازی است. با تشریح مثال های کتاب و همچنین مثال های دیگری که هنرآموز محترم از قبل تهیه می کند این مبحث را آموزش دهید. فعالیت کلاسی صفحه ۶۷ نیز یکی از فعالیت های مهم این جلسه هست. این احجام عمدتاً با استفاده از اکستروود مدل سازی می شوند. هنرجویان باید احجام به کار رفته (فیچرهای اکستروود) در مدل را با دست آزاد، اما متناسب ترسیم کنند. در صورتی که در کلاس زمان کافی برای اجرای این فعالیت باقی نماند آن را به صورت تکلیف در منزل در نظر گرفته و روی اجرای صحیح آن تأکید کنید. این فعالیت باید به صورت انفرادی انجام شود و تکلیف نهایی بایگانی گردد.

نصب نرم افزار سالیودورکز

درباره نصب نرم افزار توضیح دهید و در صورت لزوم مراحل نصب را روی یک سیستم به صورت زنده نمایش دهید. در موقع نصب نرم افزار در مورد قانون کپی رایت و لزوم رعایت آن و همچنین دلیل عدم اجرای این قانون در شرایط حاضر توضیح دهید. در مورد قیمت نسخه اصلی نرم افزارهای کد و نسخه های دانشجویی و آموزشی آنها نیز توضیح دهید.

درباره کاربرد نرم افزارهایی که همراه سالیودورکز نصب می شوند توضیح دهید و نحوه نصب یا عدم نصب آنها را نمایش دهید.

رابط کاربر نرم افزار سالیودورکز

در این بخش هنرجویان باید بتوانند نرم افزار را اجرا کنند، وارد محیط های سه گانه نرم افزار شوند، در محیط مدل سازی قطعه یک اسکچ را شروع کنند و واحد ترسیم را تعیین نمایند.

منظور از شروع اسکچ این است که صفحه اسکچ را انتخاب کنند و دکمه اسکچ را کلیک کنند. در این مرحله نیازی به استفاده از ابزارهای ترسیمی در اسکچ نیست. در صورت لزوم به دستورهای فایلی و عمومی اشاره کنید. یکی از اشکالات احتمالی ذخیره نکردن فایل نقشه است.

ارزشیابی

جدول زیر شامل ۲ نوع ارزشیابی است. ۱- خودارزیابی توسط هنرجو که ۲ نمره دارد ۲- ارزشیابی توسط هنرآموز. سعی بر این بوده که مطابق ژوری ثبت نمره نهایی آخر فصل ارزشیابی انجام شود. نمره نهایی فصل، میانگین نمرات جلسات است. برای نمره مستمر هم فقط میانگین را وارد کنید.

کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه هشتم

خودارزیابی توسط هنرجو		
بلی	خیر	مؤلفه های خودارزیابی
		عملکرد کلی نرم افزار سالیدورکز را می دانم.
		روند مدل سازی در نرم افزار سالیدورکز را می شناسم.
		روش های اصلی مدل سازی قطعات را می دانم.
		می توانم دو نرم افزار مدل سازی را نام ببرم.
		برای هر یک از روش های اصلی مدل سازی می توانم مثال بزنم.
		می توانم دستورات فایلی را در نرم افزار سالیدورکز اجرا کنم.
		می توانم وارد محیط مدل سازی شده و یک اسکچ را شروع کنم.
		در کار گروهی وظایف خود را به خوبی انجام می دهم.
		در حفاظت از ابزار و تجهیزات جدید دارم.
		نکات ایمنی و حفاظتی را رعایت می کنم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۲	عملکرد کلی نرم‌افزار سالی‌دورکز را می‌داند.
	۲	روند مدل‌سازی در نرم‌افزار سالی‌دورکز را می‌شناسد.
	۲	روش‌های اصلی مدل‌سازی قطعات را می‌داند.
	۲	برای هر یک از روش‌های اصلی مدل‌سازی می‌تواند مثال بزند.
	۲	می‌تواند دستورات فایلی را در نرم‌افزار سالی‌دورکز اجرا کند.
	۳	می‌تواند وارد محیط مدل‌سازی شده و یک اسکچ را شروع کند.
	۲	در حفاظت از ابزار و تجهیزات جدید دارد.
	۱	نکات ایمنی و حفاظتی را رعایت می‌کند.
	۲	میزان مؤثر بودن در کار گروهی.
	۲	صحت خودارزیابی هنرجو.
	۲۰	جمع

جلسه نهم

کار با نرم افزار سالدورکز

مقدمه

در این جلسه هنرآموزان باید بتوانند یک اسکچ را در صفحه ترسیم مورد نظر رسم کنند، سپس آن را اندازه گذاری کرده و در نهایت از محیط اسکچ خارج شده و فایل نقشه را ذخیره کنند.

قبل از ترسیم اسکچ باید هنرجو با تجزیه و تحلیل مدل آشنا شده باشد. او باید بتواند فیچر اصلی را مشخص کرده و صفحه ترسیم اسکچ را تعیین کند. تعیین واحد اولین مرحله ترسیم اسکچ است. اگر مراحل نصب نرم افزار را به صورت زنده در کلاس نمایش دهید، هنرجویان متوجه خواهند شد که در اولین اجرای نرم افزار نیاز به تعیین واحدهای مورد نیاز است که با تعیین آنها در اجراهای بعدی نیازی به تعیین واحد نیست.

ترسیم اسکچ

برای شروع اسکچ و فعال کردن ابزارهای آن روش های مختلفی وجود دارد. این روش ها را توضیح دهید و از هنرجویان بخواهید که یک روش را انتخاب کرده و همیشه از آن استفاده کنند.

سعی کنید حتی المقدور از اسکچ های ساده استفاده کنید. ترسیم اسکچ های ساده آسان تر و کنترل کردن آنها راحت تر است. مثلاً بسیاری از فیلتها و یا الگوها را به جای ترسیم در اسکچ، که جز پیچیده کردن اسکچ سود دیگری ندارد، می توان به صورت فیچر اعمال کرد. البته اگر فیلت پارامتریک بوده و مرکز آن با یکی از اعضای اسکچ هم مرکز باشد را نمی توان به صورت فیچر اعمال کرد و باید در اسکچ آن را رسم کرد.

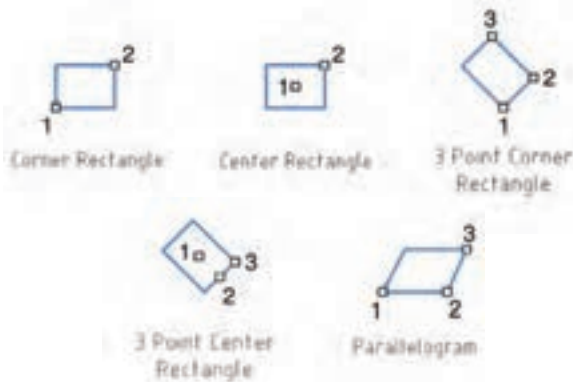
ابزارهای ترسیمی

مهم ترین ابزار ترسیمی ابزار Line است که باید به خوبی از آن استفاده نمود و کاملاً به آن مسلط شد. بر ویژگی ترسیم کمان مماس در ابزار Line تأکید کنید و یادگیری آن را رصد نمایید. ابزارهای ترسیمی در سالدورکز تفاوت زیادی با نرم افزارهای کد از جمله اتوکد ندارد. در کتاب درسی همه ابزارها با جزئیات توضیح داده نشده است. در صورت امکان استفاده از راهنمای نرم افزار را به صورت آفلاین و یا آنلاین توضیح دهید و هنرجویان را هدایت کنید تا نحوه اجرای بقیه ابزارها را با استفاده از انیمیشن ها و تصاویر موجود در راهنمای نرم افزار درک کنند.

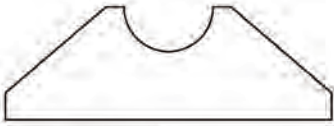
روش های دسترسی به ابزارهای اسکچ نیز متفاوت است. بهتر است یک روش را به خوبی آموخت و همیشه از آن استفاده کرد. این کار موجب سرعت عمل در

ترسیم نقشه و مدل سازی می گردد.

نحوه اجرای روش های مختلف ترسیم مستطیل در شکل زیر نمایش داده شده است:



در فعالیت کلاسی صفحه ۷۲ کافی است اسکیج اصلی در نمای روبه رو ترسیم شده و حجم کلی یاتاقان ایجاد شود. هنرآموز محترم این فعالیت را یک بار به صورت عملی و مرحله به مرحله ترسیم کند.

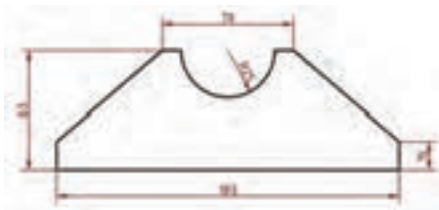


اندازه گذاری اسکیج

ابزار اندازه گذاری Smart Dimension است که انواع اندازه گذاری های مورد نیاز با توجه به انتخاب موضوع را در اسکیج درج می کند. جدول نوع اندازه را با توجه به موضوعات انتخاب شده نمایش می دهد. می توان با یک تمرین همه این اندازه ها را درج کرد.

در اندازه گذاری اسکیج باید تنها اندازه های مورد نیاز اعمال کرد و آن بخش هایی که باید با قیدهای هندسی مقید نمود را اندازه گذاری نکرد. تمریناتی که برای ترسیم اسکیج در نظر می گیرید، باید طوری اندازه گذاری شده باشد که هنرجو تنها همان اندازه ها را روی اسکیج اعمال کند.

فعالیت کلاسی صفحه ۷۵ تنها نیاز به ۵ اندازه گذاری وجود دارد اما با توجه به اینکه



هنوز قیدگذاری توضیح داده نشده است باید اندازه های دیگر نیز اعمال شود. توجه هنرجویان را به این نکته جلب کنید که با درج هر اندازه، رنگ موضوعات از آبی به مشکی تغییر می کند.

در ادامه این جلسه هنرجویان تعدادی از اسکچ های صفحه ۸۱ را رسم کرده، اندازه گذاری نموده و به صورت مجزا ذخیره کنند.

کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه نهم

خودارزیابی توسط هنرجو		
بلی	خیر	مؤلفه های خودارزیابی
		می توانم فیچر اصلی قطعات را مشخص کنم.
		می توانم صفحه ترسیم اسکچ را مشخص کنم.
		تفاوت بین اسکچ و نقشه را می دانم.
		ابزارهای ترسیم اسکچ را می شناسم.
		می توانم یک اسکچ را ترسیم کرده و ذخیره کنم.
		می توانم یک اسکچ را اندازه گذاری کنم.
		در حفاظت از ابزار و تجهیزات جدید دارم.
		نکات ایمنی و حفاظتی را رعایت می کنم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه های ارزشیابی
	۲	فیچر اصلی قطعات را مشخص می کند.
	۲	صفحه ترسیم اسکچ را تعیین می کند.
	۲	ابزارهای ترسیم اسکچ را می شناسد.
	۳	یک اسکچ را ترسیم کرده و ذخیره می کند.
	۳	اسکچ را اندازه گذاری می کند.
	۲	در حفاظت از ابزار و تجهیزات جدید دارد.
	۲	نکات ایمنی و حفاظتی را رعایت می کند.
	۲	میزان مؤثر بودن در کار گروهی.
	۲	صحت خودارزیابی هنرجو.
	۲۰	جمع

ابزارهای ویرایشی – قیدگذاری

ابزارهای ویرایشی

ابزارهای ویرایشی Offset، Mirror و Pattern در این جلسه توضیح داده می‌شود. در الگوی خطی ابتدا الگو در یک جهت را توضیح دهید. مانند تعدادی دایره که با فاصله مشخص در یک مسیر مستقیم پشت سر هم قرار گرفته‌اند. در بخش Instances تعداد و در بخش Spacing فاصله بین اعضای الگو وارد شود. سپس یک الگوی خطی که دوجهته باشد توضیح دهید. در اینجا نیز بعد از تعیین جهت باید تعداد و فاصله بین اعضای الگو در هر جهت به صورت مجزا تعیین شود. در نهایت یک الگوی خطی که زاویه داشته باشد و احیاناً یک یا چند عضو آن ناقص باشد را اجرا کنید و تمرین بدهید.

در الگوی دایره‌ای نیز ابتدا یک الگوی کامل به مرکز مبدأ مختصات آموزش دهید سپس الگوی دایره‌ای غیر ۳۶۰ درجه (مثلاً نیم‌دایره) در نهایت هنرجو باید بتواند در مواجهه با یک الگو، قبل از ترسیم آن تمامی پارامترهای مورد نیاز را تعیین کند. این پارامترها در الگوی دایره‌ای عبارت‌اند از: جزء پایه (همان عضوی که تکرار می‌شود)

مرکز الگو

تعداد اعضای الگو

زاویه بین اعضا و یا زاویه کل الگو

جهت ایجاد الگو در الگوهای دایره‌ای ناکامل و غیر ۳۶۰ درجه

قیدگذاری اسکچ

برای توضیح قید باید درجات آزادی را توضیح داد. یک نقطه در فضا شش درجه آزادی دارد. یک نقطه در صفحه دو درجه آزادی دارد. یک دایره در صفحه علاوه بر دو درجه آزادی مرکز آن، یک درجه آزادی شعاع دارد. یک پاره‌خط از دو نقطه تشکیل شده است که هر کدام دو درجه آزادی دارند.

همیشه سعی کنید اسکچ را از مبدأ مختصات شروع کنید و از قیدهای خودکاری که خود نرم‌افزار اعمال می‌کند استفاده کنید.

نکته



گاهی وجود یک قید مانع اعمال قید مورد نظر می شود، در این حالت در صورتی که منطق قیدگذاری را درک کرده باشید به راحتی می توان قید مزاحم را حذف کرده و اقدام به اعمال قید مورد نظر نمود.

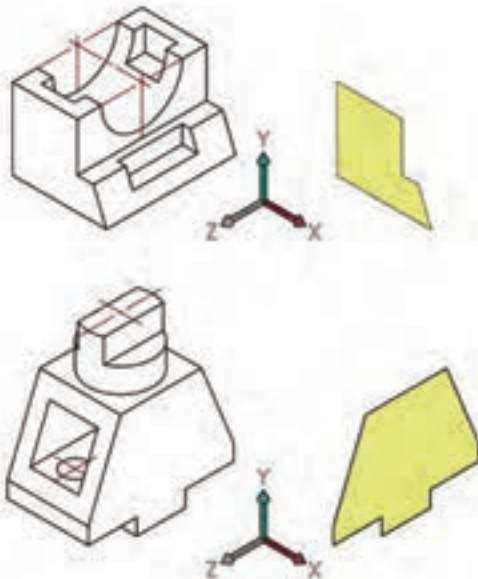
تأکید نمایید که باید تمامی اسکچ ها کاملاً مقید باشند مگر اینکه به دلایلی یک اسکچ خاص را مستثنی کنید.

اسکچ های فعالیت کلاسی صفحه ۸۱ باید به صورت مجزا ذخیره شوند. یعنی هر هنرجو باید ۱۵ فایل مجزا را ذخیره کند. ابعاد هر خانه شطرنجی در این فعالیت ۵ میلی متر است.

ترسیم اسکچ و مقید کردن آن یکی از مهم ترین مراحل در مدل سازی پارامتریک است بنابراین مطمئن شوید که اکثریت هنرجویان این مبحث را به خوبی فراگرفته و به آن مسلط هستند.

به طور کلی هنرجو باید بعد از دیدن یک قطعه یا مدل آن بتواند بعد از تجزیه و تحلیل آن، ابتدا فیچر اصلی آن را تشخیص دهد سپس بتواند اسکچ آن فیچر را در صفحه طراحی مورد نظر ترسیم کند. البته در صورتی که اسکچ در صفحه اشتباه ترسیم شده باشد (مثلاً به جای نمای روبه رو در نمای بالا) می توان با استفاده از گزینه Edit Sketch Plane صفحه ترسیم آن را تغییر داد.

تصویر زیر نمونه ای از تمریناتی است که می توان در کلاس ارائه کرد. هنرجو باید فیچر اصلی قطعه را تشخیص دهد و اسکچ آن را در صفحه مناسب ترسیم کند.



کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه دهم

خودارزیابی توسط هنرجو		
بلی	خیر	مؤلفه‌های خودارزیابی
		ابزارهای ویرایشی را می‌شناسم.
		روش اجرای ابزارهای ویرایشی را می‌دانم.
		انواع قید را می‌شناسم.
		لزوم قیدگذاری را می‌دانم.
		انواع قیدهایی قابل اجرا روی یک موضوع خاص را می‌دانم.
		می‌توانم یک اسکچ را قیدگذاری کنم.
		می‌توانم قیدهایی ناخواسته را حذف کنم.
		در کار گروهی وظایف خود را به‌خوبی انجام می‌دهم.
		تعداد جواب‌های بلی
		نمره (هر مورد ۰/۲۵)

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۲	ابزارهای ویرایشی را می‌شناسد.
	۲	روش اجرای ابزارهای ویرایشی را می‌داند.
	۲	انواع قید را می‌شناسد.
	۲	لزوم قیدگذاری را می‌داند.
	۲	انواع قیدهایی قابل اجرا روی یک موضوع خاص را می‌داند.
	۴	می‌تواند یک اسکچ را قیدگذاری کند.
	۲	می‌تواند قیدهایی ناخواسته را حذف کند.
	۲	در کار گروهی وظایف خود را به‌خوبی انجام می‌دهد.
	۲	صحت نمره خودارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

جلسه یازدهم

مدل سازی و نحوه نمایش مدل در محیط نرم افزار

مقدمه

در این جلسه هنرآموزان با یکی از روش های چهارگانه مدل سازی که در تمامی نرم افزارهای کد مشترک است آشنا می شوند و باید به اکستروود کاملاً مسلط شوند.

در این جلسه هم باید روی تجزیه و تحلیل قطعه و تشخیص فیچر اصلی آن تأکید شود و با ارائه تمرینات مناسب هنرجویان بتوانند آن را به خوبی انجام دهند.

اکستروود

در اکستروود گزینه های مختلفی وجود دارد که در کتاب نیز تعدادی از آنها توضیح داده شده است. شاید برخی از این گزینه ها در ابتدای امر ضروری به نظر نرسد و با ممارست و بعد از کسب تجربه از آنها استفاده شود. این گزینه ها را هنرآموز محترم در کلاس روی یک قطعه مناسب اجرا کند و به صورت فیلم یا با استفاده از شبکه و ویدئو پروژکتور نمایش دهد. اما روی برخی از گزینه های اکستروود تأکید بیشتری شود و اطمینان حاصل کند که ضرورت اجرا و نحوه عملکرد آنها را به خوبی فرا گرفته اند. گزینه هایی که باید بیشتر مورد تأکید قرار گیرند عبارت اند از:

- اکستروود یک طرفه
- اکستروود سرتاسری
- اکستروود دوطرفه متقارن
- اکستروود دوطرفه نامتقارن
- اکستروود تا یک موضوع خاص
- اکستروود با زاویه باریک شدگی
- اکستروود دیواره ای یا نازک

در این مرحله تعداد زیاد تمرینات کمک زیادی به تفهیم موضوع و تسلط هنرجویان بر گزینه های مختلف اکستروود می کند. لازم نیست از تمرینات پیچیده استفاده کرده و هنرجویان موظف باشند که قطعه را کامل کنند، کافی است روی هر قطعه اولین فیچر را اجرا کرده و فایل را ذخیره کنند. از فایل های ذخیره شده می توان در جلسات دیگر استفاده کرده و اجرای فیچرهای تکمیلی را تمرین کرد.

دانش افزایی نحوه نمایش مدل با استفاده از ماوس

ماوس در تغییر دید مدل دارای عملکردهای مختلفی است از جمله:

چرخش چرخ (اسکرول) ماوس باعث زوم به داخل یا زوم به خارج می شود.

نکته



در سالیدورکز جهت چرخش چرخ ماوس برعکس اتوکد است. برای تغییر آن می‌توان از منوی `View > System Options > Tools > Options > Reverse mouse wheel zoom direction` را تیک زد.

درگ کردن چرخ ماوس همراه با Shift نیز عملکرد زوم را دارد (چه تفاوتی با اسکرول دارد؟).

درگ کردن چرخ ماوس همراه با Ctrl موجب جابه‌جایی (Pan) مدل در صفحه می‌شود.

درگ کردن چرخ ماوس به تنهایی موجب چرخش مدل می‌شود.

دبل کلیک چرخ ماوس عملکرد Zoom to Fit را اجرا می‌کند.

نکته



برای چرخش مدل حول یک گوشه، لبه یا صفحه، ابتدا با چرخ ماوس روی آن قسمت کلیک کنید سپس با همان دکمه درگ کنید.

درگ کردن دکمه سمت راست ماوس عملکردی به نام Gesture دارد. در این حالت تعدادی ابزار به صورت دایره‌ای در اطراف نشانگر ماوس نمایش داده می‌شود



که می‌توان آنها را انتخاب کرد. با این روش می‌توان در محیط مدل‌سازی نماهای مختلف یا تصویر مجسم را احضار کرد. مثلاً ترسیم یک خط اریب فرضی به سمت بالا سمت راست با دکمه سمت راست ماوس موجب احضار تصویر مجسم می‌شود.

نکته



ابزارهای Mouse Gesture در محیط اسکچ، قطعه، مونتاژ و نقشه‌کشی متفاوت است. تعداد این ابزارها به صورت پیش‌فرض ۴ است. با استفاده از منوی `Tools > Customize > Mouse Gestures` می‌توان تعداد و نوع ابزارهای مورد استفاده در این عملکرد را تعیین کرد.

در فعالیت کلاسی صفحه ۸۵ باید با دو تا چهار فیچر قطعات مدل‌سازی شوند. بهتر است با نمایش مدل‌سازی آنها و یا توضیح فیچرهای مورد نیاز و ترتیب آنها و همچنین اسکچ و صفحه ترسیم و نوع اکستروود را مشخص کنید.

کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه یازدهم

خودارزیابی توسط هنرجو		
بلی	خیر	مؤلفه های خودارزیابی
		روش اجرای اکستروود را می دانم.
		می توانم با استفاده از اکستروود قطعات مختلف را مدل سازی کنم.
		تفاوت اکستروود افزایشی و کاهشی را می دانم.
		می توانم با استفاده از اکستروود یک حفره سرتاسری در مدل ایجاد کنم.
		می توانم با استفاده از اکستروود یک زائده با طول معین در مدل ایجاد کنم.
		در کار گروهی وظایف خود را به خوبی انجام می دهم.
		در حفاظت از ابزار و تجهیزات جدید دارم.
		نکات ایمنی و حفاظتی را رعایت می کنم.

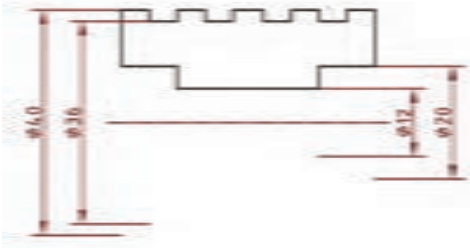
ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه های ارزشیابی
	۲	روش اجرای اکستروود را می داند.
	۲	می تواند با استفاده از اکستروود قطعات مختلف را مدل سازی کند.
	۲	تفاوت اکستروود افزایشی و کاهشی را می داند.
	۳	می تواند با استفاده از اکستروود یک حفره سرتاسری در مدل ایجاد کند.
	۳	می تواند با استفاده از اکستروود یک زائده با طول معین در مدل ایجاد کند.
	۲	در حفاظت از ابزار و تجهیزات جدید دارد.
	۲	نکات ایمنی و حفاظتی را رعایت می کند.
	۲	میزان مؤثر بودن در کار گروهی.
	۲	صحت خودارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

جلسه دوازدهم

مدل سازی احجام دوار

ری والو (Revolve)

همان طور که در کتاب درسی به صورت نکته ذکر شده است: «علاوه بر خط محور از لبه های مدل و خطوط اسکچ نیز می توان به عنوان محور دوران استفاده کرد.» اما سعی کنید همیشه محور دوران به صورت خط محور مشخص شده باشد حتی اگر محور دوران یکی از لبه های اسکچ باشد نیز روی آن (با طول بیشتر) یک خط محور ترسیم کنید.



وجود خط محور در اسکچ این مزیت را دارد که در اندازه گذاری بتوان قطر را به صورت فاصله دوبرابر اندازه گذاری کرد.

فعالیت کلاسی صفحه ۸۸ و ۸۹ شامل ۸ حجم است که سه تای اول با استفاده از دوران و پنج حجم باقی مانده با استفاده از اکستروود قابل مدل سازی هستند. هر کدام از این احجام باید در یک فایل مجزا ذخیره شوند. برای اجرای فعالیت صفحه ۸۹ هنرجویان را راهنمایی کنید تا از یک اسکچ باز به روش Thin Feature استفاده کنند.

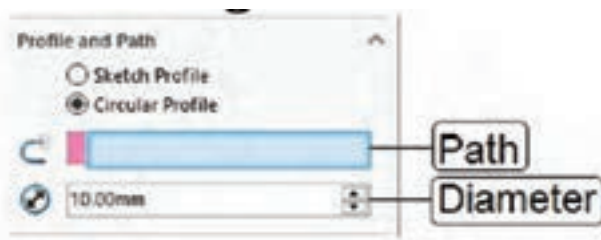
مدل سازی احجام با استفاده از اکستروود پروفیل در یک مسیر (سوئیپ)

برای اجرای سوئیپ به نکات زیر توجه کنید:

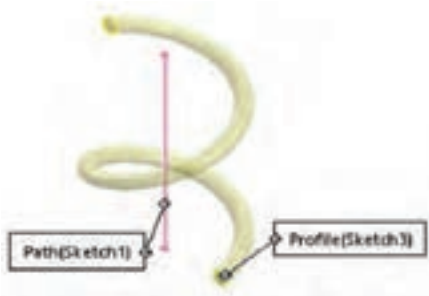
1 پروفیل باید یک اسکچ بسته باشد. می توان به جای ترسیم اسکچ پروفیل یکی از وجوه مدل را انتخاب کرد. علاوه بر این می توان با انتخاب لبه های مدل که یک شکل بسته را تشکیل دهند نیز پروفیل را تعریف کرد.



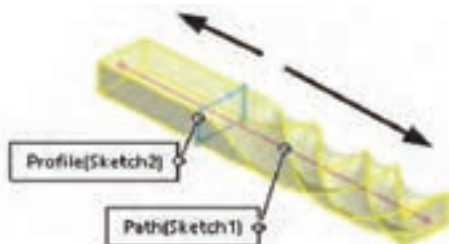
- ۲ مسیر می تواند یک اسکچ باز و یا بسته باشد که از پشت سر هم قرار گرفتن اسکچ های مختلف یا لبه های مدل تشکیل شده است.
- ۳ نقطه شروع مسیر باید در صفحه ترسیم اسکچ پروفیل باشد.
- ۴ پروفیل و مسیری که در سوئیپ مورد استفاده قرار می گیرد نباید همدیگر را قطع کنند.
- ۵ مدل های لوله ای نیازی به رسم پروفیل ندارند و کافی است از حالت Circular Profile استفاده کرده و قطر دایره پروفیل را تعیین کنید.



- ۶ در حالت Twist Value پروفیل حول مسیر می چرخد. از این گزینه برای مدل سازی انواع فنرهای مارپیچ و پیچ و مهره می توان استفاده کرد.



- ۷ چنانچه پروفیل در مسیر باشد و نه ابتدای آن، می توان در هر جهت مشخصات مختلفی برای سوئیپ در نظر گرفت.



در فعالیت ۱۵ مسیر باید در نمای افقی و از مبدأ مختصات شروع شود، پروفیل نیز در نمای روبه‌رو طوری قرار گیرد که مبدأ مختصات در وسط آن باشد.

صفحات مرجع

در این بخش دو نوع صفحه مرجع موازی و صفحه مرجع عمود بر مسیر در نقطه ابتدای آن (برای ایجاد صفحه پروفیل عمود بر مسیر در فیچر سوئیپ) توضیح داده شده است. در صورتی که وقت کلاس اجازه می‌دهد می‌توان بقیه صفحات مرجع و همچنین نقاط و محورهای مرجع را نیز توضیح داد و زمان تدریس آن را مدیریت کرد.

در مدل‌سازی یکی از مهارت‌های پایه ساختن عناصر مرجع است. اطمینان حاصل کنید که هنرجویان تسلط کافی بر ساختن صفحات موازی، عمود، و در صورت امکان مماس و شیب‌دار کسب کرده باشند.

قبل از ایجاد صفحات مرجع سعی کنید مفهوم هندسی صفحه و پارامترهای تعریف صفحه را یادآوری کنید. مثلاً صفحه‌ای که از سه نقطه خاص بگذرد و یا صفحه‌ای که نیمساز دو صفحه متقاطع باشد.

برای فعالیت کلاسی صفحه ۹۱ که مدل اصلی آن قبلاً ذخیره شده است را باز کنید و یک صفحه موازی صفحه Right با فاصله ۳۰ ایجاد کنید. در این صفحه اسکچ مستطیلی مورد نظر را رسم و با استفاده از اکستروود کاهشی مدل را تکمیل کنید.

کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه دوازدهم

خودارزیابی توسط هنرجو		
بلی	خیر	مؤلفه های خودارزیابی
		روش اجرای ری والو را می دانم.
		روش اجرای سوئیپ را می دانم.
		می توانم با استفاده از ری والو یک حجم دوار مدل سازی کنم.
		می توانم با استفاده از سوئیپ یک حجم را مدل سازی کنم.
		عناصر مرجع را می شناسم.
		عناصر مرجع مورد نیاز را ایجاد می کنم.
		در کار گروهی وظایف خود را به خوبی انجام می دهم.
		در حفاظت از ابزار و تجهیزات جدیت دارم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه های ارزشیابی
	۲	روش اجرای ری والو را می داند.
	۲	روش اجرای سوئیپ را می داند.
	۳	می تواند با استفاده از ری والو یک حجم دوار مدل سازی کند.
	۳	می تواند با استفاده از سوئیپ یک حجم را مدل سازی کند.
	۲	عناصر مرجع را می شناسد.
	۲	عناصر مرجع مورد نیاز را ایجاد می کند.
	۱	در حفاظت از ابزار و تجهیزات جدیت دارد.
	۱	نکات ایمنی و حفاظتی را رعایت می کند.
	۲	میزان مؤثر بودن در کار گروهی
	۲	صحت خودارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

جلسه سیزدهم

فیچرهای تکمیلی

۱- **گرد کردن لبه‌های مدل:** با اینکه برخی از فیلتهای را می‌توان در اسکچ ایجاد کرد اما به‌طور کلی بهتر است از فیچر Fillet برای گرد کردن لبه‌های مدل استفاده کرد. همان‌طور که گفته شد هرچه اسکچ ساده‌تر باشد راحت‌تر می‌توان آن را کنترل کرد.

در سالیدورکز فیلتهای به دو متد Manual و FilletXpert قابل اجراست. در متد Manual نیز چهار روش وجود دارد که تنها اولین روش یعنی گرد کردن لبه با شعاع ثابت در این فصل تدریس می‌شود.

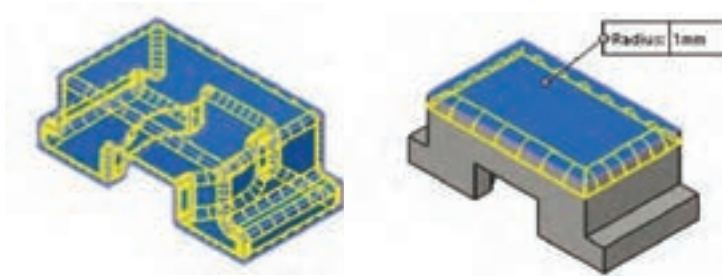
نکته



در فیلت علاوه بر لبه‌های مدل، سطح و فیچرها نیز قابل انتخاب هستند. برای انتخاب هر موضوعی کافی است روی آن کلیک کرد.

اگر یک سطح را برای فیلت انتخاب کنید، تمام لبه‌های آن گرد می‌شود و همین‌طور اگر یک فیچر را انتخاب کنید نیز تمام لبه‌های آن گرد می‌شود.

نکته



۲- **پخ زدن لبه‌های مدل:** برای پخ زدن لبه‌ها از چهار روش: پخ متقارن ۴۵ درجه، پخ نامتقارن با دو طول مختلف، پخ نامتقارن با طول و زاویه و پخ گوشه با سه طول مختلف یا مساوی استفاده می‌شود. برای روش اول و دوم از یک گزینه (Distance_distance) استفاده شده است.

توجه



برای ایجاد پخ متقارن از گزینه Symmetric و برای ایجاد پخ نامتقارن از گزینه Asymmetric استفاده کنید.

دانش افزایی

از گزینه Offset Face برای ایجاد پخ‌های چندگانه با اندازه‌های متفاوت روی لبه‌های یک سطح استفاده می‌شود. لبه‌های مورد نظر را یکی یکی انتخاب کنید و اندازه‌های پخ را روی پنجره‌های کوچک مربوط به هر لبه تعیین کنید.

نکته



پخی که با استفاده از گزینه Offset Face ایجاد شده باشد قابل تبدیل به فیلت است. برای این کار بعد از انتخاب آن در نمودار درختی یا پنجره گرافیکی از منوی راست کلیک گزینه Convert Chamfer to Fillet را انتخاب کنید.

کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه سیزدهم

خودارزیابی توسط هنرجو		
بلی	خیر	مؤلفه‌های خودارزیابی
		فیچرهای تکمیلی را می‌شناسم.
		روش اجرای فیچرهای تکمیلی را می‌دانم.
		می‌توانم با استفاده از فیلتر لبه‌های مدل را گرد کنم.
		می‌توانم با استفاده از چمفر لبه‌های مدل را پخ بزنم.
		می‌توانم با استفاده از ریب تیغه‌های تقویتی در مدل ایجاد کنم.
		در کار گروهی وظایف خود را به‌خوبی انجام می‌دهم.
		در حفاظت از ابزار و تجهیزات جدید دارم.
		نکات ایمنی و حفاظتی را رعایت می‌کنم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۲	فیچرهای تکمیلی را می‌شناسد.
	۲	روش اجرای فیچرهای تکمیلی را می‌داند.
	۳	می‌تواند با استفاده از فیلتر لبه‌های مدل را گرد کند.
	۳	می‌تواند با استفاده از چمفر لبه‌های مدل را پخ بزند.
	۳	می‌تواند با استفاده از ریب تیغه‌های تقویتی در مدل ایجاد کند.
	۲	در حفاظت از ابزار و تجهیزات جدید دارد.
	۱	نکات ایمنی و حفاظتی را رعایت می‌کند.
	۲	میزان مؤثر بودن در کار گروهی
	۲	صحت خودارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

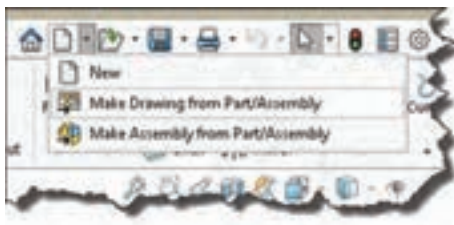
جلسه چهاردهم

نماگیری از مدل

مقدمه

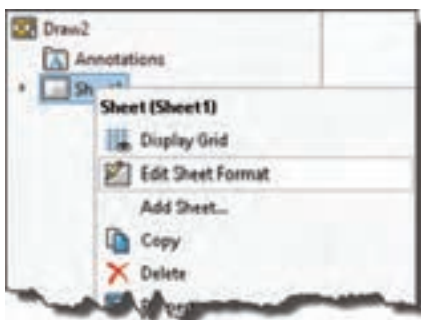
این جلسه به نماگیری از مدل اختصاص داده شده است. برای تمرین مباحث این جلسه می توان از مدل های ذخیره شده در جلسات قبل استفاده کرد. بعد از تدریس این جلسه از هنرجویان انتظار می رود که از مدل موجود نماها و برش های مورد نیاز در قطع های استاندارد استخراج کنند.

نماگیری از مدل



برای ورود به محیط نقشه کشی علاوه بر روش معمول می توان از زیرمجموعه فرمان New و انتخاب Make Drawing from Part/Assembly نیز استفاده کرد.

بهتر است برای هماهنگی کلاس و جلوگیری از اتلاف وقت یک فایل الگو ساخته و به اشتراک بگذارید. برای ایجاد فایل الگو بعد از انتخاب قطع کاغذ و استاندارد و پر کردن جدول و تنظیمات مورد نیاز از جمله سبک اندازه گذاری، فایل را با فرمت Drawing Template (*.drwdot) ذخیره کنید.



برای ویرایش جدول و ویرایش نقشه روی شیت مورد نظر راست کلیک کرده و گزینه Edit Sheet Format را انتخاب کنید.

بعد از ویرایش جدول و قالب نقشه و فعال کردن محیط نقشه کشی، مجدداً روی شیت مورد نظر راست کلیک کرده و گزینه Edit Sheet را انتخاب کنید. **ایجاد نمای اصلی:** Model View یک نمای مستقل از مدل است که می توان آن را نمای اصلی، اول یا والد نامید و نماهای دیگر را از آن مشتق کرد. روند ایجاد نمای اصلی به شرح زیر است:

۱ اگر به صورت پیش فرض پنجره Model View Property Manager نمایش

داده نشده بود احضار ابزار Model View با کلیک کردن روی آن.
۲ روی دکمه Browse از پنجره مدیریت ویژگی‌ها کلیک کنید.

اگر فایل مورد نظر باز باشد نام آن در فیلد Open documents نمایش داده می‌شود. در این حالت کافی است روی آن دبل کلیک کنید.

نکته



۳ فایل مدل قطعه مورد نظر را انتخاب کرده و روی دکمه Open کلیک کنید.
۴ تنظیمات مورد نیاز مانند نوع نما، مقیاس و سبک نمایش را در پنجره مدیریت ویژگی‌ها انتخاب کنید.
۵ برای درج نمای انتخاب شده در موقعیت مناسب در کاغذ نقشه کلیک کنید. نما درج می‌شود و پنجره مدیریت ویژگی‌های Projected View به نمایش درمی‌آید.
۶ بعد از ایجاد نماهای مختلف از نمای موجود و برای خروج از نماگیری کلید Esc را بزنید.

برای ایجاد تصویر مجسم ایزومتریک از نمای روبه‌رو باید نشانگر را به سمت چهار گوشه آن ببرید. در فرجه اول مناسب‌ترین تصویر مجسم ایزومتریک از نمای روبه‌رو در گوشه بالا سمت چپ (شمال غربی) است.

نکته



در نماگیری از نماهای موجود، نماها وابسته به نمای والد خود هستند و با تغییر آن نما، نماهای فرزند نیز تغییر می‌کنند.

نکته



دانش‌افزایی

نمای دتایل یا جزء: می‌توان بخشی از یک نما را با مقیاس دیگری نشان داد این نمای وابسته را دتایل می‌گویند. برای ایجاد نمای دتایل مراحل زیر را انجام دهید:
۱ ابزار Detail View را در مدیریت فرمان‌ها کلیک کنید تا پنجره مدیریت ویژگی‌های Detail View ظاهر شود. در این حالت از شما خواسته می‌شود تا روی بخشی از نمای موجود یک دایره ترسیم کنید.
۲ روی بخشی از نما که می‌خواهید نمای دتایل آن را ایجاد کنید یک دایره ترسیم کنید.
۳ در موقعیت مناسب برای درج نمای دتایل کلیک کنید. هم‌زمان با نمایش مدیریت ویژگی‌ها می‌توان تنظیمات نمای دتایل را تغییر داد.

می‌توان به‌جای دایره برای تعیین بخش دتایل، ابتدا یک اسکچ بسته (مثلاً با Spline) ترسیم کرد و قبل از انتخاب ابزار آن را انتخاب نمود.

نکته



کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه چهاردهم

خودارزیابی توسط هنرجو		
بلی	خیر	مؤلفه های خودارزیابی
		تنظیمات نماگیری و محیط نقشه کشی را می دانم.
		روش های مختلف نماگیری را می شناسم.
		نمای اصلی قطعات را درج می کنم.
		سه نمای قطعات را ثبت می کنم.
		با استفاده از نماهای موجود نماگیری می کنم.
		نماهای موجود را ویرایش می کنم.
		تصویر مجسم قطعات را با سبک های مختلف نمایش می دهم.
		نکات ایمنی و حفاظتی را رعایت می کنم.

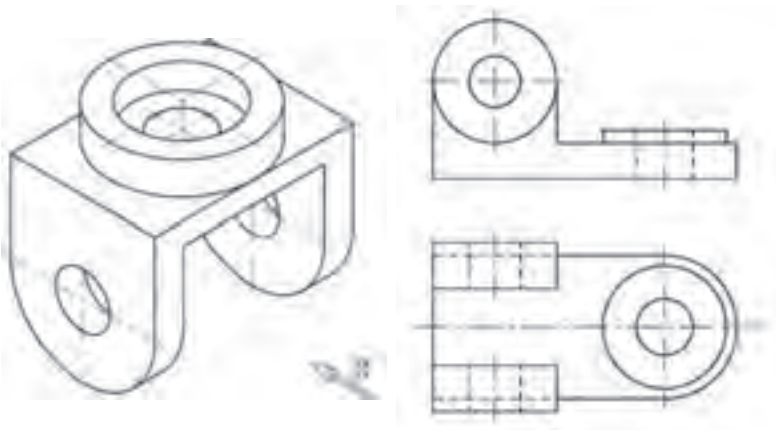
ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه های ارزشیابی
	۲	تنظیمات نماگیری و محیط نقشه کشی را می داند.
	۲	روش های مختلف نماگیری را می شناسد.
	۳	نمای اصلی قطعات را درج می کند.
	۳	سه نمای قطعات را ثبت می کند.
	۳	با استفاده از نماهای موجود نماگیری می کند.
	۲	نماهای موجود را ویرایش می کند.
	۱	تصویر مجسم قطعات را با سبک های مختلف نمایش می دهد.
	۲	میزان مؤثر بودن در کار گروهی
	۲	صحت خودارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

جلسه پانزدهم - شانزدهم - هفدهم

فعالیت‌های تکمیلی

در این سه جلسه که برای تمرین و تکرار فعالیت‌های عملی در نظر گرفته شده می‌توانید از هنرجویان بخواهید که علاوه بر نقشه‌هایی که در زیر آمده است مدل ریخته‌گری فعالیت‌های گذشته را مدل‌سازی و نقشه دوبعدی آنها را تهیه نمایند.

نکته



برای مدل‌سازی قطعات فوق، اندازه‌ها از روی مدل برداشته شود.

نکته



ارزشیابی

برای هر جلسه چک لیستی متناسب با هریک از فعالیت‌ها تنظیم و نمره‌گذاری نمایید.

جلسه هجدهم

چاپگر سه بعدی چیست؟

در ابتدا توضیحاتی در مورد تاریخچه و چگونگی پیدایش چاپگرهای سه بعدی ارائه شود، ممکن است این سؤال در کلاس مطرح شود که چرا ما به چاپگرهای سه بعدی نیاز داریم؟ برای این منظور از خود هنرجویان کمک گرفته شده و سعی شود با طرح سؤالات و سرخ‌هایی در مورد سرعت فرایند چاپگرهای سه بعدی و اقتصادی بودن آن جهت تولید نمونه‌های اولیه و همچنین شخصی سازی محصولات تولیدی متناسب با فرد یا صنعت، آنها را به سمت جواب صحیح هدایت کرد، بهتر است یک نمونه از قطعاتی که به وسیله چاپگرهای سه بعدی تولید شده اند را در کلاس آورد و در مورد چگونگی تولید این قطعه به روش سنتی و زمان ساخت و مسایل فنی آن به بحث و گفت‌وگو پرداخت.

در مورد اینکه چرا امروزه چاپگرهای سه بعدی جایگزین مدل سازی به روش سنتی شده‌اند و تفاوت‌های آن با روش سنتی به بحث و گفت‌وگو بپردازید.

دانش افزایی

اولین تکنولوژی پرینت سه بعدی در سال ۱۹۸۰ میلادی اختراع شد. دکتر کودامای ژاپنی اولین بار این تکنولوژی را به نام خود ثبت کرد. در آن زمان این تکنولوژی نمونه سازی سریع خوانده می شد، نام گذاری به این دلیل بود که این فناوری در واقع برای ساخت سریع و کم هزینه نمونه اولیه برای یک تولید انبوه طراحی شده بود.

سپس چالرز هل در سال ۱۹۸۶ میلادی دستگاه استریولیتوگرافی را به نام خود ثبت کرد. او شرکت 3D system که هم‌اکنون یکی از بزرگ‌ترین فعالان حوزه پرینت سه بعدی است را ایجاد کرد. در آنجا بود که اولین نمونه این دستگاه را با نام SLA ساخت و در سال ۱۹۸۷ میلادی آن را معرفی کرد و در سال ۱۹۸۸ به اولین تست موفق دست پیدا کرد.

در همان زمان کارل دکارد که در دانشگاه تگزاس مشغول بود در سال ۱۹۸۷ فرایند نمونه سازی سریع با پخت لیزری قابل انتخاب را با نام خود پر کرد. این ثبت اختراع در سال ۱۹۸۹ میلادی صادر شد و بعد از آن مجوزش به شرکت DTM داده شد که بعدها توسط 3D System خریداری شد.

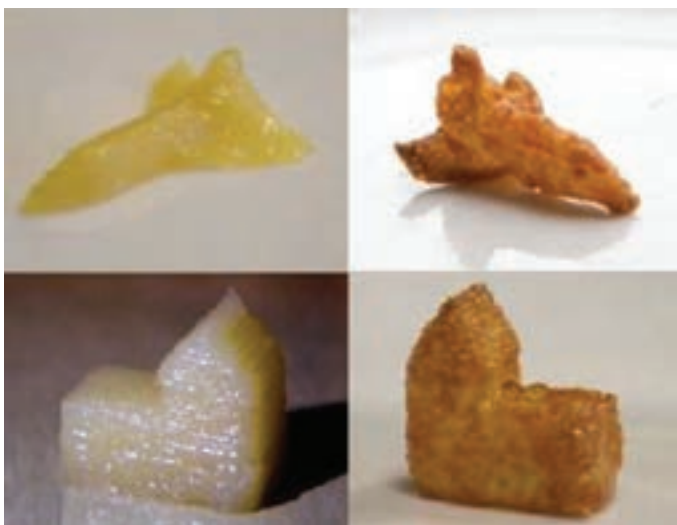
در سال ۱۹۹۲ میلادی فناوری پرینت سه بعدی به روش FDM اختراع شد و در سال ۲۰۰۰ Mcp technologies دستگاه پرینت SLM را معرفی کرد، در سال ۲۰۰۷ اولین پرینت سه بعدی با قیمت پایین تر از ده هزار دلار عرضه شد. به غیر از موارد بالا اتفاقات دیگری نیز در این حوزه رخ داده است مثل ساخت اولین پرینتر رومیزی، اولین پرینتر ارزان قیمت و

کاربرد چاپگرهای سه بعدی

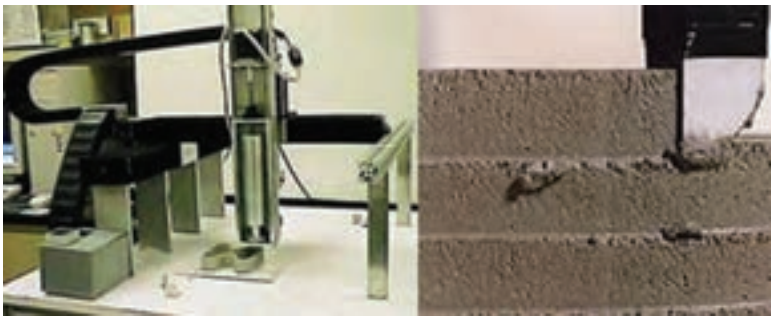
در ابتدا با استفاده از ویدئو پروژکتور انواع قطعاتی را که برای صنایع مختلف با استفاده از چاپگرهای سه بعدی تولید شده‌اند به تفکیک نمایش داده و با طرح سؤالاتی از قبیل «به نظر شما چاپ مدل‌های سه بعدی در صنعت معماری چه تأثیری بر این صنعت گذاشته و چه تحولی را در این صنعت موجب شده است» در مورد هر یک از این صنایع به بحث و گفت‌وگو پردازید.

پرینت سه بعدی در پزشکی

۱- صنایع غذایی: صنایع غذایی یکی از عوامل اساسی زندگی است که در پایه هرم نیازهای انسانی قرار دارد. وارد کردن صنایع غذایی به عصر دیجیتال یکی از کاربردهای ضروری و انقلابی چاپ سه بعدی است. استفاده از این تکنولوژی باعث می‌شود فرایندها سریع و خودکار تکرار شوند، آزادی در طراحی، و همچنین امکان تغییر و انعطاف‌پذیری زیاد فرایند پخت و پز را آسان می‌کند که می‌تواند برای هر منطقه یا شخص بر حسب سفارش برآورده سازد. با استفاده از سیستم‌های چاپی مواد غذایی می‌توان دستورالعمل غذا را دیجیتالی کرد. همچنین شکل و دکوراسیون غذا می‌تواند براساس درخواست مشتری باشد.



۲- ساخت خانه: خانه یکی دیگر از نیازهای اساسی انسان است که می تواند یک برنامه جالب برای چاپ سه بعدی باشد. صنعت ساخت و ساز یکی از آخرین زمینه های باقی مانده است که نیروی انسانی و مهارت ها به عنوان روش های معمول تولید در آن شناخته می شود. هرچند ساخت و ساز و صنایع غذایی همچنان نیازمند نیروی کار است. روش های ساخت و ساز متعارف خطرناک، وقت گیر و گران هستند چاپ سه بعدی از ساختمان ها می تواند به صورت خودکار ساختمان های مختلف را به سرعت ایجاد کند. این تکنولوژی در دانشگاه کالیفرنیا جنوبی اختراع و توسعه یافته است.



۳- سلامت: در حالی که افراد، جوامع و کسب و کارهای زیادی تلاش می کنند تا سلامت جسمی ما را بهبود بخشند، سلامتی ایدئال بسیار ذهنی است و می تواند به طول زمان بستگی داشته باشد. با این حال، می توان گفت که فقدان بیماری، به ویژه بیماری های مزمن، برای سلامتی خوب لازم است. بیماری ها، حوادث و پیری، وضعیت بدن یا یک عضو خاص را بدتر می کند. پیوند اعضا برای قرن گذشته موفقیت آمیز بوده است؛ با این حال، همواره کمبود اهداکنندگان یا عدم توازن بین عرضه و تقاضا وجود داشته است. چاپ سه بعدی تکنولوژی پیشرفته در این زمینه است که می تواند یک جایگزین انقلابی با انواع برنامه های کاربردی در صنعت پیوند و مراقبت های بهداشتی باشد. تحقیقات چاپ سه بعدی در زمینه های مختلف در صنعت بهداشت و درمان مورد بررسی قرار گرفته است؛ برخی از آنها در این بخش بحث شده است.

بافت بدن انسان: بازسازی بافت بدن توانایی باور نکردنی در گیاهان، مهره داران و پستانداران است. با این حال، این توانایی به طور طبیعی در انسان بسیار محدود است. انتظار می رود که با استفاده از مهندسی بافت، که با سلول های زنده آغاز می شود و ضخیم شدن بافت جایگزین در اعضای بدن را فراهم می کند. این سلول ها به یک ساختار انعطاف پذیر سه بعدی می چسبند که رشد و تکثیر مستقیم و ارسال مواد مغذی به سلول را تسهیل می کند.

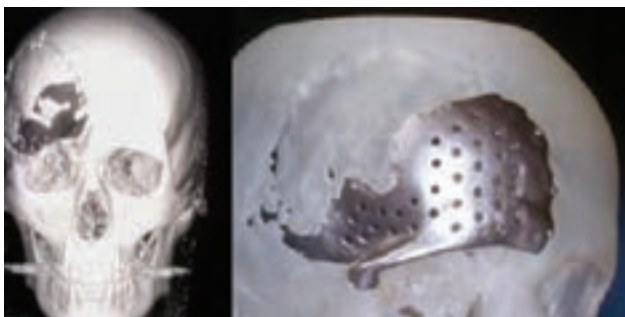
چاپ سه بعدی بافت و اندام انسان می تواند صنعت سلامت را با گسترش امید به زندگی و بهبود کیفیت زندگی میلیون ها نفر بهبود ببخشد. گیرندگان عضو دیگر مجبور نیستند ماه ها یا سال ها برای اهداکننده با گروه های خونی مختلف منتظر بمانند، قاچاق غیر قانونی انسان برای جمع آوری اعضای بدن می تواند به حداقل برسد.



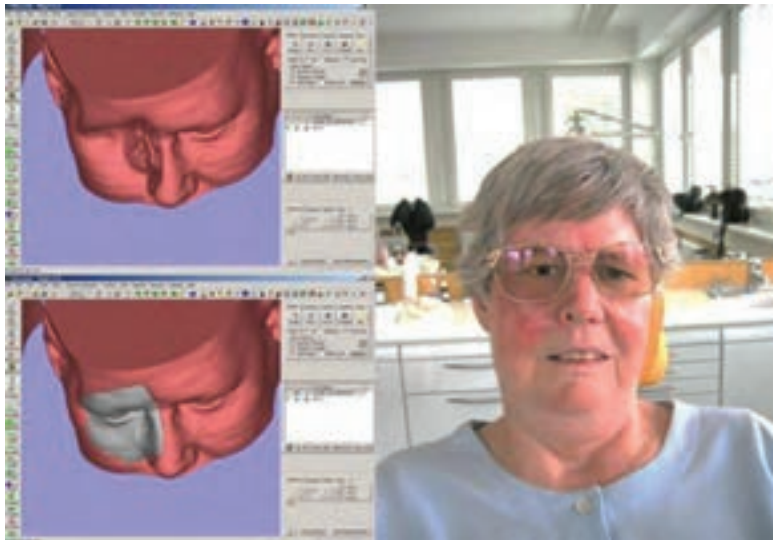
ایمپلنت های دندان: صنایع دندانپزشکی برای سال های زیادی از مواد مصنوعی برای پروتزهای دندانی، ارتودنسی، ایمپلنت، تاج و پل استفاده کرده است. از آنجا که این قطعات به صورت سفارشی برای هر فرد ساخته می شوند، فرایند وقت گیر و گران است. سهم چاپ مستقیم و غیرمستقیم، یعنی چاپ قسمت واقعی یا قالب، به عنوان جایگزینی ارزان و سریع تر برای تکنیک های متداول نشان داده شده است.



ایمپلنت های جمجمه و فک: محققان نشان داده اند که قطعات چاپ شده سه بعدی می توانند به عنوان جایگزینی استخوانی برای افرادی که بخشی از جمجمه یا فک خود را در حادثه از دست داده اند استفاده شود.



امنیت پزشکی: امنیت بیشتر، مستلزم بهبود شانس زندگی و ایجاد فرصت های برابر برای افراد است. این فرصت ها ممکن است شامل توانایی ارتباطات یا تحرکات انسانی باشد که برای افراد دارای معلولیت های مختلف و بیماری هایی مانند موارد قابل توجه در زمینه های معلولیت بسیار مشکل است. با توجه به این امر، چاپ سه بعدی به عنوان یک تکنولوژی پیشرفته می تواند با کامپوزیت های سه بعدی با استفاده از داده های اسکن شده، توانایی یا کمبود فرد را جبران کند. این می تواند به مردم کمک کند تا از دستیابی به تحرک، بهبود اشتغال و فرصت های اجتماعی خود، و احتمالاً به اعتماد به نفس و کاهش مشکلات خود کمک کنند. به عنوان مثال، یک عمل جراحی بازسازی صورت با استفاده از یک استخوان چشم چاپ سه بعدی در شکل زیر نشان داده شده است.



۴- خودآموزی: خودآموزی می تواند در یک جمله تعریف شود: «او چه کسی می تواند باشد، که باید باشد». این سطح نیاز به یک پتانسیل شخصی و شناخت این پتانسیل اشاره دارد. آموزش و خلاقیت به عنوان دو شاخه مهم خودکفایی در این بخش مورد بررسی قرار می گیرد.

آموزش: سیستم آموزش و پرورش نقش مهمی در کمک به مردم برای دستیابی به تمام توان خود دارد. چاپ سه بعدی می تواند تجربه یادگیری را با کمک هنرجویان در ارتباط با موضوع تحریک کند. چاپگرهای مقرون به صرفه سه بعدی در مدارس ممکن است برای انواع برنامه های کاربردی استفاده شوند که می تواند دانش آموزان را در یافتن زمینه های مورد علاقه خود آسان تر و سریع تر کمک کند. در حال حاضر

انواع مختلفی از پروژه‌های آموزشی با دادن فرصت برای ایجاد و ساخت طرح‌های هنرجویان با استفاده از تکنولوژی چاپ سه‌بعدی به منظور جذب هنرجویان در زمینه‌های مختلف وجود دارد.

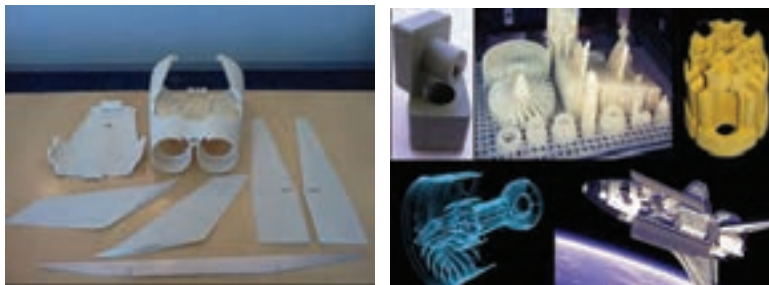


خلاقیت: توانایی توسعه و ارائه ایده‌ها یکی از مهم‌ترین نیازهای جامعه و توسعه انسانی است. با توجه به این چاپ سه‌بعدی می‌تواند هندسه‌های پیچیده‌ای را ایجاد کند که با استفاده از روش‌های تولید متعارف بسیار دشوار، گران یا غیرممکن است. شکل زیر دو محصول معمولی را نشان می‌دهد که می‌توانند به صورت تقاضای مشتریان طراحی و ساخته شوند.

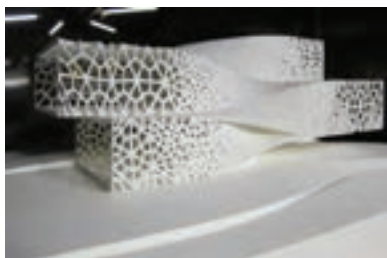


۵- صنعت هوا و فضا: یکی از دلایل رشد بازار نمونه‌سازی سریع را می‌توان صنعت هوا و فضا دانست. قطعات موتور، توربین و همچنین قطعات داخل کابین هواپیما را می‌توان نمونه‌هایی از کاربرد چاپگر سه‌بعدی در این صنعت ذکر کرد. نمونه‌سازی

سریع و تولید قطعات پیچیده و حساس با هزینه پایین را می توان از دلایل عمده پرکاربرد بودن چاپگرهای سه بعدی در این صنعت دانست.



۶- صنعت معماری: امروزه طراحان با استفاده از نرم افزارهای طراحی به ایجاد مدل هایی که در ذهن دارند اقدام می کنند ولی کماکان ساخت ماکت ها به صورت



سنتی و با استفاده از موادی همچون چوب، کاغذ، گچ و... انجام می گیرد. امروزه طراحان با استفاده از چاپگرهای سه بعدی می توانند مدل طراحی شده را در کمترین زمان ممکن و حداقل هزینه اجرا نموده و نواقص آن را تحلیل و رفع کنند.

