

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

راهنمای هنر آموز عملیات ذوب و ریخته‌گری

رشته متالورژی

گروه فراوری و مواد

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه یازدهم دوره دوم متوسطه



- نام کتاب: راهنمای هنرآموز عملیات ذوب و ریخته‌گری - ۲۱۱۹۱۹
- پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: حسن حامد، حسن طبیب زاده، محمد معتمدی، امیر ریاحی، غلامرضا خلج، حسن عبدالله‌زاده (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری: علی کرمی، خلیل آذرخش، داود رجبی، علی نعیمی، ایمان حسین‌پور (اعضای گروه تألیف)
- شناسه افزوده آماده‌سازی: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان: سعید آقایی (صفحه‌آرا)
- تهرانی: خیابان ایرانشهر شمالی-ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
- تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹ دورنگار: ۸۸۳۹۲۶۶ کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- وبسایت: www.irtextbook.ir, www.chap.sch.ir
- ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج -
- خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵ ، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰
- صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹
- چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
- سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ دوم ۱۳۹۷

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هر گونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، 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 (قَدْ سَبَّحَهُ الشَّرِيف)

فصل اول: قالبگیری و ماهیچه‌گیری به روش CO ₂	۶
فصل دوم: آماده سازی قالب‌های فلزی.....	۳۳
فصل سوم: خارج کردن قطعه از قالب و جدا کردن سیستم راهگاهی .	۸۸
فصل چهارم: ذوب‌ریزی	۱۳۴
فصل پنجم: نسوزکوبی کوره ذوب.....	۱۷۵
نمونه فرم طرح درس.....	۲۱۵

سخنی با هنرآموزان گرامی

کتاب درسی و کتاب همراه هنرجو به همراه کتاب راهنمای هنرآموز از جمله اجزای بسته آموزشی تلقی می شوند که این بسته را سایر اجزا مانند فیلم و نرم افزار و... کامل می کند. کتاب راهنمای هنرآموز جهت ایفای نقش تسهیل گری، انتقال دهنده و مرجعیت هنرآموز در نظام آموزشی طراحی و تدوین شده است. این کتاب براساس کتاب درسی عملیات ذوب و ریخته گری پایه یازدهم رشته تحصیلی - حرفه ای متالورژی تنظیم شده و دارای پودمان های ۱- قالبگیری CO₂ و ۲- ماهیچه گیری CO₂ ۳- آماده سازی قالب های فلزی ۴- خارج کردن قطعه از قالب و جدا کردن سیستم راهگامی و ۵- ذوب ریزی و ۶- نسوزکوبی کوره ذوب است.

هنرآموزان گرامی در هنگام مطالعه این کتاب به موارد ذیل توجه فرمایند:

در کتاب راهنمای هنرآموز مواردی از قبیل نمونه طرح درس، راهنما و پاسخ فعالیت های یادگیری و تمرین ها، ایمنی و بهداشت فردی و محیطی، نکات آموزشی شایستگی های غیرفنی، اشتباهات و مشکلات رایج در یادگیری هنرجویان، منابع یادگیری، نکات مهم هنرآموزان در اجراء، فرآیند اجراء و آموزش در محیط یادگیری، بودجه بندی زمانی و صلاحیت های حرفه ای و تخصصی هنرآموزان و دیگر موارد آورده شده است.

ارزشیابی در درس عملیات ذوب و ریخته گری بر اساس ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است، این درس شامل ۵ پودمان است و برای هر پودمان، ارزشیابی مستقل از هنرجو صورت می گیرد. همچنین یک نمره مستقل برای هر پودمان ثبت خواهد شد. این نمره شامل یک نمره مستمر و یک نمره شایستگی است.

ارزشیابی از پودمان های این درس مطابق با جداول استانداردهای ارزشیابی پیشرفت تحصیلی تهیه شده توسط دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی صورت می گیرد.

زمانی هنرجو در این درس، قبول اعلام می گردد که در هر پنج پودمان درس، حداقل نمره ۱۲ را کسب نماید. در این صورت میانگین نمره های پنج پودمان به عنوان نمره پایانی درس در کارنامه تحصیلی هنرجو منظور خواهد شد.

ارزشیابی مجدد در پودمان یا پودمان هایی که حداقل نمره مورد نظر در آن کسب نشده است با برنامه ریزی هر هنرستان، انجام می شود و چنانچه هنرجو به هر دلیلی تا پایان خرداد ماه شایستگی لازم را در یک یا چند پودمان کسب ننماید، می تواند تا پایان سال تحصیلی برای ارزشیابی مجدد در ارزشیابی مبتنی بر شایستگی شرکت نماید.

دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش

فصل ۱

قالبگیری و ماهیچه‌گیری به روش CO_2

جلسه اول

مقدمه - قالبگیری درجه زیرین و دمش گاز CO₂ - قرار دادن درجه رویی و دو تکه مدل روی هم

مقدمه

برای تدریس از طرح درس (پیشنهادی پیوست انتهای کتاب) استفاده کنید زیرا باعث انسجام در تدریس شما شده و راندمان تدریس را بهبود می‌بخشد. نمونه‌ای از طرح درس پیشنهادی در پایان این جلسه آمده است.

پیشنهاد

بخش اول

برای شروع تدریس ابتدا تعریفی از روش قالبگیری CO₂ را ارائه دهید و سپس مزایا و معایب این روش را نسبت به روش ماسه تر برشمرید و چند مثال از کاربرد این روش برای تولید قطعات بیان کنید.

هدف این بخش آشنایی هنرجویان با روش قالبگیری CO₂ است. لذا ابتدا لازم است که هنرجویان تعدادی از قطعاتی صنعتی که معمولاً با این روش قالبگیری می‌کنند را بشناسند. بنابراین تعدادی از قطعات و مدل‌هایی که اصولاً بایستی با این روش قالبگیری شوند را با خود به کلاس برده و به هنرجویان نمایش دهید و با سوالات انگیزشی (مانند دلیل کاربرد این روش به نظر شما چیست؟) ذهن هنرجویان را متمرکز کنید.

فعالیت ۱: آشنایی با قطعاتی که به روش CO₂ تولید می‌شوند: چند قطعه صنعتی را که به روش CO₂ تولید می‌شوند به هنرجویان نشان دهید و نام قطعه و کاربرد آن را توضیح دهید و پرسش‌های مرتبط هنرجویان را تایید نموده و ضمن پاسخ، وی را تشویق کنید.

فعالیت

قابلیگری درجه زیرین و دمش گاز CO₂ :

برای آموزش قابلیگری درجه زیرین و دمش گاز CO₂ نیاز به تجهیزات و لوازم زیر است:

۱- جعبه ابزار کامل ۲- انواع مدل یک تکه و دو تکه با سطح جدایش یکنواخت و غیر یکنواخت ساده ۳- مواد قابلیگری شامل: ماسه سیلیسی، چسب سیلیکات سدیم و افزودنی ۴- ترازو، متر و کولیس ۵- میکسر ماسه ۶- درجه و کلاف ۷- چندین نوع صفحه مدل ۸- کپسول گاز CO₂ و تجهیزات دمش گاز ۹- میز کار فلزی بزرگ و میز قابلیگری تک نفره ۱۰- پمپ باد ۱۱- سطل درب دار ۱۲- سطل برای تفکیک زباله. پس از متمرکز کردن ذهن هنرجویان، فیلمی کوتاه حدود ۱۰ دقیقه مربوط به موضوع تدریس از کارخانجات ریخته‌گری تولید قطعات صنعتی به روش CO₂ پخش کنید و نکات مهم این روش را ضمن نمایش با نگه داشتن فیلم برای هنرجویان ارائه دهید.

نمایش فیلم

یک فیلم کامل از روش قابلیگری دستی CO₂ و مذاب‌ریزی تا تخلیه و تمیزکاری یک قطعه دو پارچه ماهیچه دار از یک کارخانه ریخته‌گری که طبق استاندارد عمل می‌کند در شش الی هفت پلان تدوین گردد و برای هر جلسه تدریس طبق کتاب یک پلان از فیلم مرتبط با موضوع تدریس نمایش داده شود.

در ادامه، روش قابلیگری درجه زیرین را طبق ترتیب پروسه مدون شده در کتاب با اسلاید و یا بروشور نمایش دهید. سپس هنرجویان را به کارگاه ببرید و قبل از عملیات قابلیگری نکات ایمنی و بهداشتی و زیست محیطی مانند تفکیک زباله‌ها، پوشیدن لباس کار، استفاده از ماسک و عینک و دستکش و رعایت دقیق انطباق و بهداشت فردی را به هنرجویان متذکر شوید.

نکته

به یاد داشته باشید که لازمه موفقیت در تدریس، داشتن طرح درس