۷- صنعت خودرو سازی: در سال ۲۰۱۴، لوکال موتورز نخستین خودرو چاپ شده با چاپگر سه بعدی را با ترکیبی از فیبر کربن ABS به نام Strati چاپ کرد. علاوه بر این، هیوندای نسخه جدیدی را در ماه اکتبر ۲۰۱۶ در ژاپن منتشر کرد. یک اتومبیل تک نفره با سرعت حدود ۵۰ مایل، بدنه و اکثریت پانل ها با چاپگر سه بعدی چاپ شدند. شرکت فورد، نمونه های چاپ سه بعدی را برای بیش از ۲۰ سال جهت کاهش زمان طراحی، استفاده کرده است. به تازگی، این شرکت سرمایه گذاری را در تکنولوژی جدید چاپ سه بعدی جهت استفاده به عنوان وسیله ای برای تولید انجام داده است.

چاپ سه بعدی ایدئال برای تمام قطعات نیست. با این حال ساخت قطعات تنها گزینه ای نیست که چاپ سه بعدی می تواند به صنعت خودرو کمک کند. دستگاه های چاپ سه بعدی و تجهیزات می توانند هزینه ها را کاهش دهند و ابزارهای سبک تر و ارگونومیک تری را ارائه دهند. همچنین این تکنولوژی اجازه می دهد تا تیم های طراحی بتوانند در وقت خود صرفه جویی کنند زیرا می توانند با ایجاد یکپارچه سازی اجزای سفارشی پاسخ گو باشند.



۸- صنعت نظامی و انتظامی: زمان ساخت تجهیزات کوتاه است، چاپ سه بعدی به تولیدکنندگان دولت، تولیدکنندگان نظامی و دفاعی اجازه می‌دهد به سرعت ابزارهای کم‌حجم تولید کنند یا نمونه‌های پیچیده و دقیق تولید کنند. عملکرد صحیح محصولات نظامی بسیار حیاتی است زیرا باید جان سربازان را حفظ کند و یا از مرزهای کشور محافظت نماید.



۹- تولید قالب: یکی از فرایندهایی که برای تولید قطعات نمونه باید مورد استفاده قرار گیرد فرایند تولید قالب می‌باشد که با استفاده از آن می‌توان به نمونه اولیه دست یافت ولی با توجه به اینکه اغلب قطعات نمونه انگشت شمار هستند تولید قالب‌های دائمی برای آنها توجیه اقتصادی و زمانی برای مشتری و تولیدکننده



ندارد. با کمک چاپگرهای سه بعدی می توان قالب ها را در کوتاه ترین زمان و کم ترین هزینه تولید کرده و نمونه اولیه را تحویل مشتری داد. به همین خاطر بیشتر تولیدکنندگان مبادرت به استفاده از چاپگرهای سه بعدی در تولید قالب نموده اند.

۱۰- تجهیزات ورزشی: صنعت کالاهای ورزشی یک بازار خاص است که قبلاً سرمایه گذاری در تکنولوژی برای ایجاد محصولات نوآورانه را آغاز کرده است. مشارکت و لذت بردن از فعالیت های ورزشی و تفریحی، زندگی روزمره در سطح جهانی را در بر می گیرد. استفاده از فناوری چاپ سه بعدی قطعاً تأثیر عمده ای بر روی صنعت ورزش و تفریح با ساخت تجهیزات ورزشی خواهد داشت.

اکثر محصولات مصرفی تحت دسته بندی کالاها و تجهیزات ورزشی قرار می گیرند. این شامل محصولات مارک های معروف ورزشی می باشد. تولیدکنندگان و کاربران ورزشی ارزش بسیار زیادی برای تولید با کمک چاپگرهای سه بعدی قائل هستند زیرا در درجه



اول قابلیت سفارشی سازی و دوم دستیابی ارزان قیمت به محصولات، می تواند بیشترین ارزش را برای تولیدکنندگان و مصرف کنندگان تجهیزات ورزشی به دنبال داشته باشد.

نحوه کار چاپگرهای سه بعدی

با استفاده از نمونه چاپ سه بعدی که در کلاس آورده اید از هنرجویان بپرسید به نظر شما این قطعه چگونه با یک چاپگر سه بعدی تولید شده است؟ آیا می توان مدل هایی را که از شیب های منفی و مثبت تشکیل شده اند را به این روش تولید کرد؟ آیا می توان مدل های چند تکه را به روش چاپ سه بعدی تولید کرد؟ سپس با طرح سؤالاتی در مورد هر یک از مراحل چاپ سه بعدی، از ایده تا تبدیل ایده به واقعیت، هر یک از مراحل را به صورت کامل توضیح دهید. بهتر است در توضیح مراحل از ویدئو پروژکتور جهت درک بهتر مفاهیم استفاده شود.

روش کار دستگاه چاپ سه بعدی

در این قسمت با استفاده از فیلم و در حین نمایش آن، روش کار دستگاه چاپ سه بعدی را به صورت مرحله به مرحله توضیح دهید. سپس با طرح سؤال در مورد مزایا و محدودیت‌های چاپگرهای سه بعدی نظر هنرجویان را جویا شده و سپس خود به طور کامل مزایا و محدودیت‌ها را توضیح دهید.

ارزشیابی پایانی جلسه هجدهم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از اینکه کاربرگ توسط هنرجویان تکمیل گردید نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کارپوشه هنرجویان ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه هجدهم

مؤلفه‌های خودارزیابی	بلی	خیر
کاربرد چاپگرهای سه بعدی را می‌دانم.		
مراحل کار چاپگرهای سه بعدی را می‌دانم.		
موارد استفاده از چاپ سه بعدی را می‌دانم.		
روش کار دستگاه چاپ سه بعدی را می‌دانم.		
مزایا و محدودیت‌های چاپ سه بعدی را می‌دانم.		
ارزشیابی توسط هنرآموز		
مؤلفه‌های ارزشیابی	بارم	نمره دریافتی
کاربرد چاپگرهای سه بعدی را می‌دانم.	۳	
کار با مراحل چاپگرهای سه بعدی را می‌دانم.	۳	
موارد استفاده از چاپ سه بعدی را می‌دانم.	۴	
روش کار دستگاه چاپ سه بعدی را می‌دانم.	۴	
مزایا و محدودیت‌های چاپ سه بعدی را می‌دانم.	۴	
صحت نمره خودارزیابی هنرجو	۲	
جمع	۲۰	

جلسه نوزدهم

در این جلسه انواع تکنولوژی های چاپگرهای سه بعدی و مواد مورد استفاده در هر یک از آنها را توضیح دهید.

در ابتدا همراه با اسلاید و فیلم به توضیح تکنولوژی جاگذاری یا FDM بپردازید. قسمت های مختلف دستگاه FDM، روش کار، مزایا و محدودیت های آن را توضیح دهید. بهتر است قطعه ای که به این روش تولید شده است را در کلاس آورده تا هنرجویان از کیفیت ساخت، درک بهتر و کامل تری داشته باشند. روش بالا را برای تکنولوژی جامد سازی یا SLA و DLP و همچنین تکنولوژی ذوبی SLS تکرار کرده و در انتها به مقایسه این روش ها با یکدیگر و بررسی مسائلی از قبیل قیمت تمام شده نمونه های چاپی در هر یک از این تکنولوژی ها، کیفیت ساخت، زمان ساخت و... بپردازید.

دقت شود هر یک از مراحل با اسلاید نمایش داده شده و نحوه کار دستگاه با فیلم نشان داده شود.

سپس به بررسی دستگاه موجود در هنرستان بپردازید، از هنرجویان بپرسید که این دستگاه براساس چه تکنولوژی ساخته شده است؟ قسمت های مختلف آن را نشان داده و روش کار دستگاه را توضیح دهید. همچنین در مورد نکات ایمنی کار با دستگاه و اصول نگهداری از آن، توضیحات لازم را ارائه نمایید.

چگونگی طراحی برای چاپ سه بعدی

این قسمت را با طرح سؤالاتی نظیر «آیا نقشه کشیده شده برای دستگاه چاپ سه بعدی و نقشه مدل سازی با یکدیگر متفاوت هستند؟ چه نکاتی را باید در طراحی مد نظر قرار داد؟ آیا از هر نرم افزاری جهت طراحی می توان استفاده کرد؟» شروع کرده و سپس نکاتی که لازم است در طراحی رعایت شوند و همچنین نرم افزارهای طراحی و فرمتی که باید فایل خروجی تحت آن ذخیره شود را توضیح دهید.

نرم افزار

در ابتدا بحث را با بیان این سؤال «چگونه باید از فایل خروجی نرم افزارهای طراحی برای چاپ استفاده کرد؟» آغاز کرده و سپس نرم افزارهایی را که برای مدیریت چاپگرهای سه بعدی استفاده می شوند را نام برده و لزوم استفاده از این نرم افزارها را توضیح دهید.

چرا ما از نرم افزار SIMPLIFY 3D استفاده می کنیم؟ در این قسمت در مورد اینکه چرا از این نرم افزار برای مدیریت چاپگر سه بعدی استفاده می کنیم، برتری های آن نسبت به موارد مشابه امکانات این نرم افزار توضیح دهید. سپس با استفاده از ویدئو پروژکتور، چگونگی نصب نرم افزار را توضیح داده و نحوه ورود به نرم افزار و نحوه اتصال رایانه به چاپگر سه بعدی را توضیح دهید.

● لازم است هنرآموز آموزش‌های لازم جهت کار با دستگاه چاپگر سه بعدی و اصول نگهداری از آن و نرم‌افزار مربوطه را به‌وسیله شرکت سازنده چاپگر، گذرانده باشد.

ارزشیابی پایانی جلسه نوزدهم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل کاربرگ توسط هنرجویان نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجویان ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه نوزدهم

مؤلفه‌های خودارزیابی	بلی	خیر
روش کار، مزایا و محدودیت‌های چاپگرهای سه بعدی بر اساس تکنولوژی جای گذاری (FDM) را می‌دانم.		
روش کار چاپگرهای سه بعدی بر اساس تکنولوژی جامدسازی (SLA) و تفاوت آن با روش (FDM) را می‌دانم.		
فرایند چاپ سه‌بعدی بر اساس تکنولوژی جامدسازی (DLP) را می‌شناسم.		
فرایند چاپ سه بعدی بر اساس تکنولوژی ذوبی (SLS) را می‌دانم.		
نکاتی را که باید در طراحی بر اساس چاپ سه بعدی رعایت شود می‌دانم.		
ارزشیابی توسط هنرآموز		
مؤلفه‌های ارزشیابی	بارم	نمره دریافتی
روش کار، مزایا و محدودیت‌های چاپگرهای سه‌بعدی براساس تکنولوژی جاگذاری (FDM) را می‌داند.	۴	
روش کار چاپگرهای سه‌بعدی براساس تکنولوژی جامدسازی (SLA) و تفاوت آن با روش (FDM) را می‌داند.	۳	
فرایند چاپ سه بعدی بر اساس تکنولوژی جامدسازی (DLP) را می‌داند.	۳	
فرایند چاپ سه بعدی بر اساس تکنولوژی ذوبی (SLS) را می‌داند.	۳	
نکاتی را که باید در طراحی بر اساس چاپ سه بعدی رعایت شود می‌داند.	۴	
صحت نمره خودارزیابی هنرجو	۳	
جمع	۲۰	

جلسه بیستم

نرم افزار را باز کرده و در صفحه اصلی کارکرد کلیدهای مختلف در این صفحه را توضیح دهید. پس از آن چگونگی وارد کردن مدل از قبل طراحی شده را به نرم افزار توضیح داده و مدل را وارد کنید.

● لازم است پس از انجام هر یک از مراحل، هنرجویان نیز نسبت به انجام آن مرحله اقدام کرده و مراحل را همراه با هنرآموز محترم انجام دهند.

در مرحله بعد ابعادی را که می خواهیم مدل طبق آن چاپ شود را تنظیم کرده و سپس به صفحه تنظیمات جهت ساخت وارد شوید، در این قسمت هر یک از کلیدها و کارکرد آنها را به صورت کامل توضیح داده و تأثیر هر یک از این تنظیمات بر مدل تولید شده را توضیح دهید.

پس از توضیح هر یک از کلیدها و انجام آن توسط هنرجویان وارد منوی TOOLS شده و به قسمت تنظیمات نهایی جهت انجام چاپ بروید و با انجام این تنظیمات و همچنین رعایت اصول کار با چاپگر سه بعدی که توسط شرکت سازنده اعلام شده است نسبت به چاپ نمونه اقدام کنید و پس از اتمام چاپ مدل مورد نظر را از لحاظ کیفیت سطح، استحکام و موارد دیگر مورد بررسی قرار دهید. لازم است با تغییر مواردی از قبیل الگوی داخل مدل، ارتفاع لایه ها، سرعت چاپ و موارد دیگر مدل های متعددی تولید شده و با یکدیگر مقایسه شوند.

ارزشیابی پایانی جلسه بیستم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل کاربرگ توسط هنرجویان نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجویان ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه بیستم

خودارزیابی توسط هنرجو		
خیر	بلی	مؤلفه‌های خودارزیابی
		می‌توانم نرم‌افزار چاپ سه بعدی Simplfy 3D را بر روی رایانه نصب کنم و وارد نرم‌افزار شوم.
		با محیط اصلی نرم‌افزار و کارکرد زبانه‌ها آشنا هستم.
		می‌توانم مدل را وارد نرم‌افزار کرده و ابعاد چاپ سه بعدی را برای آن تعریف کنم.
		می‌توانم تنظیمات مربوط به لایه گذاری در منوی Layer را انجام دهم.
		می‌توانم تنظیمات مربوط به مستحکم‌سازی مدل را در منوی Additions و infill انجام دهم.
		می‌توانم تنظیمات مربوط به دما، فن دستگاه و سرعت چاپگر را انجام دهم.
		می‌توانم تنظیمات نهایی قبل از چاپ را در منوی Machine control panel انجام دهم.
ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۲	می‌تواند نرم‌افزار چاپ سه بعدی Simplify 3D را بر روی رایانه نصب کرده و وارد نرم‌افزار شود.
	۲	محیط اصلی نرم‌افزار و کارکرد زبانه‌ها را می‌شناسد.
	۴	می‌تواند مدل را وارد نرم‌افزار کرده و ابعاد چاپ سه بعدی را برای آن تنظیم کند.
	۳	می‌تواند تنظیمات مربوط به لایه گذاری در منوی Layer را انجام دهد.
	۳	می‌تواند تنظیمات مربوط به مستحکم‌سازی مدل را در منوی Additions و infill انجام دهد.
	۲	می‌تواند تنظیمات مربوط به دما، فن دستگاه و سرعت چاپگر را انجام دهد.
	۲	می‌تواند تنظیمات نهایی قبل از چاپ را در منوی Machine control panel انجام دهد.
	۲	صحت نمره خودارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

فصل چهارم

روش‌های پیشرفته ریخته‌گری

جلسه بیست و یکم

برای تدریس این قسمت ابتدا سؤالاتی نظیر اینکه شمش به چند دسته تقسیم می‌شود، تفاوت شمش نوردی با ریخته‌گری چیست؟ شمش‌های ریخته‌گری به چند روش تولید می‌شوند؟ و در طراحی شمش‌ها به چه نکاتی باید توجه کرد؟ اندازه و شکل شمش‌ها به چه صورت می‌تواند باشد؟ سپس بعد از آمادگی اولیه به ارائه مطالب پرداخته شود.

شمش به قطعاتی با اشکال هندسی ساده می‌گویند که به منظور شکل دهی از طریق عملیات مکانیکی یا ریخته‌گری مورد استفاده قرار می‌گیرند. و به دو گروه تقسیم می‌شوند از لحاظ کاربردی.

الف) شمش‌های ریخته‌گری

ب) شمش‌های نوردی

شمش‌های ریخته‌گری

شمش ریخته‌گری توضیح داده

شود و در صورت داشتن فیلم

از نحوه تولید نشان داده شود؟

شمش ریخته‌گری به چه صورت

تولید می‌شود؟



مکانیسم ماشین‌های شمش‌ریزی عبارت است از:

الف) انتخاب نوارنقاله و تنظیم سرعت حرکت از نظر زمان لازم برای دوره بارگیری، انجماد قطعه از محل بارگیری تا تخلیه و کاهش دمای قالب و آمادگی مجدد برای بارریزی.

ب) تعبیه سیستم باردهی مداوم از کوره یا از نگهدارنده که باردهی با سرعت مناسب انجام گیرد و حداقل هزینه حمل و نقل برآورده شود.

ج) تعبیه سیستم خنک‌کنندگی قالب به منظور تسریع در انجماد مذاب و آمادگی مجدد قالب برای بارگیری.

د) تعبیه سیستم انتقال شمش از محل تخلیه به انبار با استفاده از نوار نقاله و تأمین حداقل نیروی انسانی لازم.

شمش‌های نوردی

برای تدریس این قسمت از کتاب با توجه به تصاویر، ابتدا شمش‌های نوردی را از نظر شکل ظاهری و کاربرد و روش‌های تولید تقسیم بندی کنید. به عنوان مثال (فرق ورق با بیلت چیست؟) هر کدام چه کاربردی دارند؟ به چه روش‌هایی تولید می‌شوند و در ادامه تاریخچه شمش‌ریزی مداوم گفته شود.

تاریخچه تحولات در مداوم‌ریزی

مداوم‌ریزی رشته‌ای جدید در صنایع ریخته‌گری و ذوب محسوب می‌شود و آغاز تاریخ آن عموماً به زمان «هانری بسمر» Bessemer و سال ۱۸۴۶ مربوط می‌شود. طرح بسمر براساس بارریزی در بین دو غلتک آبگرد و بیرون‌کشی ورق یا تسمه قرار داشت. طرح بسمر، ترکیب و تلفیقی از ریخته‌گری و نورد است و بدین‌گونه بسمر در مقیاس کوچک تولیدی به‌تهیه ورق دست یافت که از نظر اقتصادی و تجهیزات تولیدی زمان خود نمی‌توانست مورد توجه قرار گیرد.

روش بسمر در سال ۱۸۷۲ به‌وسیله W. Wiknson و Ge. Taylor و در سال ۱۸۷۴ به‌وسیله Goodale J با طرح ماشین تسمه‌ای و بارریزی در فاصله بین دو نوار فولادی دچار تغییر گردید و در سال ۱۸۸۵ توسط Lyman به‌بارریزی بین تسمه و غلتک (فولادی) تبدیل شد، در سال ۱۸۷۹ توسط Tasker روش جدیدی را که به‌جای تولید ورق و تسمه به‌تولید شمشال و تختال می‌انجامید پایه‌گذاری کرد که از آن به‌عنوان اولین نمونه‌های شمش‌ریزی حقیقی یاد می‌شود. در این روش مذاب در یک قالب باز با سیستم آبگرد ریخته شده و بارریزی و بیرون‌کشی قطعه توأم انجام می‌گیرد. روش تاسکر توسط دیگران و از جمله Trots در قرن نوزدهم و توسط jonghouns و Rossi و kondic و walone در سال‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۵۰ تعقیب و اصلاحیه‌هایی یا تغییراتی در آن به‌وجود آمد که امروزه تحت عنوان شمش‌ریزی مداوم و نیمه مداوم یکی از مهم‌ترین روش‌های تولید شمش را دربر می‌گیرد.

در سال ۱۸۹۸ H.W. Iash روش جدید شمش‌ریزی مستقیم از کوره را ابداع کرد که توسط Eldred و بسیاری دیگر از پژوهشگران تعقیب گردید. این روش تحت‌عنوان شمش‌ریزی بسته یا افقی Closed Mould c.c مورد استعمال قرار گرفته است. تاریخچه مختصر فوق نمایانگر آن است که فقط تا سال ۱۹۰۰ تکنیک و روش‌های متفاوتی در مداوم‌ریزی پدید آمده است و تکامل و گسترش تکنیک و روش آن هنوز ادامه دارد، مجموعه روش‌های موجود را می‌توان به‌صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- ۱- مداوم‌ریزی در قالب‌های متحرک و دوار تسمه‌ریزی روش‌های بسمر لیمال و
- ۲- مداوم در قالب‌های ثابت باز با سیستم آبگرد و عموماً خنک‌کنندگی ثانویه که شمش‌ریزی در قالب و یا به‌اختصار شمش‌ریزی مداوم نامیده می‌شود. روش‌های تاسکر و تروتس و ...
- ۳- مداوم‌ریزی در قالب‌های ثابت بسته که قالب در قسمت تحتان کوره ذوب قرار گرفته است. روش‌های Atha. Eldred

۴- روش مستقیم با بیرون کشیدن ورق میله از پاتل مذاب روش Lash و... باید توجه داشت که گروه بندی فوق پایان یافته نیست و به گونه ای در آخر همین فصل اشاره خواهد شد. روش های جدید دیگری نیز در تولید به کار می رود که هنوز وسعت کافی نیافته اند علاوه بر آن هریک از گروه های چهار گانه فوق خود نیز به دسته های کوچک تر تقسیم شده اند که به طور اختصار و در حد یک شناسایی مقدماتی معرفی می شوند.

مداوم ریزی در قالب های متحرک (تسمه ریزی)

این روش را که باید به عنوان مادر صنایع مداوم ریزی دانست با طرح بسمر آغاز گردید و اینک تحول فراوان یافته است و دسته های متعدد و مجزایی به وجود آمده که از نظر مکانیسم سردکنندگی و قالب و زمینه های کاربردی تفاوت هایی را یافته اند. تقسیم بندی زیر بر اساس نوع قالب متحرک و ریختن مذاب در فاصله

Rolls دو غلتک

Endless Belt دو تسمه

Moving split mould دو نوار مفصلی

Belt and grooved roll (چرخ) تسمه و غلتک

انجام یافته است از طرف دیگر با توجه به آنکه محصول کار این ماشین ها عموماً به صورت نهایی ورق، تسمه و گاه مفتول عرضه می گردد، از نظر دستگاه ها نیز می توان این گروه را به دو دسته بزرگ ماشین های ریخته گری نواری - تسمه ریزی و ماشین های نورد بدون شمش دسته بندی کرد در هر دو صورت شناسایی انواع روش ها به ایجاد و ابداع طرح های جدید و یا کاربرد طرح های موفق خواهد انجامید که در این کتاب دسته بندی نوع اول بررسی خواهد شد.

دسته اول: نورد بدون شمش یا تسمه ریزی بین دو غلتک

بسمر در سال ۱۸۴۶ طرحی را مبنی بر بارریزی مداوم بین دو غلتک ارائه کرد که از نظر شرایط تکنولوژیکی و کمبود سیستم های کنترلی مورد توجه واقع نشد و بسمر نتوانست بر مشکلاتی که در جریان تولید به وجود می آورد فائق آید یا آنها را توجیه کند.

نکات حائز اهمیت در طرح بسمر عبارت اند از:

- الف) روش بارریزی فوقانی در فاصله بین دو غلتک
- ب) دو غلتک فولادی که میان آنها آب جریان دارد و افزایش سرعت سرد کردن باعث تشکیل سریع پوسته جامد اولیه می گردد.
- پ) بیرون کشی تسمه که توسط حرکت غلتک های اولیه و غلتک ها و چرخ های ثانویه انجام می گیرد.

غلتک‌های ثانویه در گسترش‌های بعدی می‌تواند عمل نورد و کاهش ضخامت تسمه را نیز انجام دهد. غلتک‌های اولیه که عملاً نقش قالب را برعهده دارند از فولاد انتخاب می‌شوند و بدیهی است که محاسبات متالورژیکی و مهندسی طرح این غلتک‌ها نسبت به غلتک‌های نورد تمایزات و اختلافات ویژه‌ای را دارا هستند که اهم وجوه تمایز آنها عبارت است از :

۱- انتخاب مواد مناسب آلیاژی از نظر مقاومت در مقابل ماده مذاب و کاهش احتمال خوردگی و فرسودگی ترکیبی.

۲- مقاومت کافی در مقابل نوسانات حرارتی و خستگی حرارتی به دلیل آنکه پوسته غلتک همواره از یک طرف با مذاب و درجه حرارت نسبتاً بالا و از طرف دیگر با آب جاری در تماس است.

۳- تحمل نیروی کمتر، به دلیل آنکه تغییر شکل فلز مذاب یا خمیری همواره نیروی کمتری لازم دارد و در نورد معمولی، تغییر شکل جامد، فشار بیشتری را بر غلتک اعمال می‌کند.

در سال ۱۸۹۰ E.norton و J.Hodgson کوشش‌های وسیعی را آغاز کردند که با تغییراتی در سیستم بارریزی و طرح جدیدی از غلتک‌ها و محاسبه شکاف بین آنها همراه بود و این کوشش‌ها نیز به دلایل نارسایی‌های فراوان با موفقیت روبه‌رو نگردید. نیاز به ورق و تسمه و احتیاج روز افزون به محصولات تمام شده یا نیمه تمام آهنی و غیرآهنی در طول و پس از جنگ جهانی اول باعث گردید که این طرح مجدداً مورد مطالعه جدی قرار گیرد. G.Hazelett در سال‌های ۱۹۳۶ و ۱۹۳۵ طرح عملی خویش را مبنی بر تولید فلزات غیرآهنی اجرا کرد و بعدها همین طرح را با تغییراتی به منظور تهیه ورق و تسمه فولادهای کربنی نیز به کار برد در این تهیه حلقه عمودی از فولاد کرم‌دار و به قطر تقریبی ۶ متر همراه با دو غلتک فولادی افقی عمل شکل دادن و بیرون کشی تسمه را انجام می‌دهند یکی از غلتک‌ها نگاه دارنده و دیگری گردنده است و به سهولت قابل خارج شدن و جاگذاری حلقه و تسمه است. سرعت دوران برابر ۱۵۰ میلی‌متر بر دقیقه (x) انتخاب شده بود و «هازلت» با این ماشین تسمه‌هایی از مس، برنج و فولاد سیلیسی به ضخامت ۰/۴ میلی‌متر و عرض ۷۵ میلی‌متر تولید نمود که بنا به گزارش او سطح تمام شده بسیار خوب و جدایش در آنها مشهود نبود.

جالب توجه است که طرح «هازلت» توسط یک آمریکایی به نام J.M.Merle که در این زمینه مشغول تحقیقات بود به کمپانی‌هایی فروخته شد و هنگامی که هازلت از ادعای خود نسبت به حقوق طرح، طرفی نسبت مطالعه بر روی آن را که در مقیاس صنعتی با مشکلاتی نیز روبه‌رو بود کنار نهاد و در مورد روش‌های دیگر به مطالعه و تحقیق پرداخت. در شوروی نیز از سال ۱۹۳۶ این طرح مورد توجه

قرار گرفت و واحد تولیدی novo kramalor به منظور تولید انواع تسمه و ورق های فولادی در سال ۱۹۳۷ رسماً گشایش یافت در همین سال نیز Uliturtski امکان تولید ورق های چدنی را اعلام کرد. جدیدترین و متحول ترین تغییرات در طرح بسمر در سال ۱۹۵۷ به وسیله کمپانی Hunter - Eng - Regular به عمل آمد و به وسیله این طرح ورق های آلومینیوم به ضخامت ۶ میلی متر و به عرض تا یک متر و با سرعت تولیدی حدود ۵/۰ تا ۱/۵ متر در دقیقه تولید گردید، این طرح به دلیل روش بارگیری از زیر و معکوس و از نظر مدل انجماد و کنترل نیروهای وارد بر پوسته اولیه نسبت به ماشین های قبلی متمایز است. (شکل ۶-۸ الف). این طرح بعدها نیز تغییراتی یافت و در ایران نیز با روش بارریزی افقی و تحت زاویه ۱۵ درجه در صنایع تولید ورق و زورق Foil آلومینیوم مورد استفاده قرار گرفته است. (۶-۸ ب). در این ماشین محصول بریده نمی شود و در حول قرقره مناسب پیچیده می شود.

دسته دوم: تسمه ریزی بین دو نوار (تسمه): این طرح را که می توان به نام Goodale نامید در سال ۱۸۷۴ اعلام گردید، بار مذاب در یک مسیر افقی در فاصله بین دو تسمه نقاله فولادی ریخته می شود و تسمه حاصل در همان مسیر احتمال نورد گرم را دارد. طرح فوق نیز نتوانست موفقیت مناسبی کسب نماید و تا سال ۱۹۳۷ کاربرد عملی نیافت، در این سال دو نفر روسی به نام Y.Grudin و E.Frolov ماشین خود را براساس طرح فوق و با تغییرات عمده ای ارائه کردند که از ۴ نوار تسمه که با آب فشان سرد می شوند تشکیل می گردید. بالاخره در سال های ۱۹۴۵، Hazelett در آمریکا در دنباله مطالعات متعدد خود بر روی تهیه ورق های آلومینیوم و Goldoblin در شوروی توانستند از این روش و با تکامل آن، ورق شمش آلومینیوم به ضخامت ۶ تا ۲۲۵ میلی متر و سپس ورق های نازک تر از مس و حتی فولاد را تهیه نمایند. تسمه های فولادی، به وسیله تعداد غلتک شکل مناسب را یافته و تسمه ریختگی حاصل نیز متعاقباً به وسیله غلتک های فشاری نورد شده و با اندازه و ضخامت دقیق و کنترل شده تولید می گردند، در این ماشین ها، عموماً از چند غلتک نگاهدارنده استفاده می شود و محصول پس از نورد فشاری اولیه در قرقره پیچیده و برای مراحل بعدی آماده می شود.

ارزشیابی پایانی جلسه بیست و یکم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از اینکه هنرجویان کاربرد را تکمیل کرد نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجویان ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه بیست و یکم

خود ارزیابی توسط هنرجو		
خیر	بلی	مؤلفه‌های خودارزیابی
		تعریف شمش را متوجه شدم.
		تفاوت شمش‌های ریختگی و نوردی را می‌دانم.
		مکانیزم ماشین‌های شمش ریزی را یاد گرفتم.
		روش‌های تولید شمش‌های ریخته‌گری را متوجه شدم.
		کاربرد شمش‌ها را از نظر کاربری می‌دانم.
		نکات لازم در طراحی شمش و اندازه شمش‌های ریختگی را می‌دانم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۳	تعریف شمش را می‌داند.
	۳	تفاوت شمش‌های ریختگی و نوردی را می‌داند.
	۳	مکانیزم ماشین‌های شمش ریزی را یاد گرفته است.
	۳	روش‌های تولید شمش‌های ریخته‌گری را می‌داند.
	۳	کاربرد شمش‌ها را از نظر کاربری می‌داند.
	۳	نکات لازم در طراحی شمش‌ها را متوجه شده است.
	۲	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

جلسه بیست و دوم

دسته سوم: میله‌ریزی مداوم: این روش هر چند که به وسیله A.Mattes و H.W.Lash در سال‌های ۱۸۸۵ پایه‌گذاری گردید ولی تا سال‌های ۱۹۲۰ کاربرد صنعتی پیدا نکرد. Mellen در سال‌های ۱۹۱۳ تا ۱۹۲۵ موفق گردید که میله‌ریزی مداومی از برنج و با قطرهای حدود ۲۰ تا ۳۵ میلی‌متر را ابداع نماید و در نتیجه به نام وی مشهور گشت، طرح اولیه متعلق به Lash و Mellen، نشان داده شده است. قالب‌های دو تکه از چدن و با ابعاد $۱۳۲ \times ۷۵ \times ۱۲۵$ میلی‌متر بر روی نوار زنجیر نصب می‌گردند. دونیمه قالب به گونه‌ای طراحی می‌شوند که در حد اتصال مقطع کامل شمش یا میله مورد نظر را نمایان سازند مذاب در داخل محفظه قالب ریخته می‌شود و قالب و فلز مذاب تماماً حرکت کرده و در قسمت انتهایی و پس از انجماد، میله قالب‌ها باز شده و میله خارج می‌گردد.

مشکلات اساسی این روش در جفت نشدن کامل قالب‌ها و دوام کم آنها در اثر تغییرات حرارتی گزارش شده است، از نظر متالورژیکی نیز این روش بر شمش‌ریزی تک باری امتیاز ویژه‌ای ندارد زیرا انجماد دقیقاً در قالب انجام گرفته و هیچ‌گونه نیرو یا انرژی اضافی بر گسترش انجماد تأثیر نکرده است هرچند طرح از نظر متالورژیکی خصوصیات بارزی را دربر نداشت، ولی به دلیل اقتصادی و تولیدی، محققین بسیاری این روش را دنبال کردند. در سال ۱۹۳۰ نیز یک فرانسوی به نام Chantrain موضوع استفاده از هوای جامد را به عنوان قالب در این روش مطرح کرد که تاکنون در حد یک عقیده باقی مانده است. Akopoff در سال ۱۹۳۳ ماشین میله‌ریزی خود را براساس جفت شدن اتوماتیک دو نیمه قالب طراحی کرد که این اصل بعدها توسط Hunter-Douglas مورد استفاده قرار گرفت.

در هر حال، طرح اقتصادی و عملی در این سیستم در حدود سال‌های ۱۹۵۰ به وسیله Hunter، ابداع گردید و در مدت کوتاهی به طرح Hunter-douglas مشهور شد (شکل ۱۰-۸)، در این ماشین قالب‌ها از چدن‌های حرارتی انتخاب گشته و هر قسمت قالب دارای سیستم آبگرد درونی بوده و علاوه بر آنها، جفت شدن قالب‌ها به طور اتوماتیک انجام می‌گردد. با توجه به ظرفیت ذوب، می‌توان چیدن ردیف قالب را در یک ماشین نصب کرده و در یک زمان به تولید زیادی دست یافت. این روش در آلومینیوم‌ریزی و برنج‌ریزی بیشترین موارد استعمال را یافته است.

دسته چهارم: مداوم‌ریزی (تسمه و میله) بین غلتک و تسمه: سالیان متمادی، تولیدکنندگان «مفتول لحیم» از ریختن مذاب در شکاف قالب‌های گردان استفاده می‌کردند، Lyman و Ellacott اولین کسانی بودند که روش مداوم ریز میله را با استفاده از حرکت توأم غلتک و تسمه توصیه کردند، ولی تا سال‌های ۱۹۴۰-۱۹۳۷

این روش هیچ‌گونه کاربرد صنعتی و عملی پیدا نکرد. در روش‌های ابتدایی یک چرخ شیاردار با استفاده از نیروی دورانی به‌عنوان قالب به‌کار می‌رفت که عملاً با توجه به تولید میله‌های به قطر ۱۲ تا ۱۰۰ میلی‌متر و به طول ۱/۵ متر، می‌توانست مشمول شرایط مداوم‌ریزی باشد.

در سال‌های ۱۹۴۹-۱۹۴۵ Properzi ایتالیایی، Pechiney فرانسوی و مرکز آزمایش‌های آلومینیوم در انگلستان، ماشین‌های مداوم‌ریزی برای ساختن میلگرد و میله‌های سرب و روی ابداع کردند که به‌سرعت برای آلومینیوم، مس و حتی فولاد نیز بکار رفت.

قالب متشکل از یک چرخ شیار دار و یک تسمه دوار فولادی است که بر روی ۲ یا سه غلتک متکی شده است. از اتصال و جفت شدن تسمه و شیار، شکل مقطع میله یا مفتول ساخته می‌شود چرخ شیاردار دارای مکانیسم آبگرد درونی است و تسمه نیز با آب خنک می‌شود. با تغییر مقطع شیار می‌توان تسمه و نوارهایی به‌عرض ۳۰ سانتی‌متر و ضخامت ۵ تا ۴۰ میلی‌متر نیز تولید کرد.

واحد بارریزی

تسمه دوار فولادی

تیغه برای جدا کردن محصول از قاب (شیار)

قاب مسی چرخ

تسمه دوار

میله ریخته شده

نوار میله آماده برای برش یا قرقره پیچی: جدا از مسائل عمومی طراحی و ساخت ماشین و امکانات تولیدی که وجوه متمایز دسته‌های چهارگانه ماشین‌های تسمه‌ریزی و نورد شمش را در برمی‌گیرد، کیفیت متالورژیکی و ساختاری انواع قطعات تولید شده در این روش‌ها متفاوت است.

در ماشین‌های دسته اول و به‌عبارت دیگر ماشین‌های غلتکی نورد بدون شمش، به‌همانگونه که از متن استنباط می‌شود، مشکلات فراوانی وجود داشته که اینک بسیاری از آنها مکشوف و حل گردیده‌اند. انتخاب مواد مناسب برای غلتک‌ها به‌دلیل تماس مستقیم با مذاب و نوسانات حرارتی، فرسودگی سریع آنها و نیازمندی به‌تعمیر و تعویض و سرعت تولیدی نسبتاً کم (حدود ۴۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم بر دقیقه) از اهم مشکلات تکنولوژیکی محسوب می‌شوند.

کیفیت ساختاری، انواع تسمه و ورق در روش بسمر، عموماً مطلوب‌تر و بهتر از روش‌های کلاسیک تهیه شمش و تولید ورق می‌است، علاوه بر آن مشکلات ناشی از انقباضات مک‌های گازی و جدایش‌های ترکیبی به‌حد اقل ممکن می‌رسد. سرعت انجام، همراه با اعمال فشار بر تسمه و یا ورق جامد و نازک بودن نسبی محصول

باعث می‌گردد که ساختار ریز و تقریباً همگن در تمام ضخامت تسمه به‌وجود آید و هرچه ضخامت کمتر باشد، همگنی ساختاری بیشتر می‌گردد، سرعت انجماد همچنین باعث افزایش ضخامت پوسته تبریدی گردیده و رشد دانه‌ها را محدود می‌سازد از طرف دیگر نتایج تجربی، عیوبی را در این قطعات ثبت کرده است که شامل ترک‌های سطحی، ضخامت غیر یکنواخت، آخال‌های سطحی و زخمه «scab» می‌باشند که مهم‌ترین آنها ترک‌های سطحی است که از توزیع ناهموار درجه حرارت و توزیع ناهمگن مذاب در سطح غلتک ناشی می‌شوند. در سیستم‌های افقی، اعمال فشار از دو طرف غلتک برابر نیست و در نتیجه ساختار دانه‌ها در قسمت‌های فوقانی و تحتانی تفاوت‌هایی را داشته‌اند که در صورت کاهش ضخامت تسمه به‌کمتر از ۱۰ میلی‌متر ناهمگنی فوق به‌حداقل کاهش یافته یا اصولاً حذف می‌شود.

فشار اعمال شده نیز باعث بروز برخی عیوب نظیر ترک، زخمه و مویینگی (Fin) قطعه می‌گردد که با محاسبه و کنترل فشار در بارریزی می‌توان آنها را کاهش داد. توزیع هرچه وسیع‌تر و یکنواخت‌تر مذاب، به وسایل مختلف نظیر ناودانک به‌طول مساوی با عرض تسمه و بهره‌گیری از روش‌های پالایه و روبه‌گیری در پیمانه بارریز می‌تواند کلیه عیوب را تا حد بی‌ضرر تقلیل دهد. در هر حال ساختار میکروسکوپی و ماکروسکوپی تسمه‌های فولادی نشان می‌دهد که اندازه دانه‌ها در منطقه تبریدی و جداری با منطقه مرکزی برابر نیستند.

Hazlet اظهار می‌دارد که به‌منظور حذف ناهماهنگی و ناهمگنی‌های ساختاری و ترکیبی بهترین روش آن است که فلز مذاب بر روی یک سطح بسیار سرد ریخته شود (به‌حلقه فولاد در طرح هالزت توجه شود) و زمان و سرعت به‌گونه‌ای انتخاب شود که بیشترین ضخامت قطعه بر این سطح جامد شود و غلتک‌ها فقط قسمت مغزی را تحت فشار قرار دهند و منجمد سازند. لازم به‌تذکر است که طرح Hazlet در رقابت‌های تولیدی نتوانست موفقیت زیادی کسب نماید.

مشخصات فوق برای تمام دسته‌های دیگر گروه ماشین‌های تسمه‌ریزی مداوم، از نظر انتخاب مواد، کنترل انجماد و کنترل ساختاری به‌همان نسبت وجود دارد. بسیاری از مشکلات متالورژیکی و تولیدی در ماشین‌های جدید مرتفع شده است. اجزای کمکی، ناودانک‌های مناسب، کنترل اتوماتیک جریان بارریزی و سایر کنترل‌های دقیق توانسته است که بهره‌گیری از این ماشین‌ها را در تولید ورق‌های فلزات غیر آهنی و بخصوص آلومینیوم و میله‌های برنجی و برای تهیه انواع ورق‌های فولادی و فولادهای آلیاژی گسترش دهند.

قالب ساکن (باز) «شمش‌ریزی»

گردش فرایند شمش‌ریزی و استفاده از قالب‌های کوچک روباز در جهت تولید انواع شمش، شمشال و تختال را هرچند با تشابهات فراوان و اصول یکسان، می‌توان در زمینه کاربرد آنان برای فلزات غیر آهنی و آلیاژهای آهنی دسته‌بندی کرد. باید توجه

داشت که عموم روش‌هایی که به مداوم‌ریزی منجر شده‌اند اغلب در مراحل اول بر روی فلزات غیرآهنی و به‌خصوص فلزات زود ذوب آزمایش گردیده و سپس برای فلزات دیرذوب و فولادها تعمیم یافته‌اند به‌عبارت دیگر مداوم‌ریزی در مورد فلزات غیرآهنی، همواره سریع‌تر از مداوم‌ریزی فولاد گسترش و تحول یافته است زیرا:

۱- کنترل ریخته‌گری فلزات غیرآهنی و به‌خصوص فلزات زود ذوب همواره آسان‌تر است.

۲- معمولاً میزان تولید فلزات غیرآهنی کمتر و عملاً شرایط کار فراهم‌تر است.

۳- در هر حال هرگونه گسترش و تحول بر روی مداوم‌ریزی و شمش‌ریزی براساس حل مشکلات ثابتی است که در مورد فلزات غیرآهنی با سهولت بیشتر و سرعت بالاتری به‌عمل می‌آید. بسیاری از این مشخصات به‌رابطه فلز و قالب و خواص فلز مایع بستگی دارد که اهم آنها عبارت‌اند از:

الف) مکانیسم عمومی ماشین بر مبنای حرکت شمش یا قطعه در حال انجماد به‌عبارت دیگر تعقیب مدل انجماد در هر لحظه شرایط متفاوتی را ایجاد می‌کند که در مجموع انجماد قطعات در مداوم‌ریزی از فرایند انجماد، روش‌های ثابت و تک باری بسیار پیچیده‌تر است.

ب) تاو فلز در نزدیک نقطه ذوب و یا استحکام پوسته جامد اولیه.

پ) مکانیسم انتقال حرارت و عواملی که بیرون‌کشی شمش از قالب را محدود می‌سازد، نظیر سیالیت مذاب، طراحی قالب، طراحی منطقه سردکننده ثانویه و مکانیسم تشکیل تنش‌های داخلی.

با توجه به‌مطالب ارائه شده و با تشریحی که در این فصل و فصل‌های بعدی بعد به‌عمل خواهد آمد، شمش‌ریزی مداوم و نیمه مداوم روشی است که شمشال و تختال جامد از داخل یک قالب که معمولاً به‌سیستم آبگرد مجهز است و طول آن از طول شمش ریخته شده بسیار کوتاه‌تر است بیرون کشیده می‌شود، شمش‌ریزی نیمه مداوم به‌روشی اطلاق می‌گردد که مقدار بارریزی و اندازه طولی هر شمش محدود بوده و پس از هر بارریزی، متوقف و آماده‌سازی دستگاه برای عملیات بعدی الزامی است.

در هر دو روش شمش‌ریزی مداوم و نیمه مداوم و برای تولید شمش‌های فولادی و یا آلیاژ غیرآهنی مشخصات و اجزای ثابتی وجود دارند که تغییر در مکانیسم هر جزء تاکنون به‌ابداع طرح‌های متفاوتی منجر شده است. این اجزاء عبارت‌اند از:

الف) سیستم بارریزی و کنترل سطح مذاب که از پاتیل (A) پیاله بارریز (B) و محفظه ایمنی سرریز (D) تشکیل یافته است.

ب) قالب (C) که عموماً از مس و چدن یا گرافیت ساخته شده است و به‌سیستم آبگرد بیرونی و یا درونی مجهز است.

پ) تجهیزات و سیستم خنک‌کنندگی ثانویه (e) به‌منظور انجماد کامل شمشال یا تختال با استفاده از جریان آب شهر، آب فشان و ...

ت) مکانیسم و تجهیزات بیرون کشی شمشال از قالب که توسط غلتک (F) میله (j) و میله کفبند (h) تشکیل یافته و با نیروهای هیدرولیکی، مکانیکی و الکتریکی حرکت خواهند کرد.

ث) تجهیزات جدا کردن، بریدن و انتقال شمش متشکل از قسمت‌های K,O,G در روش نیمه مداوم این قسمت تقریباً حذف می‌گردد.

اجزاء فوق می‌توانند از نظر طراحی کاملاً قائم بر روی هم نصب شوند و یا به شرحی که گفته خواهد شد تحت زاویه قائمه از حالت قائم به افقی تبدیل شوند که هر یک موارد استفاده مناسب خود را خواهد داشت.

طرح‌های شمش‌ریزی برای فولادها: در این روش که براساس یک بنای کاملاً قائم طرح شده است، تأسیسات ساختمانی در دو یا سه طبقه ساخته می‌شوند که معمولاً یک یا دو طبقه آن در زیر زمین بنا می‌شوند. تا تسهیلات لازم برای انتقال پاتیل و بارریزی فراهم شود.

در بررسی تاریخی، اولین طرح بر مبنای استفاده از قالب‌های آبگرد در شمش‌ریزی مداوم فولادها متعلق به TASK BAR می‌باشد که در سال ۱۸۷۹ به ثبت رسیده است و نمی‌توان از آن به‌عنوان یک طرح تجربه‌شده یاد نمود. طرح تسکبار برای لوله‌ریزی تهیه شده بود و مطابق شکل ۸-۱۵ یک میله یا سنبه Mandrel به‌عنوان ماهیچه و قسمت درونی قالب به کار می‌رفت. R.doalen در سال ۱۸۸۷ ماشین شمش‌ریزی متشکل از قالب آبگرد، پیاله بارریز متحرک و غلتک بیرون کش طراحی کرد و برای اولین بار منطقه خنک‌کننده ثانویه را به‌طور مستقیم در نظر گرفت. در سال ۱۸۹۵، Trots ماشین خود را براساس استفاده از قالب تکه و نازک ارائه کرد که از نظر صافی سطوح و استحکام بی نظیر بود. کاهش اصطکاک سطحی بین قالب و شمش جامد یکی از مشکلات عمومی شمش‌ریزی محسوب می‌گردد و در همین زمینه، طرح‌های متعددی نظیر استفاده از قالب‌های دوار دوتکه، بهره‌گیری از حرکت ارتعاشی قالب و یا قالب‌های دوار به‌منظور کاهش ضرایب اصطکاکی ابداع و عرضه گردید.

تحقیقات Z.Janghans و طرح‌های مختلف او نقطه عطف و مرحله برجسته‌ای در صنایع شمش‌ریزی محسوب می‌شود. او که به تحقیقات و پژوهش‌های خود در زمینه مداوم‌ریزی فلزات غیر آهنی اشتغال داشت در سال‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۳۹ و ۱۹۴۵ تا ۱۹۵۱، تجربیات خویش را برای فولاد نیز آزمود و بالاخره موفق به تهیه حدود ۱۹۰۰ تن فولاد کم کربن فولاد زنگ نزن و فولاد ناآرام گردید. شمشال‌هایی به قطر ۱۰۰ تا ۲۶۵ میلی‌متر و تختال‌هایی با مقطع ۸۰×۲۴۵ میلی‌متر از محصولات ماشین‌های Janghans محسوب می‌شدند. با توجه به آنکه عمده تحقیقات او معطوف به فلزات غیر آهنی است لذا در قسمت بعد با تفصیل بیشتری درباره ماشین‌های Janghans صحبت خواهد شد.

طرح‌های مختلف و ماشین‌های متعددی که در کشورهای مختلف جهان ارائه گردیده

است، بسیار وسیع است. ماشین‌های نوع Janghans_Rossi را می‌توان نمونه‌ای پیشرفته و کامل محسوب کرد که امروزه نیز موارد استعمال فراوان دارند. این طرح از تلفیق دو ماشین janghans و Rossi توسط این دو محقق ابداع گردید در حالی که طرح Rossi هنوز موارد استفاده محدودی دارد. در سال ۱۹۵۴ ماشین‌های Babcock_Wilox مورد بهره‌برداری قرار گرفتند و چه تمایز این سیستم بر حرکت رفت و برگشتی شمشال در درون قالب قرار دارد و بدین ترتیب ضریب اصطکاک در بیرون‌کشی شمشال به مقدار زیادی کاهش می‌یابد. ماشین‌های با قالب‌های چندگانه و همچنین ماشین مداوم‌ریزی و شمش‌ریزی «cher Metex TsN۱۱» انواع جدید فولادریزی هستند که هر یک در کارخانه‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

ریخته‌گری پیوسته چیست؟

روش‌های شمش‌ریزی مداوم را تعریف کرده و انواع آن را نام برده و آموزش انجام شود. فیلمی در ارتباط با شمش‌ریزی مداوم در کلاس نمایش داده شود. ریخته‌گری پیوسته (CC) فولاد یعنی شکل دهی پیوسته و مستقیم فولاد مذاب به مقاطع فولادی نیمه‌نهایی مانند بلوم، بیلت و اسلب که در نتیجه تولید گندله (ingot) و پس از آن نورد آن در واحدهای نورد اولیه حذف می‌گردد.

پیشرفت‌هایی در ریخته‌گری پیوسته

مزیت‌های به‌کارگیری ریخته‌گری پیوسته در فولادسازی را می‌توان به شرح زیر خلاصه کرد:

راندمان بالا: بازده ریخته‌گری کنده به فولاد نیمه‌نهایی بین ۸۲ تا ۸۴ درصد است ولی بازده در ریخته‌گری پیوسته که فولاد مذاب به محصول نیمه‌نهایی تبدیل می‌شود بین ۹۵ تا ۹۷ درصد است.

فرایند ریخته‌گری پیوسته در مقایسه با ریخته‌گری کنده ۲۰ درصد از مصرف انرژی می‌کاهد.

با حذف فرایند نورد در واحدهای نورد اولیه که در ریخته‌گری کنده ضروری است، فرایند ریخته‌گری پیوسته از صرف زمان و هزینه اضافی می‌کاهد.

کاهش نیروی کار در فرایند ریخته‌گری پیوسته بهره‌وری را افزایش داده، شرایط محیط کار را بهبود بخشیده و از هزینه تولید می‌کاهد.

پذیرش مزیت ریخته‌گری پیوسته در سطح جهانی به دو دهه طول کشید. در ابتدا حدود ۸۰ درصد ماشین‌های ریخته‌گری ماشین‌های عمودی بودند. اما تا دهه ۸۰ ماشین‌های عمودی تغییر یافته و تقریباً ۹۸ درصد آن به ماشین‌های ریخته‌گری پیوسته تبدیل شدند که در حال حاضر به شکل قوسی یا خمیده درآمده‌اند.

ارزشیابی پایانی جلسه بیست و دوم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل کاربرگ توسط هنرجویان نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجویان ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه بیست و دوم

خود ارزیابی توسط هنرجو		
خیر	بلی	مؤلفه‌های خودارزیابی
		تفاوت بیلت، شمشه، اسلب و ورق را متوجه شدم.
		مفهوم شمش ریزی مداوم یا پیوسته را می‌دانم.
		کاربرد شمش ریزی مداوم یا پیوسته را متوجه شدم.
		اصول ریخته‌گری پیوسته را یاد گرفته‌ام.
		مزایای به‌کارگیری ریخته‌گری مداوم را متوجه شدم.
		معایب به‌کارگیری ریخته‌گری مداوم را متوجه شدم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۳	تفاوت بیلت، شمشه، اسلب و ورق را می‌داند.
	۳	مفهوم شمش‌ریزی مداوم یا پیوسته را می‌داند.
	۳	کاربرد شمش‌ریزی مداوم یا پیوسته را یاد گرفته است.
	۳	اصول ریخته‌گری پیوسته را یاد گرفته است.
	۳	مزایای به‌کارگیری ریخته‌گری مداوم را یاد گرفته است.
	۳	معایب به‌کارگیری ریخته‌گری مداوم را متوجه شده است.
	۲	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

جلسه بیست و سوم

ریخته‌گری کوبشی squeeze casting

مقدمه

پیشنهاد می‌شود برای تدریس این بخش از کتاب ابتدا مقدمه‌ای در مورد روش‌های نوین در ریخته‌گری بیان شود و در هنگام تدریس و ارائه مقدمه از هنرجویان بپرسید که برای کاهش تخلخل‌های گازی و انقباضی در قطعات تولید شده از چه روش‌هایی می‌توان استفاده کرد؟ چه تفاوتی بین ریخته‌گری کوبشی با آهنگری وجود دارد؟ در صورتی که بخواهیم قطعه‌ای بدون راهگاه تولید کنیم چه روشی مناسب است؟ از ریخته‌گری کوبشی به چه منظور استفاده می‌شود؟ اسامی دیگر این روش را از هنرجویان پرسش کنید؟

روش ریخته‌گری کوبشی یکی از روش‌هایی است که اخیراً در کشورهای غربی و ژاپن برای تولید قطعات با خواص مطلوب‌تر و نزدیک به شکل نهایی، و همچنین تولید کامپوزیت‌های با زمینه فلزی، مورد توجه واقع شده است. بررسی پیشینه این روش نشان می‌دهد که اولین بار محقق روسی به نام چرنف در سال ۱۸۷۸ از نیروی بخار آب برای اعمال فشار بر فلز مذاب استفاده کرد. مهم‌ترین ویژگی‌های این روش، کاهش تخلخل‌های انقباضی و گازی، تولید قطعه نزدیک به شکل نهایی، خواص مکانیکی بالا نزدیک به قطعات کار شده، سرعت تولید بالا، افزایش راندمان تولید از طریق حذف راهگاه و تغذیه، دقت ابعادی بالا و قابلیت استفاده برای فلزاتی که قابلیت ریخته‌گری خوب ندارند (سیالیت) است، این مزیت‌ها سبب شده است که این روش ریخته‌گری نظر بسیاری از محققین را به سوی خود جلب کند. این روش می‌تواند در داخل کشور برای تولید قطعات متعدد و متنوع به کار گرفته شود که با تولید انبوه علاوه بر خواص ذکر شده سرعت تولید بالا رفته و قیمت تمام شده قطعه کاهش می‌یابد. این روش با نام‌هایی همچون ریخته‌گری اکستروژنی، پرس کردن مذاب، شکل دادن مذاب، انجماد تحت فشار، شکل‌دهی کوبشی و آهنگری مذاب آمده است.

مراحل انجام فرایند ریخته‌گری کوبشی:

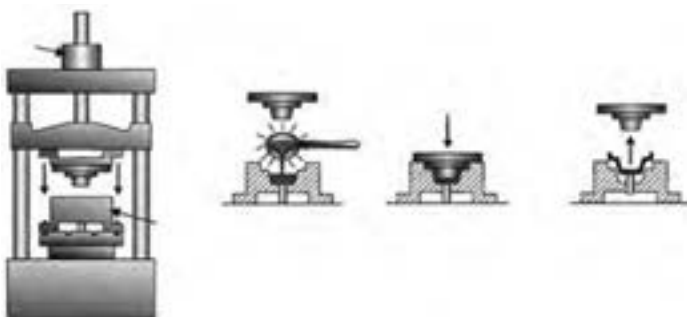
برای تدریس این بخش از کتاب ابتدا مقدمه‌ای در مورد تفاوت روش‌های ریخته‌گری از جمله آهنگری، ثقلی و ویژه سؤال شود و بخواهیم دو روش ریخته‌گری و آهنگری باهم تلفیق شود چه راهکاری وجود دارد؟

ریخته‌گری کوبشی فرایندی است که در آن مذاب پس از ریختن در محفظه قالب تحت فشار منجمد می‌شود که می‌توان گفت این روش ترکیبی از دو روش تولید، ریخته‌گری و آهنگری است.

مراحل تولید قطعه به روش ریخته‌گری کوبشی همان طور که در شکل نمایش داده شده است به صورت زیر است:

۱ مقدار معینی از فلز مذاب به داخل یک قالب پیش گرم شده ریخته می‌شود.
۲ سنبه متصل به یک پرس هیدرولیک حرکت کرده و با سطح مذاب در تماس مستقیم قرار می‌گیرد و شروع به اعمال فشار می‌کند تا فشار به مقدار مورد نظر برسد.

۳ فشار اعمالی توسط پرس تا پایان انجماد بر روی مذاب نگه داشته می‌شود.
۴ در پایان سنبه به حالت اول قبل از اعمال فشار بر می‌گردد و قطعه توسط پران کف قالب که برای بیرون راندن قطعه تعبیه شده است، خارج می‌گردد.



برای تدریس این بخش از کتاب ابتدا مقدمه‌ای در رابطه با مزایا و معایب این روش بیان شود از جمله اینکه در مورد فرقی که این روش با روش‌های دیگر دارد از جمله سیستم راهگامی و تغذیه، استفاده از جوانه زا و گاززدایی، درجه حرارت ریختن مذاب نسبت به روش‌های دیگر و سرعت تولید سؤال شود و همچنین در مورد استفاده از تجهیزاتی که استفاده شده است و وزن قطعه ریختگی و غیره سؤال کرد. و سپس به مزایا و معایب آن پرداخته شود.

مزایای فرایند ریخته‌گری کوبشی

از مهم ترین مزایای این روش می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱ عدم استفاده از سیستم راهگامی و تغذیه، که باعث بالا رفتن راندمان ریخته‌گری می‌گردد

۲ انجماد تحت فشار مذاب، باعث به وجود آمدن ساختارهای ریز در قطعه می‌شود که خواص مکانیکی قطعه را بهبود می‌بخشد.

۳ کیفیت سطحی نمونه‌های تولیدی با این روش بالا بوده البته هرچه سطح درونی قالب و سطح بیرونی سمبه صاف تر باشد این کیفیت سطحی نیز افزایش می‌یابد.

۴ کاهش قابل ملاحظه تخلخل‌های گازی و انقباضی یکی دیگر از مزیت‌های ریخته‌گری کوبشی است.

۵ با استفاده از ریخته‌گری کوبشی امکان تولید قطعات نزدیک به شکل نهایی مخصوصاً برای آلیاژهای غیرآهنی وجود دارد.

۶ اعمال فشار در حین انجماد و تسریع انتقال حرارت، سرعت انجماد و سرعت تولید را افزایش می‌دهد.

۷ با توجه به اعمال فشار در حین انجماد سیالیت مذاب اهمیت کمتری پیدا می‌کند.

۸ قطعاتی بدون عیب و با کیفیت قطعات آهنگری شده با این روش قابل تولید هستند. با این تفاوت که در روش آهنگری نیاز به استفاده از چند قالب یا چند بار استفاده از یک قالب برای تولید قطعه می‌باشد، اما در این روش تنها نیاز به یک بار استفاده از یک قالب داشته و با توجه به اینکه فشار اعمالی در آهنگری بسیار زیاد است و بیشتر اوقات به صورت ضربه‌ای و آن هم بر فلز در حالت جامد اعمال می‌شود، استهلاک قالب در روش آهنگری از روش ریخته‌گری کوبشی بالاتر است. ۹ در این روش اصلاح ساختار میکروسکوپی و بهبود خواص مکانیکی از طریق اعمال فشار انجام می‌شود. بنابراین استفاده از مواد جوانه‌زا، گاز زدا و غیره به شدت کاهش می‌یابد و در بسیاری از موارد مورد نیاز نمی‌باشد.

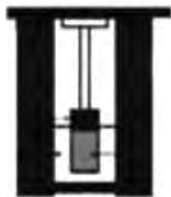
۱۰ به دلیل استفاده از قالب با کیفیت بالا و استفاده از پوشش بر روی سطح درونی قالب استهلاک قالب کاهش می‌یابد و ابعاد قطعات تولیدی تکرارپذیر بوده که از این لحاظ با ریخته‌گری تحت فشار مشابهت دارد.

۱۱ به دلیل اینکه قطعات تولیدی فاقد عیوب ریخته‌گری هستند، نیاز به انجام آزمایش‌های غیرمخرب بر روی قطعات در برخی اوقات رفع می‌شود.

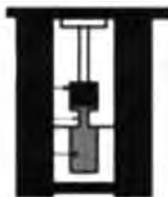
۱۲ در ریخته‌گری کوبشی حفره‌ها و تخلخل‌ها کاهش یافته و به دام افتادن گازها در حین انجماد رخ نمی‌دهد، این قطعات قابلیت عملیات حرارتی را دارند. در روش‌های ریخته‌گری ثقلی و ریخته‌گری پرفشار به علت به دام افتادن گازها در حین انجماد و وجود حفره‌ها و تخلخل‌ها در قطعه تولیدی، درحین عملیات حرارتی ممکن است قطعه دچار تاول‌زدگی شود.

انواع روش‌های ریخته‌گری کوبشی

دو نوع مختلف ریخته‌گری کوبشی مستقیم (DSC) و ریخته‌گری کوبشی غیرمستقیم (ISC) که در شکل زیر آمده است وجود دارد:



مستقیم



غیر مستقیم

در ریخته‌گری کوبشی مستقیم، فشار به تمام سطح مذاب اعمال شده و مذاب تحت این شرایط منجمد می‌شود.

در روش غیرمستقیم فلز مذاب توسط یک پیستون با قطر کم به داخل محفظه قالب تزریق می‌شود به طوری که فشار در هنگام انجماد روی فلز اعمال می‌گردد. در این روش نیازی به استفاده از سیستم دقیق توزین مذاب نمی‌باشد.

این روش نسبت به روش ریخته‌گری کوبشی مستقیم دوعیب دارد که عبارت‌اند از

- ۱ نیاز این روش به سیستم راهگاهی که سبب کاهش بازده ریخته‌گری می‌شود.
- ۲ ریخته‌گری آلیاژهای کارپذیر (که سیالیت کمتری درمقایسه با آلیاژهای ریخته‌گری دارند) بدون داشتن عیوب ریخته‌گری با این روش مشکل است.

محدودیت‌های فرایند ریخته‌گری کوبشی

در کنار مزایای ذکر شده در قسمت قبلی ریخته‌گری کوبشی دارای معایب و محدودیت‌هایی نیز می‌باشد که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از:

۱ تجهیزات اولیه این روش مانند قالب و پرس در مقایسه با ریخته‌گری ثقلی گران‌تر است.

۲ قالب به کار رفته به دلیل اینکه تحت سیکل‌های حرارتی و تنش‌های متوالی قرار می‌گیرد نسبت به قالب‌های دائم مورد استفاده در ریخته‌گری ثقلی دارای عمر کمتر است.

۳ در این روش با توجه به اینکه سیستم راهگاهی وجود ندارد و مذابی که در قالب ریخته می‌شود تماماً تبدیل به قطعه می‌شود، مذاب ریخته شده باید دقیقاً وزن شود که این امر یکی از معایب این روش است. البته در ریخته‌گری کوبشی غیرمستقیم این مشکل وجود ندارد.

۴ با توجه به اینکه مذاب کاملاً تبدیل به قطعه می‌شود پس مذاب باید کاملاً تمیز و عاری از هرگونه آلودگی و آخال باشد در غیراین صورت آلودگی‌ها و آخال‌ها در قطعه می‌مانند و خواص مکانیکی قطعه را کاهش می‌دهند.

۵ در این روش با توجه به اینکه پانچ بر مذاب درون قالب فشار اعمال می‌کند، نمی‌توان قطعات خیلی بزرگ را تولید کرد زیرا که طراحی سیستم اعمال فشار و قالب نه اقتصادی است و نه امکان‌پذیر. پس در این روش نسبت به روش ثقلی محدودیت وزن و اندازه قطعات وجود دارد.

۶ در این روش تولید مقاطع خیلی نازک مشکل است و رسیدن به ضخامت کمتر از ۴ میلی‌متر حتی با روش ریخته‌گری کوبشی غیرمستقیم که سرعت سرد شدن کمتری دارد، به‌سختی امکان‌پذیر می‌باشد.

۷ در این روش به دلیل اعمال فشار بالا احتمال پیچش قطعات نسبت به ریخته‌گری ثقلی، به‌ویژه در هنگام عملیات حرارتی بیشتر است.

۸ در این روش مانند روش ریخته‌گری تحت فشار، جا دادن ماهیچه‌های یک بار مصرف در درون قالب برای قطعاتی که نیاز به ماهیچه دارند با محدودیت مواجه است.

۹ اعمال فشار با وجود تمام مزایایی که دارد باعث تشویق جدایش ناشی از اعمال فشار می‌شود که این امر می‌تواند سبب تضعیف خواص مکانیکی قطعه گردد.

کاربردهای ریخته‌گری کوبشی

خواص مطلوب قطعات تولیدی از روش ریخته‌گری کوبشی سبب شده است که گرایش به آن افزایش یابد به طوری که این روش در صنایع مختلف برای تولید قطعات از فلزات و آلیاژها مختلف به کار گرفته شود. ریخته‌گری کوبشی را می‌توان برای محدوده وسیعی از آلیاژها از سرب گرفته تا فولاد به کار برد، اما با بالا رفتن دمای ذوب آلیاژ مصرفی با محدودیت قالب از لحاظ تهیه و قیمت مواجه می‌شویم. البته هم اکنون تولید قطعات با دمای ذوب بالا مانند فولاد با استفاده از این روش در نقاط مختلف دنیا در حال انجام است ولی گرایش برای تولید آلیاژهای سبک و با دمای ذوب کم نظیر آلیاژهای منیزیم و آلومینیوم و کامپوزیت‌های آنها بسیار بیشتر از فلزات با دمای ذوب بالا است.

عوامل مهم فرایند ریخته‌گری کوبشی

یکی از عوامل مهم فرایند ریخته‌گری کوبشی آلیاژ مورد استفاده است. ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی آلیاژ به دلیل اینکه تأثیر مستقیم بر عمر قالب دارند از اهمیت خاصی برخوردارند. ترکیب شیمیایی خود تعیین‌کننده خواص فیزیکی چون دمای ذوب، هدایت حرارتی، ضریب انبساط، حرارتی، ضریب انتقال حرارت به قالب، جوش خوردن به قالب و بُرد انجماد است. از آنجایی که دمای ذوب فلز تعیین‌کننده جنس قالب مورد استفاده است این روش برای آلیاژها با نقطه ذوب پایین نظیر آلومینیوم و منیزیم کاربرد بیشتری دارد.

از دیگر پارامترهای ریخته‌گری کوبشی می‌توان به میزان فشار اعمالی، دمای ریخته‌گری، دمای قالب و میزان فوق‌گداز اشاره کرد. کیفیت مذاب از لحاظ تمیز بودن و حضور آخال‌ها، نوع حرکت مذاب در درون قالب (که می‌تواند باعث تلاطم شود)، پوشش قالب و مدت زمان ماندن مذاب در قالب قبل از اینکه روی آن فشار اعمال شود از دیگر پارامترهای مهم می‌باشند. در ادامه در مورد مهم‌ترین پارامترهای فرایند توضیحات بیشتری آورده شده است.

دمای ریخته‌گری

دمایی که مذاب از آن دما به داخل قالب ریخته می‌شود بر کیفیت قطعه و عمر قالب تأثیرگذار است. دمای ریخته‌گری در روش ریخته‌گری کوبشی، با توجه به انجماد تحت فشار، نسبت به روش‌های دیگر ریخته‌گری پایین‌تر است. دمای پایین‌بارریزی سبب کاهش سیالیت مذاب می‌شود که البته به خاطر اعمال فشار بر مذاب این مسئله اهمیت کمتری دارد. دمای بارریزی باید به دقت انتخاب شود زیرا که دمای بارریزی خیلی کم ممکن است به دلیل کاهش سیالیت سبب پر نشدن کامل قالب

(به خصوص در مقاطع نازک) و یا سرد جوشی شود. دمای ریخته‌گری بسیار بالا ممکن است سبب حرکت مذاب در درون فضای بین سنبه و قالب و تشکیل پلیسه شود و در هنگام خروج قطعه سبب گیر کردن قطعه در قالب گردد. دمای بارریزی بالا همچنین ممکن است سبب ایجاد ترک گرم در قالب یا پانچ شود.

دمای قالب

دمای پیش گرم قالب باید به گونه‌ای انتخاب شود که اولاً از انجماد زود هنگام مذاب قبل از اعمال فشار تا حد امکان جلوگیری کند، ثانیاً مانع خستگی حرارتی قالب شود و در عین حال از تشکیل عیوب سطحی و جوش سرد قطعه به قالب جلوگیری کند. دمای پیش گرم خیلی پایین ضخامت لایه منجمد شده اولیه قبل از اعمال فشار را افزایش داده و دمای خیلی بالا تمایل به جوش خوردن مذاب و قالب را افزایش می‌دهد. این دما در محدوده ۱۵۰ تا ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد تغییر می‌کند که برای جلوگیری از معایب سطحی و سایر معایب از دمای بالا خودداری می‌کنند. برای آلیاژهای آلومینیوم دمای قالب بین ۲۰۰ و ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و برای آلیاژهای آهنی این دما بین ۳۰۰ و ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد است.

کیفیت و کمیت مذاب

در روش ریخته‌گری کوبشی مستقیم تمام مذاب ریخته شده در قالب تبدیل به قطعه می‌شود، از این رو مذاب باید تمیز باشد به همین جهت باید سرباره و ناخالصی‌ها را تا حد امکان از مذاب حذف کرد. این کار را می‌توان با فلاکس زدن، فیلتر کردن مذاب و ریخته‌گری از کف پاتیل انجام داد در این روش باید مذاب، به‌دقت وزن شود زیرا که میزان مذاب تعیین کننده ابعاد نهایی قطعه می‌باشد.

سرعت اعمال فشار

سرعت بالای پانچ در هنگام تماس با فلز می‌تواند اثرات معکوس داشته باشد مثلاً در خطوط جدایش قالب امکان پلیسه شدن وجود دارد، همچنین ممکن است در محل تماس پانچ، فشار به‌طور لحظه‌ای بالا رود و باعث انجماد زود هنگام شود که این خود باعث غیریکنواختی در قطعه می‌شود. برای بیشتر کارهای عملی و تجربی برای جلوگیری از انجماد زود هنگام فلز در قالب سرعت پانچ برای اعمال فشار را 5 cm/s انتخاب می‌کنند. در حالتی که فاصله آزاد بین سنبه و قالب زیاد است از دو سرعت مختلف برای اعمال فشار استفاده می‌کنند یکی سرعت بالا برای انتقال سنبه به سطح فلز مذاب و دیگری سرعت کم برای اعمال فشار بر مذاب برای انجماد تحت فشار می‌باشد.

دمای اعمال فشار

اینکه فشار باید زمانی اعمال شود که فلز کاملاً مذاب است یا اینکه زمانی اعمال شود که مقداری از فلز منجمد شده در بین محققین اختلاف نظر وجود دارد. عده‌ای از محققین بر این عقیده‌اند که فشار باید در دمایی اعمال شود که سیالیت مذاب به صفر می‌رسد که این دما در محدودهٔ بین لیکوئیدوس و سالیدوس قرار دارد. عدهٔ دیگر معتقدند که برای اینکه یک قطعه با روش ریخته‌گری کوبشی ریخته شود باید فشار بر فلز کاملاً مذاب اعمال شود برای رسیدن به دمای مورد نظر برای اعمال فشار، به مذاب ریخته شده درون قالب زمان داده می‌شود که به این زمان اصطلاحاً زمان ماند می‌گویند. زمان ماند به شکل قطعه و دمای مذاب درون قالب وابسته است و ممکن است بسته به عوامل ذکر شده از چند ثانیه تا چند دقیقه طول بکشد.

جنس قالب

قالب باید از جنسی انتخاب شود که دارای استحکام بالا در دمای بالا و حفظ آن، تافنس مناسب و ساختار میکروسکوپی همگن باشد و با مذاب واکنش ندهد. جنس قالب به آلیاژی که ریخته می‌شود وابسته است و برای آلیاژهای آلومینیوم و اکثر آلیاژهای غیرآهنی معمولاً از فولاد H13 استفاده می‌شود که فولاد گرمکار کروم-مولیبدن دار می‌باشد و خاصیت مقاومت در دمای بالا و مقاومت به خستگی حرارتی و مقاومت در برابر سایش را توأم با هم داراست. هنگامی که هدف ریخته‌گری فلزات با دمای ذوب بالاتر مدنظر باشد باید از آلیاژهای مقاوم تر به دمای بالا نظیر آلیاژهای حاوی تنگستن و مولیبدن استفاده کرد.

پوشش قالب و روانکار

برای جلوگیری از سایش قالب، چسبیدن قطعه به قالب، واکنش مذاب به قالب و همچنین برای سهولت خروج قطعه از قالب قبل از هر ریخته‌گری درون قالب را با یک ماده مناسب پوشش می‌دهند. نوع پوشش به جنس قالب و آلیاژ مصرفی ریخته‌گری وابسته است. معمولاً برای پوشش قالب و سنبه در هر ریخته‌گری از اسپری کردن محلول کلوییدی گرافیت و آب بر روی آنها استفاده می‌شود. برای شرایط دمای شدیدتر نظیر ریخته‌گری کوبشی فولاد از اسپری کردن یک محلول حاوی ذرات سرامیکی روی سطح قالب و سنبه استفاده می‌شود که این محلول معمولاً کلوییدی از مخلوط پودر آلومینا و چسب در آب می‌باشد.

مقایسه روش‌های ریخته‌گری کوبش با سایر روش‌های ریخته‌گری

الف) ماسه‌ای تر

راندن‌مان ریخته‌گری در روش کوبشی بالاتر است. میزان چگالی قطعه در ریخته‌گری کوبشی بیشتر از روش ماسه‌ای تر است. سرعت تولید در روش ریخته‌گری کوبشی بالاتر است.

ب) فورج (آهن‌گری)

در ریخته‌گری کوبشی ماده اولیه مذاب اما در فورج جامد است. عمر قالب در ریخته‌گری کوبشی کمتر است. صرفه‌جویی در مواد مصرفی نسبت به روش فورج بیشتر است.

ج) تفاوت با دایکست

ریخته‌گری کوبشی فرایندی است که به منظور ساخت قطعاتی با کمترین حفره‌ها و تخلخل‌ها طراحی شده است. تفاوت عمده این روش ریخته‌گری با دایکست در طراحی مسیرهای ورودی مذاب، سرعت تزریق و افزایش فشار است. از آنجا که بخش زیادی از تخلخل‌های ایجاد شده به علت آشفته‌گی جریان مذاب تزریق شده به درون قالب می‌باشد، ریخته‌گری کوبشی با ایجاد مسیرهای ورودی بزرگ‌تر سبب ورود جریان آرام مذاب به درون قالب و منافذ ایجاد شده می‌شود تا از ایجاد تخلخل‌ها جلوگیری کند.

دانش افزایی

ذوب در خلأ

ذوب القایی در خلأ (vacuum induction melting (VIM): ذوب تحت خلأ در بوته‌های گرم شده به وسیله القا از روش‌های جدیدی است که در نیمه دوم قرن بیستم توسعه یافته است. ذوب القایی تحت خلأ در اواخر دهه ۱۹۵۰ به دلیل نیاز به تولید سوپر آلیاژهای حاوی عناصر فعال در یک اتمسفر کنترل شده توسعه یافت.

این فرایند دارای انعطاف‌پذیری مناسبی بوده و کنترل مستقل دما، زمان، فشار و انتقال جرم را برای مذاب فراهم می‌کند. به همین ترتیب فرایند ذوب القایی در خلأ کنترل بیشتری بر ترکیب شیمیایی آلیاژ و همگن بودن آن نسبت به سایر فرایندهای ذوب در خلأ دارد. ذوب القایی در خلأ برای کاربردهای گسترده به‌ویژه در مورد آلیاژهای پیچیده در صنایع هوافضا به کار می‌رود. مزایای ذوب القایی در خلأ عبارت‌اند از:

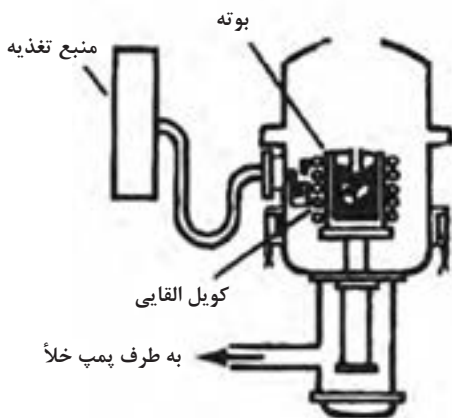
- کنترل دقیق دما
- اتلاف کم عناصر آلیاژی به وسیله اکسیداسیون

- دستیابی به ترکیب شیمیایی دقیق
- حذف عناصر نامطلوب با فشار بخار بالا
- حذف گازهای حل شده همانند هیدروژن و نیتروژن
- انعطاف پذیری و قابلیت برنامه‌ریزی برای انواع مختلف آلیاژها
- قابلیت قرارگرفتن فلز مذاب به مدت طولانی در خلأ
- توانایی شارژ در طول فرایند ذوب
- بازده بالا و آلودگی کمتر و سازگار با محیط زیست
- تهیه مذاب همگن با درجه حرارت یکنواخت به دلیل تلاطم بالای فلز مذاب

ذوب القایی در خلأ در تولید سوپر آلیاژها بسیار ضروری است زیرا این آلیاژها به دلیل حضور عناصر واکنش‌پذیر با اکسیژن و نیتروژن اتمسفر، باید تحت خلأ یا اتمسفر خنثی ذوب شوند. این فرایند همچنین برای تولید فلزات با خلوص بالا تحت شرایط عاری از اکسیژن به کار می‌رود که تشکیل ناخالصی‌های غیرفلزی اکسیدی و نیتریدی را محدود می‌کند. با این حال در این فرایند مشکلاتی در مورد عناصر آلیاژی با فشار بخار بالا مثل منیزیم وجود دارد.

در مقایسه با کوره‌های قوس الکتریکی تحت اتمسفر کنترل شده، کوره‌های ذوب در خلأ قابلیت کنترل عناصر آلیاژی را دارا است از طرفی هزینه‌های کوره‌های ذوب در خلأ بالاتر است. کوره‌های قوس الکتریکی تحت اتمسفر کنترل شده قابلیت اصلاح ترکیب شیمیایی مذاب (مانند کاهش کربن، گوگرد و...) را دارند. در حالی که مذاب تهیه شده در کوره‌های خلأ با ترکیب شیمیایی مشابه شارژ صورت می‌گیرد.

مشخصات فرایند: یک کوره ذوب القایی در خلأ شامل یک بوتله است که در پوسته فولادی قرار گرفته است و متصل به سیستم خلأ با سرعت بالا می‌باشد.

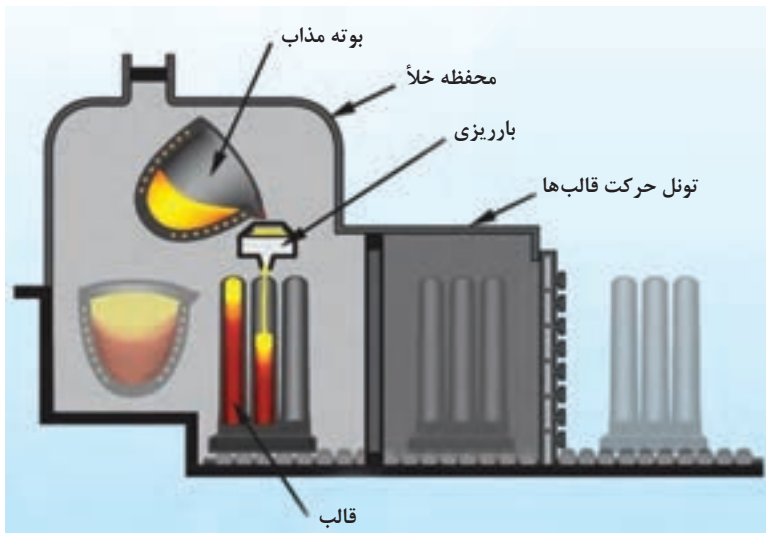


اجزای اصلی کوره ذوب القایی در خلأ و تصویر واقعی

ظرفیت کوره‌های ذوب القایی در خلأ از ۱ کیلوگرم تا ۳۰ تن متغیر است. محصولات تولیدی این روش شامل قطعات نیمه تمام مثل میله، سیم و شمشال، شمش و الکتروود، قطعات ساختمانی و پودرها هستند. کاربردهای این روش در تحقیق و توسعه، صنایع الکترونیک، کاربردهای پزشکی، صنایع هوافضا و خودرو می‌باشد.

کاربرد کوره‌های ذوب القایی در خلأ عبارت‌اند از:

- تولید آلیاژهای مس و آلومینیوم بدون اکسیژن
 - تولید سوپرآلیاژهای صنایع هوافضا و توربین‌های گازی
 - تولید آلیاژهای پزشکی
 - تولید آلیاژهای آهن - نیکل برای کاربردهای الکترونیکی
 - تولید آلیاژهای پایه نیکل - کبالت برای کاربردهای شیمیایی و صنایع دریایی
- همچنین در تهیه شیر، اتصالات و پمپ‌ها، مبدل‌های حرارتی، قطعات مقاوم در برابر اصطکاک، ابزارسازی نیز کاربرد دارند.



شمای کوره ذوب القایی و ریخته‌گری شمش در خلأ

ذوب مجدد قوسی در خلأ (Vacuum arc remelting (VAR): ذوب مجدد قوسی در خلأ اولین بار در اواخر دهه ۱۹۵۰ برای ذوب مجدد سوپر آلیاژها در صنایع هوافضا استفاده شد. مشخصه اصلی ذوب مجدد قوسی در خلأ ذوب پیوسته یک الکتروود مصرف شدنی به وسیله قوس الکتریکی با جریان یک سو (DC) تحت خلأ می‌باشد. حرارت ایجاد شده برای ذوب فلز در ذوب مجدد قوسی در خلأ؛

ایجاد قوس الکتریکی بین الکترود مصرف شدنی و حوضچه مذاب در بالای شمش به وجود می‌آید.

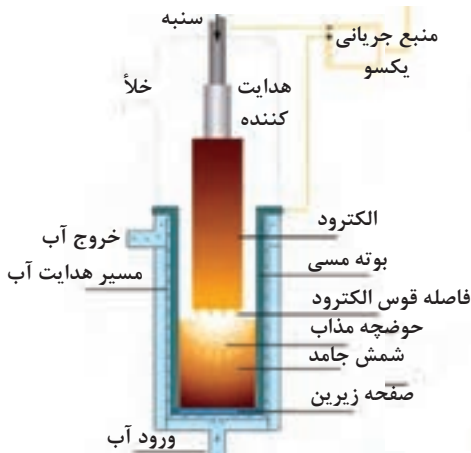
فلز ذوب شده در یک قالب مسی آبگرد منجمد می‌شود. در این روش قطب منفی به الکترود و قطب مثبت به حوضچه مذاب متصل است. جریان مورد استفاده تا ۴۰ کیلوآمپر و محدوده خلأ ۱/۱ تا ۱۱ پاسکال است. کوره‌ها به سیستم توزین الکترود، سیستم تغذیه جریان بالا و کنترل کامپیوتری فرایند ذوب (کنترل فاصله قوس، کنترل نرخ ذوب، سیستم جمع آوری و ثبت داده‌ها) مجهز هستند. قطر شمش‌های به دست آمده تا ۱/۵ متر و وزن آنها تا ۵۰ تن می‌رسد. متغیرهای فرایند شامل اتمسفر و نرخ ذوب می‌باشند.

مزایای این فرایند عبارت‌اند از:

- حذف گازهای حل شده از قبیل هیدروژن، نیتروژن و منواکسیدکربن
- به حداقل رساندن عناصر مضر با فشار بخار بالا
- بهبود تمیزی مذاب با حذف اکسیدها
- دستیابی به شرایط انجماد جهت دار برای جلوگیری از جدایش‌ها

کاربردهای ذوب مجدد قوسی در خلأ

- سوپرآلیاژها برای استفاده در هوافضا
- فولادهای استحکام بالا برای ساخت لوله‌ها و رینگ‌ها
- فولادهای بلبرینگ
- فولادهای ابزار
- فولادهای قالب
- ذوب فلزات فعال (تیتانیوم، زیرکونیم و آلیاژهای آنها) برای کاربرد در صنایع شیمیایی، هوافضا و...

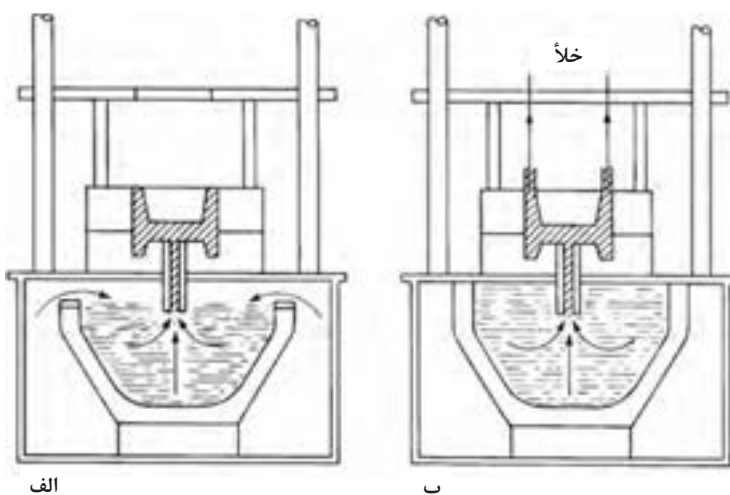


شمای کوره ذوب مجدد قوسی در خلأ و تصویر واقعی

ریخته‌گری کم فشار و ریخته‌گری تحت خلأ

ریخته‌گری کم فشار و ریخته‌گری تحت خلأ از بسیاری جهات شبیه به یکدیگر هستند. یک قالب فلزی در بالای یک کوره‌ی آب‌بندی شده که حاوی فلز مذاب است نصب می‌شود. یک لوله دارای پوشش دیرگداز که به آن لوله راهگاه گفته می‌شود از ته قالب به فلز مذاب وصل شده است. سپس در ریخته‌گری کم فشار (ورود هوای تحت فشار پایین به محفظه کوره) و در ریخته‌گری خلأ (اعمال خلأ به قالب) موجب می‌شود فلز مذاب از لوله بالا برود و با آشفنگی کم وارد حفره قالب شود. هوای درون قالب از طریق خروجی‌ها و قسمت‌های جداکننده قالب بیرون می‌رود. زمانی که قطعه منجمد شد، فشار هوا (ریخته‌گری کم فشار) یا خلأ (ریخته‌گری تحت خلأ) برداشته می‌شود و به فلز مذاب در لوله راهگاه اجازه می‌دهد که به درون کوره برگردد. پس از سرد شدن، قالب باز شده و قطعه خارج می‌شود.

این فرایند توانایی تولید قطعات با کیفیت بالا را دارد. با طراحی درست قالب، انجماد جهت‌دار قطعه صورت گرفته و بنابراین نیازی به استفاده از تغذیه وجود ندارد و قطعه از انتهای قالب پر و تغذیه می‌گردد. به خاطر اینکه معمولاً یک ورودی مذاب داریم و تغذیه هم استفاده نمی‌شود، بازده ریخته‌گری عمدتاً بالا بوده، و معمولاً بالای ۹۰٪ است. دقت ابعادی و پرداخت سطحی خوبی در این روش می‌توانیم داشته باشیم و قطعات پیچیده را هم می‌توان توسط ماهیچه‌های ماسه‌ای تولید کرد. خواص مکانیکی عالی و نرخ تولید بالا و بازده مناسب از مزایای این روش‌ها است.



نمایی از تجهیزات مورد استفاده در (الف) ریخته‌گری کم فشار و (ب) ریخته‌گری خلأ

ریخته‌گری کم فشار در قالب‌های دائمی

به‌طور کلی در این روش قطعات ریختگی را که اصولاً از نوع فلزات سبک هستند، به‌وسیله قالب‌های فلزی دائمی بر روی ماشین‌های خاص ریخته‌گری کم فشار تولید می‌کنند. بوته حاوی مذاب، در داخل محفظه گرم در بسته قرار دارد. که این بوته از طریق لوله انتقال مذاب با قالب فلزی در تماس قرار می‌گیرد. هوای فشرده و یا همان گاز را به‌منظور پر کردن قالب به‌محفظه مذاب هدایت می‌کنند تا در نتیجه فشاری در حدود $0/2$ تا $0/5$ بار بر آن اعمال شود و مذاب از طریق لوله انتقال به سمت بالای قالب فرستاده می‌شود تا در نهایت قالب پر شود. لازم به توضیح است که در مرحله انجماد مذاب، فشار اعمالی بایستی همچنین برقرار باشد تا ساختار بلوری متراکم و یکنواختی به‌وجود بیاید.

نکته

پیش از خارج کردن قطعه، فشاری که اعمال می‌شود باید قطع شود تا مذاب بتواند در لوله به سمت پایین هدایت شود.



ماشین‌های ریخته‌گری کم فشار: در حال حاضر ماشین‌های ریخته‌گری کم فشار به‌صورت تمام خودکار تنظیم می‌شوند و همچنین قالب‌های فلزی با سطح جدایش عمودی یا افقی مجهز به کشش ماهیچه و بیرون اندازهای هیدرولیکی یا پنوماتیکی استفاده می‌شوند. بر روی صفحه پایینی ماشین، نصفه زیری قالب فلزی به‌عنوان نیمه ثابت قالب محکم می‌شود و نیمه متحرک قالب بالایی بر روی صفحه متحرک ماشین محکم می‌شود که غالباً ماهیچه‌های فولادی نیز به‌طور هیدرولیکی روی آن کار گذاشته می‌شود (شکل صفحه بعد). قطعات ریختگی با کیفیت بالا از آلیاژهای آلومینیوم، منیزیم و سایر آلیاژهای با نقطه ذوب پایین از این روش تولید می‌شوند. قطعات آلومینیومی از ۲ تا ۱۵۰ کیلوگرم را می‌توان توسط این روش تولید کرد.

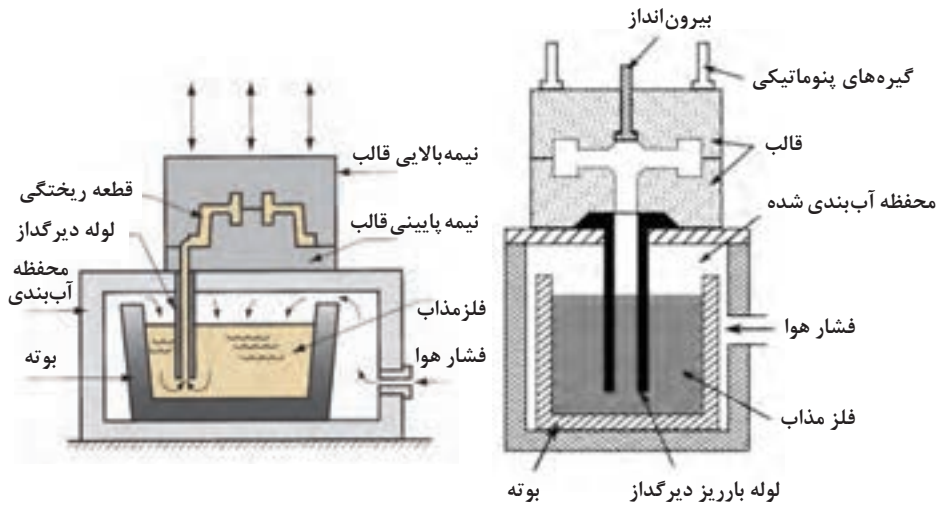
کاربردهای رایج

نکته

دمای قالب‌های فلزی در هنگام کار دستگاه چیزی در حدود ۳۰۰ تا ۳۸۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.



- قطعات آلومینیومی اتومبیل: رینگ‌ها، سرسیلندرها، بدنه سیلندر و محفظه‌ها
- قطعات ریختگی هوافضا
- محفظه‌های موتورهای الکتریکی
- ظروف آشپزخانه مانند زودپزها



نمایی از یک دستگاه ریخته‌گری تحت فشار کم با قالب دائمی

یکی از مزایای روش ریخته‌گری تحت فشار کم امکان استفاده از ماهیچه‌های ماسه ای برای ریخته‌گری قطعات پیچیده نظیر سر سیلندر است. ماهیچه‌هایی که به روش جعبه‌سرد تولید می‌شود در این روش کاربرد ندارند زیرا استحکام پایین داشته و توانایی مقاومت در برابر فشار مذاب ورودی و فشار انجماد را ندارد.

معایب روش ریخته‌گری تحت فشار کم:

- امکان تولید قطعات وزن زیاد در این روش محدود می‌باشد.
- هزینه تولید بالا می‌باشد.
- ریخته‌گری فلزاتی که نقطه ذوب بالا دارند مشکل است.
- هزینه تعمیر و نگهداری قالب زیاد می‌باشد.
- فلزاتی مانند فولاد و چدن به این روش قابلیت ریخته‌گری ندارند.

مقایسه ریخته‌گری تحت فشار با ریخته‌گری کم فشار:

در این روش فشار تزریق مذاب نسبت به فشار بالا (تحت فشار) خیلی پایین و حداکثر یک اتمسفر است. پایین بودن فشار امکان استفاده از ماهیچه‌های موقت را مهیا می‌سازد و در ریخته‌گری فشار بالا امکان استفاده از ماهیچه‌های موقت مقدور نمی‌باشد.

مقایسه ریخته‌گری کم فشار با روش ویژه: امکان تولید قطعات پیچیده به دلیل پر شدن قالب در این روش امکان‌پذیر است ولی در روش ویژه امکان تولید قطعات پیچیده وجود ندارد. در روش کم فشار، فشار مذاب در همه جای قطعه یکسان است و دانه‌های هم اندازه در انجماد تولید می‌شود در حالی که در روش ویژه فشار در قسمت پایین قطعه نسبت به قسمت بالای قطعه یکسان نبوده و بنابراین چگالی قطعات در پایین بیشتر و اندازه دانه‌ها نیز ریزتر است.

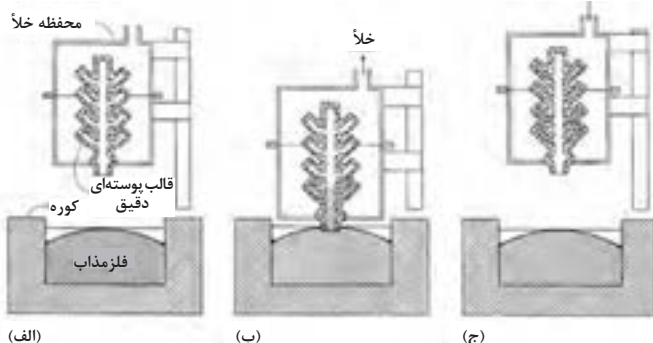
ریخته‌گری در خلأ

در این روش قالب‌ها به‌طور معمول همراه با یک لوله پرکننده که از قالب به‌خارج از محفظه امتداد دارد، در یک محفظه خلأ قرار داده می‌شوند. لوله پرکننده در فلز مذاب فروبرده می‌شود و در اطراف قالب خلأ ایجاد می‌شود و باعث می‌گردد که فلز به‌طرف قالب بالا برود. به‌طور کلی از قالب‌های فلزی در این روش استفاده می‌شود و از زمان جنگ جهانی دوم، بسیاری از قطعات ریخته‌گری آلومینیومی با کیفیت بالا در این قالب‌ها با روش پرسیدن خلأف جاذبه ساخته شدند. در قالب‌های فلزی تخلیه هوا صورت می‌گیرد تا در حین خلأ، فضاهای قالب به‌طور کامل توسط فلز مذاب پر شود. در اوایل دهه ۱۹۷۰، روش‌های جدیدی برای ریخته‌گری خلأف جاذبه در قالب‌های غیرفلزی نفوذپذیر، ابتدا با استفاده از قالب‌های دقیق سرامیکی و بعد با استفاده از قالب‌های ماسه‌ای چسب سرد طراحی شد. فرایندهای ریخته‌گری کم فشار خلأف جاذبه^۱ عبارت‌اند از:

۱- ریخته‌گری کم فشار خلأف جاذبه آلیاژهای ذوب شده در هوا: مزایای این

روش، ریخته‌گری تعداد زیادی قطعه در هر قالب، بازده بالای سیستم راهگامی (زیرا بیشتر فلز در سیستم راهگامی به‌داخل کوره بر می‌گردد)، و عیوب کمتر قطعات ریخته‌گی (به‌خصوص ناخالصی‌های ذوب که به‌دلیل غوطه‌وری دائمی لوله پرکننده در مذاب تمیز، کاهش می‌یابد). قطعات با دیواره نازک (تا ۰/۷۵ میلی‌متر) به‌راحتی با هزینه پایین و در تعداد بالا با این روش تولید می‌شوند. شکل بالای صفحه قبل نمایی از این روش را نشان می‌دهد.

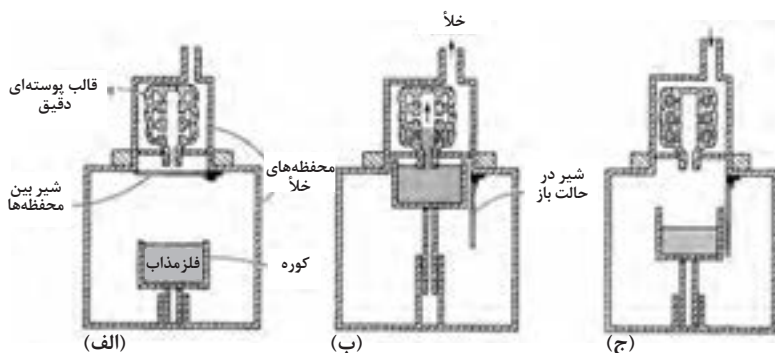
این فرایند برای ساخت قطعات از انواع آلیاژها برای صنایع مختلف استفاده می‌شود. در صنعت خودرو، به‌اجزای سیستم فرمان، قطعات انتقال، و در قطعات تولید شده برای هواپیما و صنایع هوا فضا، می‌توان به پروانه سوخت پمپ، بال‌های موشک، قطعات ترمز، پمپ‌ها و قطعات ساختاری اشاره کرد.



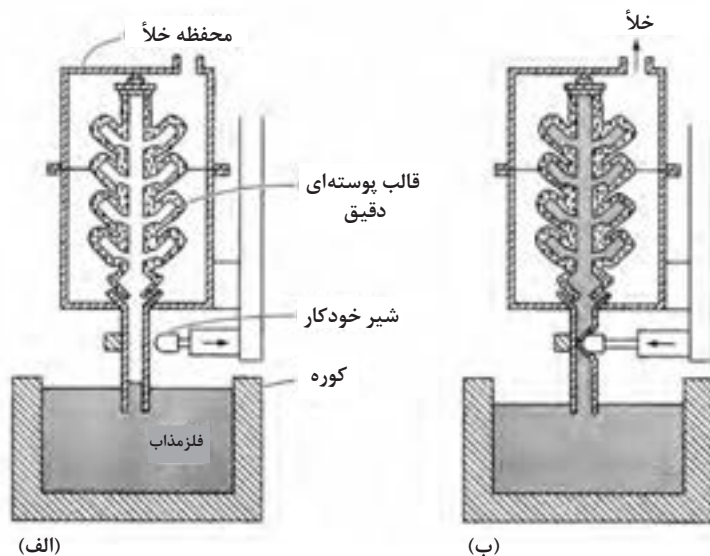
نمایی از ریخته‌گری کم فشار خلأف جاذبه آلیاژهای ذوب شده در هوا (الف) قالب پوسته‌ای دقیق در محفظه ریخته‌گری، (ب) قالب تا موقعیت پر شدن پایین آورده می‌شود، (ج) قطعه ریخته‌گی داخل قالب منجمد شده و اغلب مذاب در سیستم راهگامی به کوره بر می‌گردد.

۲- ریخته‌گری کم فشار خلاف جاذبه آلیاژهای ذوب شده در خلأ: این فرایند برای آلیاژهایی که شامل فلزات فعال هستند استفاده می‌شود، به خصوص سوپر آلیاژها که ممکن است حاوی آلومینیوم، زیرکونیوم، تیتانیوم و هافنیوم باشند. این روش تمامی مزایای روش ریخته‌گری کم فشار خلاف جاذبه آلیاژهای ذوب شده در هوا را دارد؛ به‌علاوه توانایی پر کردن مقاطع نازک (تا ۵/۰ میلی‌متر) و تولید قطعات ریخته‌گری عاری از اکسید. این روش در ساخت موتورهای توربین گاز و محفظه مشعل موتور جت، که از سوپر آلیاژها ساخته می‌شوند و دارای مساحت زیاد و دیواره نازک هستند به کار می‌رود. در روش‌های معمول ریخته‌گری ثقلی، وجود اکسیدهای کوچک باعث معیوب شدن این قطعات می‌گردد (شکل صفحه قبل).

برای انجماد قطعات ضخیم، از لوله پرکننده انعطاف‌پذیر استفاده می‌شود، که با یک شیر خودکار پس از پر شدن قالب بسته می‌شود. این روش برای پر شدن کامل قالب در ریخته‌گری قطعات نازک به کار می‌رود و مزیت تمیزی فلز پُرشونده را دارد (شکل زیر).



نمای مراحل فرایند ریخته‌گری کم فشار خلاف جاذبه آلیاژهای ذوب شده در خلأ: (الف) فلز در خلأ ذوب می‌شود و قالب داغ در محفظه مجزای بالایی وارد می‌گردد، سپس خلأ در محفظه دوم ایجاد می‌شود. (ب) هر دو محفظه با گاز آرگون شستشو می‌شوند، درجه بین محفظه‌ها باز می‌شود، لوله پرکننده داخل فلز مذاب می‌شود، خلأ اضافی به محفظه بالایی اعمال می‌گردد تا فلز را به سمت بالا هدایت کند. (ج) پس از منجمد شدن قطعات، خلأ برداشته می‌شود و فلز مذاب باقیمانده در سیستم راهگامی به‌بوته برمی‌گردد.



(الف) لوله پرکننده در مذاب فروبرده شده و از خلأ برای پرکردن قالب استفاده می‌شود. (ب) هنگامی که قالب پر شد، یک شیر خودکار، دهانه لوله پرکننده را می‌بندد. فلز در قالب محبوس شده و همانند ریخته‌گری ثقلی منجمد می‌شود.

۳- ریخته‌گری کم فشار خلاف جاذبه آلیاژهای ذوب شده در هوا در قالب

ماسه‌ای: این روش برای ریخته‌گری در ماسه استفاده می‌شود و کاملاً با روش‌های بحث شده در بالا متفاوت است. این روش توانایی تولید قطعات ریختگی نازک در خلأ پایین را دارد. به دلیل اینکه فلز از بخش‌های تمیز مذاب برداشته می‌شود و ریخته‌گری در دماهای فوق ذوب پایین انجام می‌شود، (در مقایسه با روش‌های ریخته‌گری ثقلی) ناخالصی‌های مذاب بسیار کم است.

میله‌های اتصال و شفت‌های نازک و توخالی در خودرو را می‌توان با فولاد و چدن با ضخامت دیواره تنها ۱/۵ میلی‌متر به این روش ساخت. مرکز چرخ فولاد ضدزنگ که از چرخ‌های آلومینیومی سبک‌تر هستند، با توجه به قابلیت تولید دیوارهای نازک، با این روش ساخته می‌شوند.

ارزشیابی پایانی جلسه بیست و سوم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل کار برگ توسط هنرجویان نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجویان ثبت نمایید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه بیست و سوم

خود ارزیابی توسط هنرجو		
خیر	بلی	مؤلفه‌های خودارزیابی
		تفاوت ریخته‌گری کوبشی با آهنگری را می‌دانم.
		مراحل انجام فرایند ریخته‌گری کوبشی را یاد گرفتم.
		عوامل مهم در فرایند ریخته‌گری کوبشی را متوجه شدم.
		تفاوت ریخته‌گری کوبشی مستقیم و غیرمستقیم را می‌دانم.
		عوامل مؤثر در فرایند ریخته‌گری کوبشی را می‌دانم.
		مزایا و معایب ریخته‌گری کوبشی را یاد گرفته‌ام.
		ریخته‌گری کوبشی را می‌توانم با سایر روش‌های ریخته‌گری مقایسه کنم.
		انواع قطعات تولید شده به روش ریخته‌گری کوبشی را یاد گرفتم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۱	تفاوت ریخته‌گری کوبشی با آهن‌گری را متوجه شده است..
	۲	مراحل انجام فرایند ریخته‌گری کوبشی را یاد گرفته است.
	۲	عوامل مهم در فرایند ریخته‌گری کوبشی را می‌داند.
	۲	تفاوت ریخته‌گری کوبشی مستقیم و غیر مستقیم را می‌داند.
	۳	عوامل موثر در فرایند ریخته‌گری کوبشی را یاد گرفته است.
	۲	مزایا و معایب ریخته‌گری کوبشی را می‌داند.
	۳	ریخته‌گری کوبشی را می‌تواند با سایر روش‌های ریخته‌گری مقایسه کند.
	۳	انواع قطعات تولید شده به روش ریخته‌گری کوبشی را یاد گرفته است.
	۲	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع



فصل پنجم

کسب اطلاعات فنی

جلسه بیست و چهارم

مهارت‌های سواد اطلاعاتی

برای تدریس این قسمت از درس ابتدا مقدمه ای در مورد سواد اطلاعاتی بیان کنید و در هنگام ارائه مقدمه از هنرجویان بپرسید که «سواد» چیست و از آنها بخواهید که برداشتشان را از تعریف «فرد با سواد» بیان کنند. سعی کنید در هنگام بیان مقدمه، سؤالی انگیزشی در مورد روش‌های کسب اطلاعات در مورد «یک موضوع خاص که قبلاً اطلاعاتی در آن زمینه نداریم» یا «موضوعی که نیازمند گسترش دامنه آگاهی‌ها در آن هستیم» از هنرجویان بپرسید. به نحوی که باعث توجه بیشتر آنها به روش‌های جستجو در منابع و کسب اطلاعات شود. سعی کنید که در فرصت‌های مناسب از هنرجویان بخواهید که سؤال‌هایی مطرح کنند و برای پاسخ دادن به این سؤالات از دیگر هنرجویان کمک بگیرید یعنی ابتدا از دیگر هنرجویان بخواهید که در صورت آگاهی از جواب سؤال، نظر خود را اعلام کنند. سپس با توضیحات خود، جواب صحیح را به هنرجو بدهید. این امر باعث خواهد شد که فضای رقابتی بین هنرجویان ایجاد شود به نحوی که بخواهند اطلاعات خود را به رخ یکدیگر بکشند و با هدایت شما این فضا به فضای بحث و تبادل نظر تبدیل شود.

نکته



در تعریف «سواد» معمولاً هنرآموزان دچار مشکل می‌شوند.

تعریف کلاسیک سواد، توانایی خواندن و نوشتن است.

اما بر اساس تعریف یونسکو، شخص با سواد فردی است که تمام پارامترهای زیر را دارا باشد:

۱- سواد عاطفی: توانایی برقراری روابط عاطفی با خانواده، همکاران، مشتریان، رقبا و دوستان؛ به نحوی شایسته.

سواد ارتباطی: توانایی برقراری ارتباط و تعامل با تمامی اعضای جامعه، شامل آداب معاشرت و روابط اجتماعی بهینه.

سواد مالی: توانایی مدیریت مالی خانواده، توانایی مدیریت اقتصادی درآمد، یعنی دانش گردش نقدینگی، سرمایه‌گذاری و مدیریت هزینه.

سواد رسانه‌ای: اینکه فرد بداند کدام رسانه‌ها معتبر و کدام نامعتبر است، یعنی توانایی تشخیص راستی و درستی اخبار و دیگر پیام‌های رسانه‌ای را داشته باشد. **سواد تربیتی:** توانایی تربیت فرزندان به نحو شایسته

سواد رایانه‌ای: دانستن مهارت‌های هفت‌گانه ICDL؛ شامل مفاهیم پایه فناوری اطلاعات و ارتباطات، استفاده از رایانه، مدیریت فایل‌ها، واژه پردازی و...

سواد سلامتی: دانستن اطلاعات مهم درباره تغذیه سالم و راه‌های جلوگیری و کنترل بیماری‌ها

سواد نژادی و قومیتی: شناخت نژادها و قومیت‌ها بر اساس احترام و عدم تبعیض

سواد بوم شناختی: دانستن راه‌های حفاظت از محیط زیست
سواد تحلیلی: توانایی شناخت، ارزیابی و تحلیل نظریه‌های مختلف با استدلال‌های منطقی و اصولی بدون هر گونه تعصب و پیش فرض‌های قومی یا ایدئولوژیک

سواد انرژی: توانایی مدیریت در مصرف انرژی، آب و حفظ امنیت غذایی
سواد علمی: یعنی علاوه بر سواد دانشگاهی توانایی بحث و یا حل و فصل مسائل با راهکارهای علمی و عقلانی مناسب

بدین ترتیب، یک فرد باسواد از نظر سازمان جهانی یونسکو فردی است که با آموزش‌های مناسب، توانایی داشتن یک زندگی مناسب و با کیفیت را در قرن بیست و یکم پیدا کند. امروز، در قرن بیست و یکم، داشتن سواد خواندن و نوشتن، یا حتی اخذ مدرک دانشگاهی، دلیل بر باسواد بودن فرد نیست. بی‌سواد کسی نیست که فقط خواندن و نوشتن نمی‌داند، یا بی‌سواد تنها به کسی اطلاق نمی‌شود که با رایانه و زبان بین‌المللی انگلیسی غریبه است، بلکه بی‌سواد کسی است که اولاً «تواند دانسته‌هایش را به روزرسانی کند» و ثانیاً «جرئت دور ریختن دانسته‌های باطل شده‌اش را نداشته باشد.»

جستجوی منابع

برای تدریس این قسمت قبل از ورود به کلاس چند منبع برون خط (off line) از قبیل لغت نامه‌های عمومی و تخصصی، کتب مرجع، مجلات عمومی و تخصصی، جداول و استانداردهای چاپ شده را تهیه کنید و به کلاس ببرید و قبل از تعریف منابع اطلاعاتی، آنها را نمایش دهید و از هنرجویان بخواهید که نظر خود را درباره «تفاوت اطلاعات کسب شده» از هر یک از این منابع بیان کنند و در ادامه منابعی که تخصصی هستند را کنار هم قرار دهید و منابع عمومی را نیز در کنار هم قرار دهید. بدین وسیله به هنرجویان تفهیم کنید که در هر یک از منابع، سطح خاصی از اطلاعات را می‌توان کسب کرد. سپس به وسیله مطالب ارائه شده در کتاب درسی، منابع جستجو را شرح دهید و روش‌های جستجو را بیان کنید.
مثال: کسب اطلاعات تخصصی در مورد ریخته‌گری را برای هنرجویان مطرح کنید و بپرسید که آیا می‌توان از هر منبعی اطلاعات تخصصی را به دست آورد؟

منابع بر خط (online)

برای تدریس این مبحث بهتر است هنرجویان را به سایت کامپیوتر برده و توضیحات مربوط به منابع بر خط (online) را برای هنرجویان به صورت عینی همراه با نمایش عملکرد ارائه کنید.
باتوجه به اینکه هر یک از قسمت‌ها در کتاب درسی هنرجو بسیار کوتاه و خلاصه آمده است برای برطرف کردن ابهام هنرجویان به طور کامل توضیح دهید. در ابتدا منابع بر خط را معرفی کنید و سپس به توضیح هر قسمت بپردازید.

ارزشیابی پایانی جلسه بیست و چهارم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر کرده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از اینکه کاربرگ توسط هنرجویان تکمیل شد، نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجویان ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه بیست و چهارم

خود ارزیابی توسط هنرجو		
خبر	بلی	مؤلفه‌های خود ارزیابی
		انواع منابع اطلاعاتی را می‌شناسم.
		کارکرد و تقسیم بندی منابع اطلاعاتی را می‌دانم.
		می‌توانم در زمینه موضوع خاصی، اطلاعات اولیه را به دست آورم.
		می‌توانم راهبرد جست‌وجوی خود را توسعه دهم.
		می‌توانم اطلاعات را یافته، جمع‌آوری کرده، و سپس ارزیابی کنم.
		می‌توانم به منابعی که برای نوشتن مطلب خود به کار برده‌ام، استناد کرده و ارائه کنم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۳	انواع منابع اطلاعاتی را می‌شناسد.
	۳	کارکرد و تقسیم بندی منابع اطلاعاتی را می‌داند.
	۳	می‌تواند در زمینه موضوع خاصی، اطلاعات اولیه را به دست آورد.
	۳	می‌تواند راهبرد جست‌وجوی خود را توسعه دهد.
	۳	می‌تواند اطلاعات را یافته، جمع‌آوری کرده، و سپس ارزیابی کند.
	۳	می‌تواند به منابعی که برای نوشتن مطلب خود به کار برده است، استناد کرده و ارائه کند.
	۲	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

جلسه بیست و پنجم: منابع اطلاعاتی

دانش افزایی

موتور جستجوی گوگل، بی شک مهم ترین Search Engine دنیا محسوب می شود. با دانستن برخی نکات می توان هم در حفظ حریم خصوصی خود کوشا بود و هم نتایج بهتری را به دست آورد. روش های زیر به ما در جستجوی بهتر گوگل کمک کرده و باید ها و نبایدهایی را نیز به ما یادآوری می کند.

جستجوی پیشرفته گوگل (Google Advanced Search)

با میلیون ها و شاید هم میلیارد ها نتیجه، پیدا کردن دقیق آن چیزی که به دنبال آن هستیم، شاید دشوار به نظر برسد. اینجاست که جستجوی پیشرفته وارد می شود.



ابتدا نزدیک ترین واژه را در سرچ بار تایپ کنید و اینتر بزنید. اکنون از تنظیمات بالا، جستجوی پیشرفته را انتخاب نمایید. گزینه های زیادی برای محدود کردن و دقت در نتایج وجود دارند؛ زبان، منطقه یا آخرین تاریخ آپدیت از گزینه های مهم آن هستند.

مثلاً برای بازسازی سرچ بالا، می توانید «ریخته گری» را در بخش همه این کلمات و «ماسه» را در بخش بدون این کلمات وارد نمایید.

در گوشه چپ می توانید نکاتی سودمند را برای وارد کردن جزئیات مطالعه کنید.

جستجوی صوتی گوگل (Google Voice Search)

راه آسان دیگر، انجام جستجو با استفاده از صداست. اگر از مرورگر کروم استفاده می کنید، هنگام باز کردن صفحه گوگل، گزینه میکروفون درست در انتهای نوار سرچ وجود دارد. تنها کافیست بر روی آن کلیک کرده و در صورت نیاز، به آن

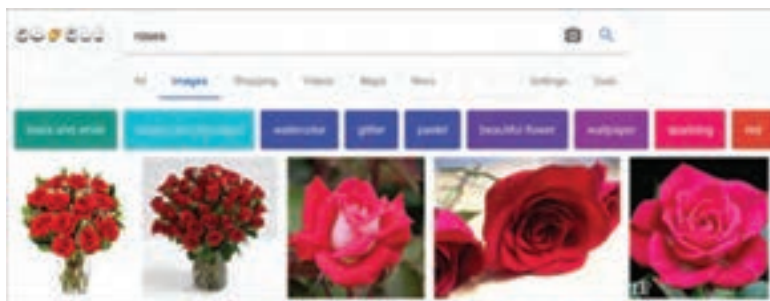
دسترسی بدهید. اکنون زمان گفتن کلید واژه (های) مورد نیاز شماست. این قابلیت همچنین برای تلفن همراه هم ارائه شده است. از جمله سیستم عامل های iOS و Android که کاربرد مشابهی دارند. بر روی میکروفون تپ کرده و واژه را بگویید.

جستجوی تصاویر در گوگل (Google Image Search)



اگر به دنبال جستجوی عکس، تصویر انتزاعی، طراحی یا موارد دیگر هستید می توانید به طور مستقیم به بخش Images سایت گوگل بروید. همان طور که مشاهده می کنید، می توانید با گزینه های رنگارنگ و متنوع از بالا آنها را فیلتر کنید. شرایط جستجو به آسانی تغییر می کنند.

جستجوی وارون تصویر (Reverse Image Search)



به صورت رسمی دو حالت برای جستجوی تصاویر وجود دارد؛ آپلود کردن یا قرار دادن لینک تصویر کنونی در این بخش، نیازی به نوشتن تاپیک نیست، خود تصویر آنالیز شده و موارد مشابه نمایش داده می شود. در حالت Reverse یا وارونه، نیازی به آپلود تصویر یا لینک آن نیست، کفایت بر روی تصویر راست کلیک کرده و گزینه «Search Google for image» را بزنید (مرورگر کروم). برای مرورگرهایی نظیر فایرفاکس، اپرا و سافاری می بایست افزونه «Google Reverse Image Search» را نصب نمایید.

مشاهده تاریخچه جستجوی گوگل



پیش از هر چیز، مطمئن شوید که وارد اکانت کاربری خود شده‌اید. اکنون چند راه پیش روی شماست؛

۱ در یک صفحه نتایج جستجوی گوگل، بر روی تنظیمات در زیر نوار جستجو کلیک کرده و تاریخچه را انتخاب کنید.

۲ در یک صفحه نتایج، بر روی تنظیمات در پایین نوار جستجو کلیک کرده و تنظیمات جستجو را انتخاب کنید. سپس تاریخچه جستجو را کلیک کنید.

۳ بر روی پروفایل خود، واقع در بالا و سمت راست کلیک کنید و حساب کاربری را انتخاب کنید. سپس، فعالیت‌ها را باز کنید.

حذف تاریخچه جستجوی گوگل

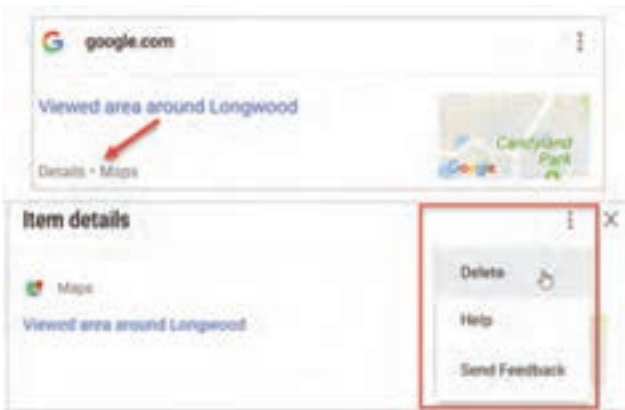


پس از دستیابی به تاریخچه گوگل، می‌توانید به راحتی آنها را پاک کنید.

حذف روز به روز

در تاریخچه گوگل، شما می‌توانید تاریخ‌های دلخواه جستجوی خود را حذف کنید. برای پاک کردن تاریخچه امروز، بر روی گزینه بیشتر (More) کلیک کرده و حذف (Delete) را انتخاب کنید. روزها و تاریخ‌های دیگر نیز دقیقاً مشابه با همین عمل هستند.

حذف مجزا بر حسب سایت



برای پاک کردن وب سایتی خاص، در تاریخچه بر روی گزینه جزئیات (Details) کلیک کرده و مانند بالا عمل کنید. همچنین برای حذف کردن دیگر موضوعات، باید از منو، گزینه حذف بر اساس (Delete Activity By) را انتخاب کنید.

آموزش فعال کردن سرچ ایمن (Safe Search)



از آنجایی که همهٔ وب سایت‌ها و محتواهایشان برای همهٔ شرایط سنی مناسب نیستند، باید از نمایش آنها برای این گروه‌ها (از جمله کودکان و نوجوانان) جلوگیری به عمل آورد. فعال کردن سرچ ایمن یا Safe Search بسیار آسان است. کفایت در صفحه نتایج جستجوی گوگل، بر روی تنظیمات کلیک کرده و گزینه Turn on SafeSearch را انتخاب کنید.

آموزش تغییر زبان جستجوی گوگل



اگر می‌خواهید زبان فعلی خود را به زبانی دلخواه تغییر دهید، باید به تنظیمات رفته، Language را انتخاب کنید و از آنجا زبان جستجو و زبان محصولات گوگل را تغییر دهید. سپس گزینه Save را انتخاب کنید.

جستجو در گوگل ساده است! مهم نیست به دنبال چه چیزی هستید. اگر مبتدی هستید، کافی است پس از مراجعه به سایت گوگل (www.google.com) عبارت مورد جستجو را به هر زبانی که دوست دارید در کادر جستجو وارد کرده و کلید اینتر را فشار دهید تا فهرست نتایج در اختیار شما قرار گیرد.

جستجوی کلمات وبی: به‌عنوان مثال اگر قصد دارید فیلم ریخته‌گری را از اینترنت دانلود کنید چنانچه نام فیلم را در کادر جستجو وارد کنید هر نوع اطلاعات مربوط به آن را در فهرست نتایج مشاهده خواهید کرد، اما اگر از کلماتی همچون «دانلود» و «لینک مستقیم» نیز در عبارت جستجوی خود کمک بگیرید، مطمئناً بسیاری از نتایج، مربوط به لینک‌های دانلودی از فیلم مورد نظر خواهد بود. سعی کنید با وبگردی بیشتر در اینترنت با کلمات وب آشنا شده و در جستجوهای خود به‌جای کلمات رایج از اصطلاحات رایج در صفحات وب استفاده کنید.

جستجوی عین کلمات: گاهی اوقات ممکن است قصد داشته باشید عین یک کلمه را جستجو کنید. به عنوان مثال با تایپ عبارت ماشین ریخته‌گری کوبشی ممکن است سایت‌های مرتبط با ماشین ریخته‌گری کوبشی به عنوان نخستین نتیجه در اختیار شما قرار گیرد و در ادامه آن نیز نتایجی مرتبط با کلمه ماشین یا ریخته‌گری کوبشی را مشاهده کنید، اما اگر قصد دارید همه نتایج شامل کل عبارت ماشین ریخته‌گری کوبشی باشد، باید عبارت مورد جستجو را میان گیومه قرار دهید. به عبارت دیگر برای جستجوی عین کلمات باید آن را به صورت «ماشین ریخته‌گری کوبشی» در کادر جستجو وارد کنید.

جستجو در یک سایت: یکی از مشکلات بسیاری از وبلاگ‌ها، نداشتن قابلیت جستجو است. همچنین ممکن است بخواهید عملیات جستجو را در یک سایت یا در مجموعه‌ای از سایت‌ها با یک وجه مشترک اجرا کنید. در این شرایط می‌توانید در پایان عبارت جستجو، از: Site کمک بگیرید. در مقابل این عبارت می‌توانید دامنه یک سایت یا پسوند سایت‌ها را وارد کنید. به عنوان مثال برای جستجوی عبارت android در سایت دانشنامه رشد می‌توانید از عبارت زیر کمک بگیرید:

Android site: daneshnameh.roshd

همچنین اگر قصد دارید این عبارت را فقط در سایت‌های با دامنه ir یا edu جستجو کنید می‌توانید از عبارت site:ir یا site:edu کمک بگیرید.

جستجوی یک فرمت خاص: اگر قصد دارید مقاله‌ای را در فرمت pdf جستجو کنید یا به دنبال یک مقاله در فرمت doc مربوط به نرم‌افزار واژه‌پرداز Word هستید، به جای آنکه از عبارات بیپه‌ده مانند مقاله و... به فرمت word و... استفاده کنید، پیشنهاد می‌کنیم از: filetype کمک بگیرید. برای استفاده از این قابلیت باید پس از تایپ عبارت مورد جستجو، عبارت: filetype را وارد کرده و در مقابل آن فرمت مورد نظرتان را وارد کنید. به عنوان مثال برای جستجوی مقاله‌ای در رابطه با ریخته‌گری پیوسته به فرمت doc از عبارت زیر استفاده می‌شود:

continuous casting machines filetype:doc یا CCM casting filetype:doc

بودن یا نبودن در نتایج جستجو: دوست دارید روش ریخته‌گری در ماسه را در اینترنت جستجو کنید؟ یا شاید برعکس، قصد دارید روش تهیه ریخته‌گری بدون ماسه را جستجو کنید؟ چنانچه قصد داشته باشید کلماتی الزاماً در نتایج جستجوی شما وجود داشته باشند، می‌توانید آنها را بین دو علامت گیومه قرار دهید.

جستجوی صفحات مشابه: اگر در حین وبگردی از یک سایت خوشتان آمده و دوست دارید سایت‌های مشابه آن را نیز مشاهده کنید، می‌توانید از گوگل کمک بگیرید. با وارد کردن عبارت related: و پس از آن تایپ نشانی سایت یا لینک

مورد علاقه خود، فهرستی از سایت‌های مشابه با آن در اختیار شما قرار خواهد گرفت. به‌عنوان مثال چنانچه به سایت روزنامه جام‌جم علاقه دارید، می‌توانید با جستجوی عبارت زیر، فهرستی از سایت‌های مشابه آن را نیز مشاهده کنید:
related: daneshnameh.roshd.ir

جستجو در رنج قیمت: آیا می‌دانید برای مشخص کردن محدوده‌ای از اعداد در گوگل باید از دو نقطه پشت سر هم «..» کمک بگیرید؟ به‌عبارت دیگر برای جستجو بین محدوده ۵۰۰ هزار تا ۸۰۰ هزار باید از عبارت زیر استفاده کنید:
500000_800000

جستجوی زمان و آب‌وهوا: اگر همین حالا می‌خواهید بدانید ساعت در هر نقطه‌ای از دنیا چند است، می‌توانید در گوگل عبارت time را جستجو کنید. همچنین برای مشاهده وضع آب‌وهوا در هر نقطه‌ای از دنیا نیز می‌توانید از عبارت Weather کمک بگیرید.

جستجو با Goggles: جستجو توسط تصاویر تهیه شده از دوربین تلفن‌های همراه نیز یکی از روش‌های جستجو در گوگل است. برای استفاده از این قابلیت در تلفن‌های همراه مجهز به سیستم‌عامل اندروید، نرم‌افزار Google Goggles را اجرا کنید و در آیفون نیز پس از اجرای نرم‌افزار جستجوی گوگل، گزینه Goggles را انتخاب کنید. در ادامه با استفاده از دوربین تلفن همراه یک عکس از موضوع موردنظر خود تهیه کرده و منتظر بمانید تا عملیات جستجو آغاز شود! - گوگل از بسیاری از غلط‌های تایپی صرف‌نظر خواهد کرد و املاي درست کلمات را برای شما جستجو می‌کند (در صورتی که اصرار داشته باشید املاي غلط یک کلمه جستجو شود می‌توانید آن را انجام دهید)

- گوگل به بزرگی یا کوچکی حروف حساس نیست
- گوگل هنگام جستجو از نشانه‌ها و علامت‌ها (@#%*^)=)[] صرف‌نظر می‌کند.

فعالیت ۱ تا فعالیت ۵ به کسب اطلاعات فنی از منابع اختصاص دارد.

فعالیت کلاسی ۱



در منابع معتبر به منظور شناسایی واژه‌نامه عمومی و واژه‌نامه تخصصی جستجو صورت می‌گیرد. نمونه ای از منابع در جدول صفحه بعد پیشنهاد شده است. از هنرجویان بخواهید در مورد واژه‌نامه‌ها در اپلیکیشن‌های موبایل یا نرم افزارها نیز جستجو کنند.

واژه‌نامه تخصصی (بر خط)	واژه‌نامه عمومی (بر خط)	واژه‌نامه تخصصی (برون خط)
barsadic.com	واژه‌یاب www.vajehyab.com	فرهنگ بزرگ متالورژی و مواد
www.faraazin.ir	آبادیس dictionary.abadis.ir	فرهنگ موضوعی و مصور لغات و اصطلاحات ریخته‌گری
	هوشیار www.hooshyar.com	فرهنگ متالورژی

فعالیت کلاسی ۲



این فعالیت به اعتبارسنجی و دقت در استفاده از مترجم گوگل یا سایر نرم‌افزارهای ترجمه اختصاص دارد. از واژه‌نامه‌های عمومی برای ترجمه استفاده کنید و نتایج را با واژه‌نامه‌های تخصصی مقایسه کنید.

همان‌گونه که می‌دانید بیشتر منابع مورد استفاده ما در مباحث تخصصی به زبان انگلیسی است. برای جستجو و تحقیق در این منابع باید با زبان تخصصی آشنایی داشته باشید. در مباحث تخصصی ترجمه کلمه به کلمه کاربردی ندارد بلکه باید با استفاده از دانش تخصصی بهترین مفهوم برای یک جمله انتخاب شود. البته باید توجه داشت که در ترجمه مفاهیم نباید مضمون اصلی جمله دچار تغییر شود.

نکته



برای ترجمه متون تخصصی رعایت نکات زیر ضروری است.

۱ در ترجمه متون تخصصی باید از واژه‌نامه‌های تخصصی استفاده شود. زیرا معانی کلمات در واژه‌نامه‌های عمومی ممکن است متفاوت باشد. به طور مثال اگر



واژه *Flask* را در مترجم گوگل جستجو کنید معنای «قمقمه، فلاسک» را به شما ارائه می‌دهد ولی معنای همین واژه در واژه‌نامه مهندسی متالورژی «درجه» است. که معنی درجه برای متن تخصصی صحیح است.

۲ افزودن حروف تعریف (a و the) یا پسوند و پیشوندهای مختلف (ing و...); معنی کلمات را تغییر می‌دهد. به عنوان مثال به معانی متفاوت کلمه cast توجه کنید. (واژه‌نامه عمومی - مترجم گوگل)

cast	قالب، گچ گیری، مهره‌ریزی، انداختن، ریختن، در قالب قرار دادن، معین کردن، پخش کردن، افکندن، به شکل درآوردن، مطرود
a cast	یک بازیگر
The cast	بازیگران
casting	ریخته‌گری، پرتاب، چدن ریزی، سبک
sand casting	شن و ماسه ریخته‌گری (واژه‌نامه عمومی - مترجم گوگل)

۳ ممکن است در یک متن اصطلاحاتی وجود داشته باشد که دارای چند بخش باشند. مانند Moulding bench، اگر معنی moulding جدا و معنی bench جدا جستجو شود، برای moulding، معنی ریخته‌گری و برای bench، معنی نیمکت ارائه خواهد شد. چنانچه این معانی برای ترجمه اصطلاح کنارهم قرار داده شوند؛ معنی صحیح به دست نخواهد آمد. در صورتی که اگر اصطلاح در نظر گرفته شود Moulding bench به معنی میز قالب‌گیری خواهد بود.

از هنجرویان بخواهید علاوه بر ترجمه کلمه «casting» یا «ماسه خشک» که در فعالیت ۲ آمده است؛ برای ترجمه کلمه «core making» یا «case hardening» از Google translate یا سایر نرم‌افزارهای ترجمه آفلاین استفاده کنند و نتایج را با واژه‌نامه‌های تخصصی مقایسه کنند.

واژه	Google translate	واژه‌نامه تخصصی متالورژی یا فرهنگ مصور لغات فنی ریخته‌گری
core making		
case hardening		

نکته

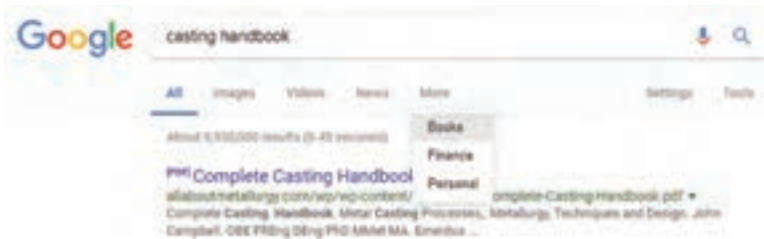


در ارزشیابی‌ها برای ترجمه متون می‌توانید از واژه‌نامه‌های چاپی استفاده کنید.

فعالیت کلاسی ۳



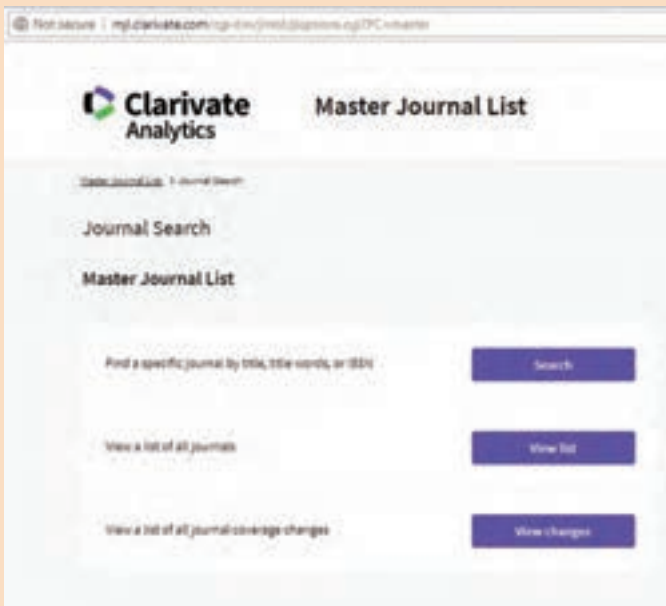
از هنرجویان بخواهید با جستجو در منابع نام ده کتاب تخصصی در زمینه ریخته‌گری را پیدا کنند. از هنرجویان بخواهید برای جستجوی کتاب‌های فارسی در گوگل، حتماً از کلمه «کتاب» استفاده کنند. در جستجوی کتاب‌های انگلیسی می‌توان از کلمه Books در منوی More زیر نوار ابزار جستجوی گوگل استفاده کرد.



فعالیت کلاسی ۴



برای جستجوی مجلات فارسی معتبر و درجه علمی آنها به سایت وزارت علوم یا دانشگاه آزاد اسلامی مراجعه کنید. برای جستجوی مجلات انگلیسی به سایت Thomson Reuters (Clarivate Analytics) مراجعه کنید. در این سایت می‌توان علاوه بر جستجوی نام یا کلید واژه عنوان مجله، فهرست تمامی مجلات در یک دسته‌بندی خاص را مشاهده کرد.





از هنرجویان بخواهید در پورتال سازمان ملی استاندارد ایران و با مراجعه به بخش فهرست استانداردهای ملی، چند استاندارد به زبان فارسی جستجو کنند.



برای جستجوی استاندارد به زبان انگلیسی می توان به سایت Google Patents به نشانی www.google.com/patents مراجعه کرد.

ارزشیابی پایانی جلسه بیست و پنجم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر کرده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل کار برگ توسط هنرجویان نمره خود را طبق یادداشت های نظارتی که در طول روز تهیه کرده اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجویان ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه بیست و پنجم

خود ارزیابی توسط هنرجو		
خبر	بلی	مؤلفه‌های خود ارزیابی
		انواع واژه‌نامه عمومی و واژه‌نامه تخصصی را می‌شناسم.
		در استفاده از مترجم گوگل به اختلاف ترجمه کلمات تخصصی توجه دارم.
		در ترجمه متون تخصصی به استفاده از حروف تعریف، پسوند و پیشوند توجه دارم.
		توانایی جستجو و یافتن کتاب‌های تخصصی را در اینترنت دارم.
		توانایی جستجو و یافتن مجلات و مقاله‌های معتبر را در اینترنت دارم.
		توانایی جستجو و یافتن استانداردهای فارسی یا انگلیسی را در اینترنت دارم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۳	انواع واژه‌نامه عمومی و واژه‌نامه تخصصی را می‌شناسد.
	۳	در استفاده از مترجم گوگل به اختلاف ترجمه کلمات تخصصی توجه دارد.
	۳	در ترجمه متون تخصصی به استفاده از حروف تعریف، پسوند و پیشوند توجه دارد.
	۳	توانایی جستجو و یافتن کتاب‌های تخصصی را در اینترنت دارد.
	۳	توانایی جستجو و یافتن مجلات و مقاله‌های معتبر را در اینترنت دارد.
	۳	توانایی جستجو و یافتن استانداردهای فارسی یا انگلیسی را در اینترنت دارد.
	۲	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

جلسه بیست و ششم

قالب‌گیری

در ابتدای جلسه از هنرجویان بخواهید کلمات جدید درس را فهرست کنند. سپس از لغت‌نامه‌های انگلیسی به فارسی برای یافتن معانی کلمات کمک بگیرید. روش پیدا کردن کلمات در لغت‌نامه‌ها را برای آنها تدریس کنید. به منظور آموزش صحیح تلفظ کلمات علاوه بر راهنمایی‌های موجود در لغت‌نامه‌ها، می‌توانید از نرم‌افزارها یا سایت‌هایی که تحت عنوان text to speech هستند کمک بگیرید.

برای تدریس بهتر تلفظ و به یادسپاری کلمات از فیلم و انیمیشن‌های تخصصی کمک بگیرید. این فیلم و انیمیشن را برای هنرجویان نمایش دهید و با طرح سؤال‌های انگیزشی به یادگیری و تفهیم معانی کمک کنید.

نکته



برای ترجمه متون می‌توانید از واژه‌نامه‌های چاپی و دیجیتالی استفاده کنید.

فعالیت ۶ تا ۱۱ به بررسی کلمات و مفاهیم قالب‌گیری اختصاص دارد.

فعالیت کلاسی ۶



برخی از ابزارهای مورد استفاده در قالب‌گیری آمده است. از هنرجویان بخواهید براساس واژه‌نامه‌ها، معنای عمومی و تخصصی و کلمات مترادف (هم معنی) فارسی یا انگلیسی را پیدا کنند. در انتهای این فصل در کتاب، معانی کلمات تخصصی نوشته شده است.

فعالیت کلاسی ۷



نمونه‌ای از فلوچارت‌های عملیاتی برای تولید قطعه ریخته‌گری در ماسه آمده است. برای سایر فرایندها نیز می‌توان فلوچارت مشابهی را رسم کرد.

از هنرآموزان بخواهید با تغییر و اصلاح بخش‌های مختلف فلوچارت، مراحل عملیاتی سایر روش‌های ذکر شده در کتاب را بیان کنند.

فعالیت کلاسی ۸



اجزای اصلی قالب و ماهیچه نشان داده شده است. به صورت شکل شماتیک و جملات کوتاه توضیحاتی در مورد مفهوم و تعریف اجزای اصلی قالب و ماهیچه، ارائه شده است.

از هنرجویان بخواهید ترجمه تحت‌اللفظی را از واژه‌نامه‌ها استخراج کنند، سپس با استفاده از دانش قبلی خود، جملات با معنی ارائه دهند.

The rigid metal or wood frame that holds the molding aggregate is called a flask. In a horizontally parted two-part mold, the top half of the pattern, flask, mold, or core is called the cope. The bottom half of any of these features is called the drag.

قاب فلزی یا چوبی صلب که مخلوط قالب‌گیری را نگهداری می‌کند، درجه (flask) نامیده می‌شود. در قالب دو جزئی که به صورت افقی قرار می‌گیرد، نیمه بالای مدل، درجه، قالب یا ماهیچه، cope نامیده می‌شود. نیمه پایین هر یک از این اجزای نامبرده drag نامیده می‌شود.

A core is a sand (or metal) shape that is inserted into a mold to produce the internal features of a casting, such as holes or passages for water cooling. Cores are produced in wood, metal, or plastic tooling, known as core boxes. A core print is a feature that is added to a pattern, core, or mold and is used to locate and support a core within the mold.

ماهیچه، قطعه‌ای ماسه‌ای (یا فلزی) است که به منظور ایجاد بخش‌های داخلی در قطعه ریخته‌گری، همچون سوراخ‌ها یا مسیرهای عبور آب برای خنک‌کاری، در داخل قالب قرار می‌گیرد. ماهیچه‌ها در ابزاری از جنس چوب، فلز یا پلاستیک، که به جعبه ماهیچه شناخته می‌شود، تولید می‌شوند. ریشه ماهیچه، بخشی است که به مدل، ماهیچه یا قالب اضافه می‌شود و برای تعیین محل و حمایت ماهیچه در داخل قالب استفاده می‌شود.

Molding material will be packed around the pattern and the pattern is removed to create all or part of the mold cavity. The mold material and the cores then combine to produce a completed mold cavity, a shaped hole into which the molten metal is poured and solidified to produce the desired casting. A riser is an additional void in the mold that also fills with molten metal.

ماده قالب‌گیری در اطراف مدل فشرده می‌شود و مدل برداشته می‌شود تا همه یا بخشی از محفظه قالب را ایجاد کند. ماده قالب‌گیری و ماهیچه‌ها ترکیب می‌شوند تا یک محفظه قالب کامل شده را ایجاد کنند. فضای خالی ایجاد شده در قالب با فلز مذاب بارریزی و منجمد می‌شود تا قطعه ریختگی مطلوب را بسازد. تغذیه حفره‌ای اضافی در قالب است که با مذاب پر می‌شود

The network of connected channels used to deliver the molten metal to the mold cavity is known as the gating system. The pouring cup

(or pouring basin) is the portion of the gating system that receives the molten metal from the pouring vessel and controls its delivery to the rest of the mold. From the pouring cup, the metal travels down a sprue (the vertical portion of the gating system), then along horizontal channels, called runners, and finally through controlled entrances, or gates, into the mold cavity

شبکه کانال‌های پیوسته که برای انتقال فلز مذاب به محفظه قالب استفاده می‌شود، به نام سیستم راهگاهی شناخته می‌شود. حوضچه بارریز (قیف راهگاه) بخشی از سیستم راهگاهی است که فلز مذاب را از بوتۀ بارریز دریافت کرده و انتقال آن به بقیه قالب را کنترل می‌کند. از حوضچه بارریز؛ فلز از طریق راهگاه بارریز (قسمت عمودی سیستم راهگاهی) به سمت پایین حرکت کرده و سپس از طریق کانال‌های افقی، راهباره، و در نهایت از طریق ورودی‌های کنترل شده، دریچه، وارد محفظه قالب می‌شود. در فعالیت ۹ از هنرجویان بخواهید با توجه به متن ارائه شده در فعالیت ۸ به سؤالات پاسخ دهند.

The parting line or parting surface is the interface that separates the cope and drag halves of a mold, flask, or pattern, and also the halves of a core in some core-making processes. Draft is the term used to describe the taper on a pattern or casting that permits it to be withdrawn from the mold. The draft usually expands toward the parting line. Finally, the term casting is used to describe both the process and the product when molten metal is poured and solidified in a mold.

خط جدایش یا سطح جدایش، فصل مشترک جداکننده دو نیمه بالایی و پایینی در قالب، درجه، مدل و همچنین دو نیمه ماهیچه در برخی فرایندهای ماهیچه سازی است. شیب اصطلاحی است که برای توصیف حالت مخروطی مدل یا قطعه ریختگی؛ که اجازه خروج آنها را از قالب می‌دهد، به کار می‌رود. شیب معمولاً به طرف خط جدایش گسترش می‌یابد. در نهایت، اصطلاح ریختگی هم برای توصیف فرایند و هم محصول به کار می‌رود هنگامی که فلز مذاب در قالب بارریزی شده و منجمد می‌شود.

فعالیت کلاسی ۱۰



جملات ارائه شده در متن فعالیت‌های ۸ و ۹ آمده است.

فعالیت کلاسی ۱۱



از هنرجویان بخواهید زیر نویس شکل‌های زیر را ترجمه کنند و شکل‌ها را براساس مراحل آماده‌سازی قالب و مذاب‌ریزی مرتب کنند.

ارزشیابی پایانی جلسه بیست و ششم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از اینکه هنرجویان کاربرد را تکمیل کردند نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجو ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه بیست و ششم

خود ارزیابی توسط هنرجو		
خبر	بلی	مؤلفه‌های خود ارزیابی
		ابزارهای مورد استفاده در قالب‌گیری و ترجمه کلمات را می‌دانم.
		می‌توانم فلوجارت‌های عملیاتی فرایندهای ریخته‌گری را به زبان انگلیسی جستجو کنم.
		ترجمه کلمات تخصصی اجزای اصلی قالب و ماهیچه را می‌دانم.
		می‌توانم بر اساس متن تخصصی به سؤالات درک مطلب پاسخ دهم.
		می‌توانم تعاریف کلمات تخصصی قالب‌گیری را ترجمه کنم و به کلمه مربوط ارتباط دهم.
		می‌توانم مراحل مختلف آماده‌سازی قالب و مذاب‌ریزی را به انگلیسی بیان کنم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۳	ابزارهای مورد استفاده در قالب‌گیری و ترجمه کلمات را می‌داند.
	۳	می‌تواند فلوجارت‌های عملیاتی فرایندهای ریخته‌گری را به زبان انگلیسی جستجو کند.
	۳	ترجمه کلمات تخصصی اجزای اصلی قالب و ماهیچه را می‌داند.
	۳	می‌تواند بر اساس متن تخصصی به سؤالات درک مطلب پاسخ دهد.
	۳	می‌تواند تعاریف کلمات تخصصی قالب‌گیری را ترجمه کند و به کلمه مربوط ارتباط دهد.
	۳	می‌تواند مراحل مختلف آماده‌سازی قالب و مذاب‌ریزی را به انگلیسی بیان کند.
	۲	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

جلسه بیست و هفتم

ریخته‌گری

فعالیت ۱۲ تا فعالیت ۱۴ به شناخت ابزارها و روش‌های ریخته‌گری اختصاص دارد.

فعالیت کلاسی ۱۲



در این فعالیت برخی از ابزارهای مورد استفاده در ریخته‌گری آمده است. از هنرجویان بخواهید براساس واژه‌نامه‌ها، معنای عمومی و تخصصی و کلمات مترادف (هم معنی) فارسی یا انگلیسی را پیدا کنند. در انتهای این فصل در کتاب، معانی کلمات تخصصی نوشته شده است.

فعالیت کلاسی ۱۳



در این فعالیت تصاویر کوره‌های ذوب همراه با اجزای آنها آمده است. هدف از این فعالیت آشنایی هنرجویان با کاتالوگ‌ها و استخراج اطلاعات فنی دستگاه است. هنرجویان را به گروه‌های ۵ نفره تقسیم کنید. از هنرجویان بخواهید با استفاده از منابع مناسب، شکل‌ها را ترجمه کنند و اجزای هر کوره را نام برده و در مورد عملکرد آن توضیح دهند.

فعالیت کلاسی ۱۴



روش‌های مختلف قالب‌گیری و ریخته‌گری ارائه شده است. توضیحات هر روش بسیار کوتاه و مختصر بیان شده است.

از هنرجویان بخواهید ترجمه تحت اللفظی را از واژه‌نامه‌ها استخراج کنند، سپس با استفاده از دانش قبلی خود، جملات با معنی ارائه دهند. به عنوان فعالیت تکمیلی؛ از هنرجویان بخواهید با مراجعه به کتاب‌ها و منابع تخصصی انگلیسی، توضیحات کامل‌تری در هر روش ارائه دهند.

Green-Sand Casting

Process: Sand, bonded with clay and water, is packed around a wood or metal pattern. The pattern is removed, and molten metal is poured into the cavity. When the metal has solidified, the mold is broken and the casting is removed.

ریخته‌گری در قالب ماسه ای تر

ذرات ماسه، که با خاک رس و آب چسبانده شده است، در اطراف یک مدل چوبی یا فلزی متراکم می‌شود. مدل برداشته می‌شود و فلز مذاب در داخل محفظه قالب ریخته می‌شود. هنگامی که فلز منجمد شد، قالب شکسته می‌شود و قطعه ریخته‌گری برداشته می‌شود.

Shell - Mold Casting

Process: Sand coated with a thermosetting plastic resin is dropped onto a heated metal pattern, which cures the resin. The shell segments are stripped from the pattern and assembled. When the poured metal solidifies, the shell is broken away from the finished casting.

ریخته‌گری در قالب پوسته ای

فرایند: ماسه پوشیده شده با چسب ترموست در داخل یک مدل فلزی گرم ریخته می‌شود، که موجب خودگیری چسب می‌شود. اجزای قالب پوسته ای از مدل جدا شده و در محل مناسب نصب می‌شوند. هنگامی که فلز ریخته شده، منجمد شد، پوسته اطراف قطعه ریخته‌گری نهایی، شکسته می‌شود.

Ceramic Mold Casting

Process: Stable ceramic powders are combined with binders and gelling agents to produce the mold material.

ریخته‌گری در قالب سرامیکی

پودرهای سرامیکی پایدار با چسب‌ها و عوامل ژل‌کننده ترکیب شده تا دوغاب قالب‌گیری را ایجاد کنند.

Plaster Casting

Process: A slurry of plaster, water, and various additives is poured over a pattern and allowed to set. The pattern is removed, and the mold is baked to remove excess water. After pouring and solidification, the mold is broken and the casting is removed.

ریخته‌گری در قالب گچی

دوغابی از گچ، آب و افزودنی‌های مختلف، روی مدل ریخته می‌شوند و فرصت خودگیری داده می‌شود. سپس مدل برداشته می‌شود، و قالب پخته می‌شود تا آب اضافی حذف شود. پس از بارریزی و انجماد، قالب شکسته می‌شود و قطعه ریخته‌گری برداشته می‌شود.

Lost-Foam Casting

Process: A pattern containing a sprue, runners, and risers is made from single or multiple pieces of foamed plastic, such as polystyrene. It is dipped in a ceramic material, dried, and positioned in a flask, where it is surrounded by loose sand. Molten metal is poured directly into the pattern, which vaporizes and is vented through the sand.

ریخته‌گری با مدل فومی

مدلی شامل راهگاه، راهباره و تغذیه‌ها به صورت یک تکه یا چند تکه از پلاستیک فومی، مثل پلی استیرن ساخته می‌شود. مدل در داخل ماده (دوغاب) سرامیکی فروبرده می‌شود، سپس خشک شده و در داخل درجه‌ای قرار می‌گیرد، و با ماسه سست احاطه می‌شود. فلز مذاب مستقیماً در داخل مدل ریخته می‌شود که (مدل) تبخیر شده و از میان ذرات ماسه تخلیه می‌شود.

Permanent-Mold Casting

Process: Mold cavities are machined into mating metal die blocks, which are then preheated and clamped together. Molten metal is then poured into the mold and enters the cavity by gravity flow. After solidification, the mold is opened and the casting is removed.

ریخته‌گری در قالب دائمی

محفظه قالب در داخل دو بلوک قالب فلزی جفت شونده، ماشین کاری می‌شود، که (بلوک‌ها) پیش گرم شده و به یکدیگر متصل می‌شوند. سپس فلز مذاب در داخل قالب ریخته می‌شود و به سبب جریان ثقلی وارد محفظه می‌شود. پس از انجماد، قالب باز شده و قطعه ریختگی برداشته می‌شود.

Investment Casting

Process: A refractory slurry is formed around a wax or plastic pattern and allowed to harden. The pattern is then melted out and the mold is baked. Molten metal is poured into the mold and solidifies. The mold is then broken away from the casting.

ریخته‌گری دقیق

دوغاب سرامیکی اطراف مدل مومی یا پلاستیکی را گرفته و فرصت می‌یابد تا سخت شود. سپس مدل ذوب و خارج شده و قالب پخت می‌شود. فلز مذاب در داخل قالب بارریزی و منجمد می‌شود. سپس قالب پیرامون قطعه شکسته می‌شود.

ارزشیابی پایانی جلسه بیست و هفتم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل کار برگ توسط هنرجویان نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجویان ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه بیست و هفتم

خود ارزیابی توسط هنرجو		
خبر	بلی	مؤلفه‌های خودارزیابی
		ابزارها و روش‌های ریخته‌گری و ترجمه کلمات را می‌دانم.
		می‌توانم تصاویر شماتیک کوره‌های ذوب و تجهیزات ریخته‌گری را از اینترنت جستجو کنم.
		می‌توانم مشخصات و نحوه عملکرد کوره را بر اساس کاتالوگ و شناسنامه فنی توضیح دهم.
		می‌توانم روش‌های مختلف قالب‌گیری و ریخته‌گری را به زبان انگلیسی در اینترنت جستجو کنم.
		می‌توانم از کتاب‌ها و منابع تخصصی انگلیسی توضیحات کاملی در مورد هر روش ریخته‌گری بیان کنم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۳	ابزارها و روش‌های ریخته‌گری و ترجمه کلمات را می‌داند.
	۳	می‌تواند تصاویر شماتیک کوره‌های ذوب و تجهیزات ریخته‌گری را از اینترنت جستجو کند.
	۳	می‌تواند مشخصات و نحوه عملکرد کوره را بر اساس کاتالوگ و شناسنامه فنی توضیح دهد.
	۴	می‌تواند روش‌های مختلف قالب‌گیری و ریخته‌گری را به زبان انگلیسی در اینترنت جستجو کند.
	۴	می‌تواند از کتاب‌ها و منابع تخصصی انگلیسی توضیحات کاملی در مورد هر روش ریخته‌گری بیان کند.
	۳	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

جلسه بیست و هشتم

ماهیه سازی و مدل سازی

فعالیت ۱۵ و ۱۶ به بررسی کلمات و مفاهیم ماهیه سازی و مدل سازی اختصاص دارد.

فعالیت کلاسی ۱۵



در این فعالیت روش های ماهیه سازی آمده است. از هنرجویان بخواهید ترجمه تحت اللفظی را از واژه نامه ها استخراج کنند، سپس با استفاده از دانش قبلی خود، جملات با معنی ارائه دهند.

CORES AND CORE MAKING

Casting processes are unique in their ability to easily incorporate complex internal cavities or reentrant sections. To produce these features, however, it is often necessary to use cores as part of the mold. In the hot-box method, sand blended with a liquid thermosetting binder and catalyst is packed into a core box that has been heated. In the cold-box process, binder-coated sand is first blown into a room-temperature core box, which can now be made from wood, metal, or even plastic. The box is sealed, and a gas or vaporized catalyst is then passed through the permeable sand to polymerize the resin. Room-temperature cores can also be made with the air-set or no-bake sands.

If the cores do not pass completely through the casting, where they can be supported on both ends, a single core print may not be able to provide sufficient support. Additional measures may also be necessary to support the weight of large cores or keep lighter ones from becoming buoyant as the molten metal fills the cavity. Small metal supports, called chaplets, can be placed between cores and the surfaces of a mold cavity.

ماهیه ها و ماهیه سازی

فرایندهای ریخته گری در توانایی تولید حفره های پیچیده داخلی یا بخش های درونی قطعه، منحصر به فرد هستند. با این حال، برای تولید این ویژگی ها، اغلب لازم است که از ماهیه ها به عنوان بخشی از قالب استفاده شود. در روش

هات‌باکس، ماسه مخلوط شده با چسب مایع ترموست و کاتالیزور در یک جعبه ماهیچه که حرارت داده شده، فشرده می‌شود. در روش کلد باکس، ماسه پوشش داده شده با چسب، ابتدا در دمای اتاق به جعبه ماهیچه؛ که می‌تواند از چوب، فلز یا حتی پلاستیک ساخته شود، تزریق می‌شود. جعبه مهر و موم شده و سپس یک گاز یا بخار کاتالیزور از میان ماسه نفوذ پذیر عبور می‌کند تا چسب پلیمریزه (خودگیر) شود. تولید ماهیچه‌ها در دمای اتاق می‌تواند با ماسه‌های سخت شونده در هوا یا نوبیک صورت گیرد. اگر ماهیچه‌ها به طور کامل از میان قطعه ریختگی عبور نکنند، جایی که می‌توان آنها را از هر دو طرف پشتیبانی کرد، یک ریشه ماهیچه قادر به ارائه پشتیبانی کافی نیست. اقدامات اضافی نیز ممکن است برای حمایت از وزن ماهیچه‌های بزرگ یا سبک‌سازی و شناور نگه داشتن آنها در هنگامی که فلز مذاب محفظه قالب را پر می‌کند؛ ضروری باشد. تکیه‌گاه‌های فلزی کوچک، به نام چپلت، می‌توانند بین ماهیچه‌ها و محفظه قالب قرار گیرند.

فعالیت کلاسی ۱۶

در این فعالیت اطلاعاتی در مورد طراحی مدل‌سازی آمده است. از هنرجویان بخواهید ترجمه تحت‌اللفظی را از واژه‌نامه‌ها استخراج کنند، سپس با استفاده از دانش قبلی خود، جملات با معنی ارائه دهند.



Patterns

Patterns can be made from wood, metal, foam, or plastic. The dimensional modifications that are incorporated into a pattern are called allowances, and the most important of these is the shrinkage allowance. Following solidification, a casting continues to contract as it cools to room temperature, the amount of this contraction being as much as 2%. To produce the desired final dimensions, the pattern (which sets the dimensions upon solidification) must be slightly larger than the room-temperature casting.

مدل‌ها

مدل‌ها را می‌توان از چوب، فلز، فوم و یا پلاستیک ساخت. اصلاحات ابعادی که در مدل گنجانده شده‌اند، اضافه مجاز نامیده می‌شوند و مهم‌ترین آنها اضافه مجاز انقباضی است. پس از انجماد، قطعه ریختگی همچنان به انقباض ادامه می‌دهد تا به دمای اتاق برسد، مقدار این انقباض برابر با ۰.۲٪ است. برای تولید ابعاد نهایی مطلوب، مدل (که ابعاد را در حالت جامد تنظیم می‌کند) باید کمی بزرگ‌تر از قطعه ریختگی در دمای اتاق باشد.

Draft is seldom less than 1° . Since draft allowances increase the size of a pattern (and thus the size and weight of a casting), it is generally desirable to keep them to the minimum that will permit satisfactory pattern removal. Molding procedures that produce higher-strength molds and the use of mechanical pattern withdrawal can often enable reductions in draft allowances.

شیب به ندرت کمتر از 1° درجه است. از آنجایی که اضافه مجازهای شیب، اندازه مدل (و در نتیجه اندازه و وزن قطعه ریختگی) را افزایش می‌دهند، به طور کلی مطلوب است که آنها را حداقل نگه داریم، که اجازه خروج رضایت بخش مدل را (از قالب) می‌دهد. فرایندهای قالب‌گیری که قالب‌های با استحکام بالاتر را تولید می‌کنند و از خروج مدل به صورت ماشینی استفاده می‌کنند، می‌تواند اغلب باعث کاهش میزان اضافه مجازهای شیب شود.

When smooth machined surfaces are required, it may be necessary to add an additional machining allowance, or finish allowance, to the pattern. The amount of this allowance depends to a great extent on the casting process and the mold material. Ordinary sand castings have rougher surfaces than those of shell-mold castings. Die castings have smooth surfaces that may require little or no metal removal, and the surfaces of investment castings are even smoother. It is also important to consider the location of the desired machining and the presence of other allowances, since the draft allowance may provide part or all of the extra metal needed for machining.

هنگامی که سطوح ماشین‌کاری صاف موردنیاز است، ممکن است لازم باشد یک اضافه مجاز ماشین‌کاری یا اضافه مجاز نهایی به مدل اضافه شود. مقدار این اضافه مجاز بستگی به روند ریخته‌گری و مواد قالب دارد. قطعات ریخته‌گری در ماسه معمولی سطوح خشن‌تر از قطعات ریخته‌گری در قالب‌های پوسته‌ای دارند. قطعات ریخته‌گری تحت فشار دارای سطوح صاف هستند که ممکن است نیاز به ماشین‌کاری کمی داشته باشند یا اصلاً نیاز نداشته باشند، سطوح قطعات ریخته‌گری دقیق حتی (از قطعات ریخته‌گری تحت فشارهم) صاف‌تر هستند. همچنین مهم است که محل ماشین‌کاری مورد نظر و حضور اضافه مجازهای دیگر را در نظر بگیریم، زیرا ممکن است اضافه مجاز شیب، بخشی یا تمام فلز اضافی مورد نیاز برای ماشین‌کاری را فراهم کند.

ارزشیابی پایانی جلسه بیست و هشتم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل کاربرگ توسط هنرجویان نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجویان ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه بیست و هشتم

خود ارزیابی توسط هنرجو		
خبر	بلی	مؤلفه‌های خودارزیابی
		کلمات تخصصی ماهیچه‌سازی و روش‌های ماهیچه‌سازی را می‌دانم.
		می‌توانم با ترجمه متن تخصصی کلمات را جایگذاری و ترجمه کنم.
		می‌توانم متون تخصصی مدل‌سازی را ترجمه کنم.
		بر اساس متون ارائه شده می‌توانم توضیحاتی در مورد ماهیچه‌سازی و مدل‌سازی ارائه دهم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۴	کلمات تخصصی ماهیچه‌سازی و روش‌های ماهیچه‌سازی را می‌داند.
	۵	می‌تواند با ترجمه متون تخصصی کلمات را جایگذاری و ترجمه کند.
	۵	می‌تواند متون تخصصی مدل‌سازی را ترجمه کند.
	۴	بر اساس متون ارائه شده می‌تواند توضیحاتی در مورد ماهیچه‌سازی و مدل‌سازی ارائه دهد.
	۲	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

جلسه بیست و نهم

تکمیل کاری و عملیات حرارتی

فعالیت ۱۷ تا ۲۰ به بررسی کلمات و مفاهیم تکمیل کاری و عملیات حرارتی اختصاص دارد.

فعالیت کلاسی ۱۷



برخی از ابزارهای مورد استفاده در تکمیل کاری و عملیات حرارتی آمده است. از هنرجویان بخواهید براساس واژه‌نامه‌ها، معنای عمومی و تخصصی و کلمات مترادف (هم معنی) فارسی یا انگلیسی را پیدا کنند. در انتهای این فصل در کتاب، معانی کلمات تخصصی نوشته شده است.

فعالیت کلاسی ۱۸



در این فعالیت اصول عملیات حرارتی فولادها به اختصار آورده شده است.

از هنرجویان بخواهید ترجمه تحت اللفظی را از واژه‌نامه‌ها استخراج کنند، سپس با استفاده از دانش قبلی خود، جملات با معنی ارائه دهند.

Heat treatments for steels

Annealing, normalizing, and spheroidizing are commonly used for steels. These heat treatments are used to accomplish one of three purposes: (1) eliminating the effects of cold work, (2) controlling strength, or (3) improving machinability.

عملیات حرارتی فولادها

آنیل، نرماله و کروی کردن معمولاً برای فولادها استفاده می‌شود. این عملیات حرارتی برای رسیدن به یکی از سه هدف مورد استفاده قرار می‌گیرد: ۱- از بین بردن اثرات کار سرد، ۲- کنترل استحکام، یا ۳- بهبود ماشین کاری

Annealing and Normalizing

Steels can be strengthened by controlling the fineness of pearlite. The steel is initially heated to produce homogeneous austenite (FCC phase), a step called austenitizing. Annealing, or a full anneal, allows the steel to cool slowly in a furnace, producing coarse pearlite. Normalizing allows the steel to cool more rapidly, in air, producing fine pearlite.

آنیل و نرمال کردن: فولاد را می‌توان با کنترل ظرافت پرلایت، استحکام‌دهی کرد. فولاد در ابتدا برای تولید آستنیت همگن (فاز FCC)، مرحله‌ای که آستنیت به آهن نامیده می‌شود، گرم می‌شود. آنیل یا آنیل کامل، به فولاد اجازه می‌دهد تا به آرامی در یک کوره خنک شود و پرلایت درشت تولید می‌کند. نرماله به فولاد اجازه می‌دهد تا سریع‌تر در هوا خنک شود و پرلایت ظریف ایجاد می‌کند.

Spheroidizing

Steels that contain a large concentration of Fe₃C have poor machining characteristics. It is possible to transform the morphology of Fe₃C using spheroidizing. During the spheroidizing treatment, which requires several hours at about 30°C below the A₁, the Fe₃C phase morphology changes into large, spherical particles in order to reduce boundary area. The microstructure, known as spheroidite, has a continuous matrix of soft, machinable ferrite.

کروی کردن: فولادهای دارای مقدار زیادی Fe₃C ویژگی‌های ماشینکاری ضعیفی دارند. می‌توان ریخت‌شناسی Fe₃C را با استفاده از کروی کردن تغییر داد. در طول عملیات کروی کردن که چند ساعت در دمای حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد پایین‌تر از A₁ طول می‌کشد، ریخت‌شناسی فاز Fe₃C به ذرات بزرگ کروی تبدیل می‌شود تا مساحت مرزی را کاهش دهد. ریزساختار، که به عنوان اسفروئیدیت شناخته می‌شود، دارای زمینه پیوسته فریت نرم و با قابلیت ماشین‌کاری است.

در فعالیت ۱۹ اصول عملیات حرارتی سطحی فولادها به اختصار آورده شده است. از هنرجویان بخواهید ترجمه تحت‌اللفظی را از واژه‌نامه‌ها استخراج کنند، سپس با استفاده از دانش قبلی خود، جملات با معنی ارائه دهند.

فعالیت کلاسی ۱۹



Surface Treatments

Selectively Heating the Surface

We could begin by rapidly heating the surface of a medium-carbon steel above the A₃ temperature (the center remains below the A₁). After the steel is quenched, the center is still a soft mixture of ferrite and pearlite, while the surface is martensite (Figure 2a). The depth of the martensite layer is the case depth. Tempering produces the desired hardness at the surface. We can provide local heating of the surface by using a gas flame, an induction coil, a

laser beam, or an electron beam. We can, if we wish, harden only selected areas of the surface that are most subject to failure by fatigue or wear.

عملیات سطحی

حرارت‌دهی انتخابی سطح: با حرارت‌دهی سریع سطح فولاد کربن متوسط بالای دمای A3 (در حالی که مرکز قطعه زیر دمای A1 مانده است) آغاز می‌کنیم. بعد از اینکه فولاد کوئنچ شد، مرکز همچنان مخلوط نرمی از فریت و پرلیت است، در حالی که سطح مارتنزیت است (شکل ۲). عمق لایه مارتنزیت، عمق سخت کاری شده است. بازپخت (تمپر) سختی مطلوب را در سطح ایجاد می‌کند. ما می‌توانیم حرارت‌دهی موضعی را با استفاده از شعله گاز، کویل القایی، پرتو لیزر یا پرتو الکترونی ایجاد کنیم. اگر بخواهیم، می‌توانیم تنها بخش‌های منتخبی از سطح را سخت کنیم که موضوع از کار افتادگی یا خستگی یا سایش است.

Carburizing and Nitriding

These techniques involve controlled diffusion of carbon and nitrogen, respectively. For best toughness, we start with a low-carbon steel. In carburizing, carbon is diffused into the surface of the steel at a temperature above the A3 (Figure 2b). A high carbon content is produced at the surface due to rapid diffusion and the high solubility of carbon in austenite. When the steel is then quenched and tempered, the surface becomes a high-carbon tempered martensite, while the ferritic center remains soft and ductile. The thickness of the hardened surface, again called the case depth, is much smaller in carburized steels than in flame- or induction hardened steels. Nitrogen provides a hardening effect similar to that of carbon.

کربن‌دهی و نیتروژن‌دهی: این روش‌ها به ترتیب شامل نفوذ کنترل شده کربن و نیتروژن است. برای چقرمگی بهتر، از فولاد کم کربن شروع می‌کنیم. در کربن‌دهی، کربن در داخل سطح فولاد در دمای بالای A3 نفوذ می‌کند. بر اساس نفوذ سریع و حلالیت زیاد کربن در آستنیت، محتوای کربن بالایی در سطح ایجاد می‌شود. هنگامی که فولاد پس از آن (کربن‌دهی) کوئنچ و تمپر می‌شود؛ سطح تبدیل به مارتنزیت تمپر شده پر کربن می‌شود؛ در حالی که مغز قطعه فریتی نرم و چکش‌خوار باقی می‌ماند. ضخامت سطح سخت شده، که مجدداً عمق سخت کاری شده نامیده می‌شود؛ در فولاد کربن‌دهی شده بسیار کمتر از فولاد سخت کاری شده با شعله یا

الفا است. نیتروژن اثر سخت‌کنندگی مشابه با کربن ایجاد می‌کند.

فعالیت کلاسی ۲۰



در فعالیت ۲۰ اصول سختی‌سنجی به اختصار آورده شده است. از هنرجویان بخواهید ترجمه تحت‌اللفظی را از واژه‌نامه‌ها استخراج کنند، سپس با استفاده از دانش قبلی خود، جملات با معنی ارائه دهند.

HARDNESS

Hardness tests are performed more frequently than any other mechanical test for several reasons:

- 1- They are simple and inexpensive—typically, no special specimen need be prepared, and the testing apparatus is relatively inexpensive.
- 2- The test is nondestructive—the specimen is neither fractured nor excessively deformed; a small indentation is the only deformation.
- 3- Other mechanical properties often may be estimated from hardness data, such as tensile strength.

سختی

آزمایش‌های سختی به دلایل مختلفی بسیار بیشتر از هر آزمایش مکانیکی دیگری انجام می‌شوند:

- ۱ ساده و ارزان هستند- و نیاز به تهیه نمونه خاصی وجود ندارد هیچ نمونه خاصی نباید تهیه شود و تجهیزات نسبتاً ارزان هستند.
- ۲ آزمایش غیرمخرب است - نمونه شکسته نمی‌شود و به مقدار زیاد تغییر شکل نمی‌یابد؛ فرورفتگی کوچک، تنها تغییر شکل است که ایجاد می‌شود.
- ۳ سایر خواص مکانیکی همچون استحکام کششی؛ اغلب ممکن است با استفاده از نتایج این آزمایش به دست آید.

ارزشیابی پایانی جلسه بیست و نهم

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل کاربرگ توسط هنرجویان نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجویان ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه بیست و نهم

خود ارزیابی توسط هنرجو		
خبر	بلی	مؤلفه‌های خودارزیابی
		کلمات تخصصی تکمیل کاری، عملیات حرارتی و ترجمه کلمات را می‌دانم.
		می‌توانم متون تخصصی عملیات حرارتی فولادها را از اینترنت جستجو کنم.
		می‌توانم بر اساس متون ارائه شده در مورد عملیات حرارتی فولاد توضیحاتی ارائه دهم.
		می‌توانم انواع روش‌های سختی سنجی را از اینترنت جستجو کنم.
		می‌توانم روش‌های سختی سنجی را بر اساس کاتالوگ‌ها دسته‌بندی کنم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۴	کلمات تخصصی تکمیل کاری، عملیات حرارتی و ترجمه کلمات را می‌داند.
	۴	می‌تواند متون تخصصی عملیات حرارتی فولادها را از اینترنت جستجو کند.
	۳	می‌تواند بر اساس متون ارائه شده در مورد عملیات حرارتی فولاد توضیحاتی ارائه دهد.
	۳	می‌تواند با جستجو در اینترنت مطالب تخصصی در مورد روش‌های سختی‌سنجی پیدا کند.
	۴	می‌تواند کاتالوگ توضیحات و جداول تبدیل روش‌های سختی‌سنجی را ترجمه کند و توضیحاتی ارائه دهد.
	۲	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

جلسه سی ام

ساختارشناسی و متالوگرافی

فعالیت ۲۱ تا ۲۵ به بررسی کلمات و مفاهیم ساختارشناسی و متالوگرافی اختصاص دارد.

در این فعالیت برخی از ابزارهای مورد استفاده در متالوگرافی آمده است. از هنرجویان بخواهید براساس واژه‌نامه‌ها، معنای عمومی و تخصصی و کلمات مترادف (هم معنی) فارسی یا انگلیسی را پیدا کنند. در انتهای این فصل در کتاب، معانی کلمات تخصصی آورده شده است.

فعالیت کلاسی ۲۱



در این فعالیت طبقه‌بندی آلیاژهای آهنی مشاهده می‌شود. از هنرجویان بخواهید ترجمه تحت‌اللفظی را از واژه‌نامه‌ها استخراج کنند، سپس با استفاده از دانش قبلی خود، جملات با معنی ارائه دهند.

فعالیت کلاسی ۲۲



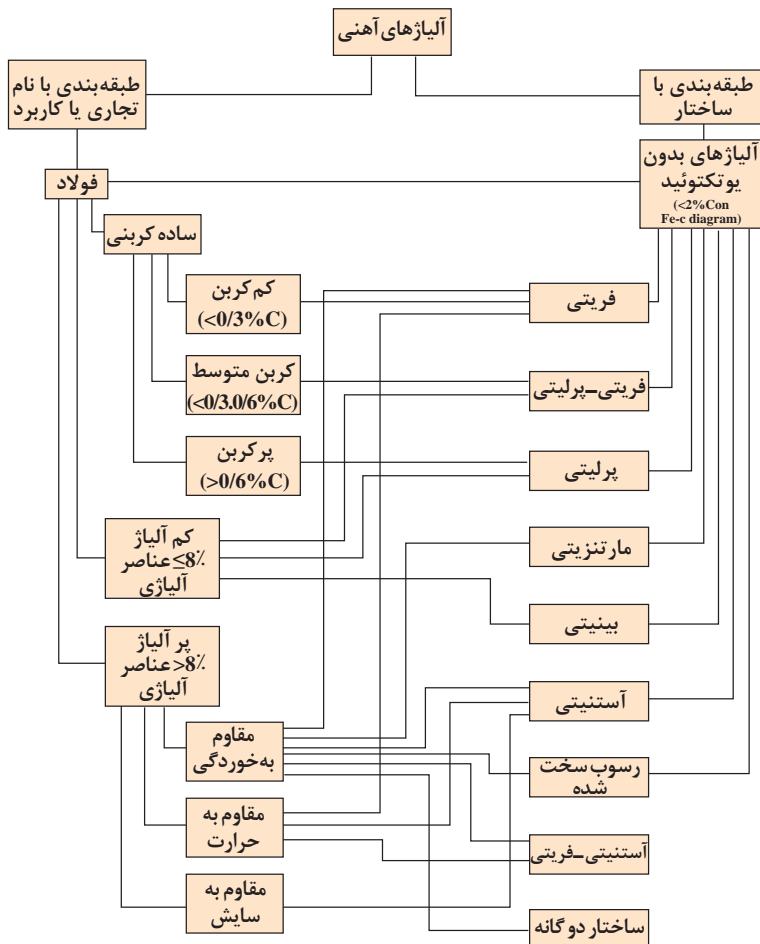
Steels form one of the most complex group of alloys in common use, and there are many ways to classify steel. Classification of steels based on chemical composition is a widely used method. There are three very broad-based categories of steel based on composition (Fig.2): plain carbon steels, low-alloy steels, and high-alloy steels (which include stainless steels).

فولادها یکی از پیچیده‌ترین گروه‌های آلیاژهای در کاربردهای مرسوم را تشکیل می‌دهند و روش‌های مختلفی برای طبقه‌بندی فولاد وجود دارد. طبقه‌بندی فولادها بر اساس ترکیب شیمیایی، روشی است که به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. سه دسته بسیار گسترده از فولاد بر اساس ترکیب وجود دارد (شکل ۲): فولادهای ساده کربنی، فولادهای کم آلیاژ و فولادهای پر آلیاژ (که شامل فولاد زنگ نزن است).

تقسیم بندی آلیاژهای آهنی (فولادها) بر اساس دو دیدگاه ترکیب شیمیایی و ساختار ارائه شده است. از هنرجویان بخواهید ترجمه تحت‌اللفظی را از واژه‌نامه‌ها استخراج کنند، سپس با استفاده از دانش قبلی خود، جملات با معنی ارائه دهند. از هنرجویان بخواهید ارتباط بین ترکیب شیمیایی و ساختار را در هر دسته برقرار کنند.

فعالیت کلاسی ۲۳





فعالیت کلاسی ۲۴



تقسیم بندی آلیاژهای آهنی (چدن ها) بر اساس دو دیدگاه ترکیب شیمیایی و ساختار ارائه شده است. از هنرجویان بخواهید ترجمه تحت اللفظی را از واژه نامه ها استخراج کنند، سپس با استفاده از دانش قبلی خود، جملات با معنی ارائه دهند. از هنرجویان بخواهید ارتباط بین ترکیب شیمیایی و ساختار را در هر دسته برقرار کند.

فعالیت کلاسی ۲۵



یکی از راه های سریع شناسایی نوع فولاد بر اساس شکل جرقه های حاصل از سنگ زنی است. از هنرجویان بخواهید ترجمه تحت اللفظی را از واژه نامه ها استخراج کنند، سپس با استفاده از دانش قبلی خود، جملات با معنی ارائه دهند. در مورد روش های دیگر شناسایی فولادها یا چدن ها بحث کنید.

ارزشیابی پایانی جلسه سی ام

برای تکمیل این کار برگ ابتدا آن را از کتاب درسی تکثیر نموده و در اختیار هنرجویان قرار دهید و پس از تکمیل کاربرگ توسط هنرجویان نمره خود را طبق یادداشت‌های نظارتی که در طول روز تهیه کرده‌اید تکمیل کرده و در کار پوشه هنرجویان ثبت کنید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه سی ام

خود ارزیابی توسط هنرجو		
خبر	بلی	مؤلفه‌های خودارزیابی
		کلمات تخصصی متالوگرافی و ساختارشناسی را می‌دانم.
		فلوچارت طبقه‌بندی آلیاژهای آهنی را از اینترنت می‌توانم جستجو کنم.
		می‌توانم تقسیم‌بندی آلیاژهای آهنی (فولادها و چدن‌ها) را ترجمه کرده و توضیح دهم.
		فلوچارت تقسیم بندی سایر آلیاژها را می‌توانم در اینترنت جستجو کنم.
		راه‌های شناسایی سریع فولادها و چدن‌ها را می‌توانم از اینترنت جستجو کنم.

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۳	کلمات تخصصی متالوگرافی و ساختارشناسی را می‌داند.
	۳	فلوچارت طبقه‌بندی آلیاژهای آهنی را از اینترنت می‌تواند جستجو کند.
	۴	می‌تواند تقسیم‌بندی آلیاژهای آهنی (فولادها و چدن‌ها) را ترجمه کرده و توضیح دهد.
	۳	فلوچارت تقسیم‌بندی سایر آلیاژها را می‌تواند در اینترنت جستجو کند.
	۴	راه‌های شناسایی سریع فولادها و چدن‌ها را می‌تواند از اینترنت جستجو کند.
	۳	صحت نمره خود ارزیابی هنرجو
	۲۰	جمع

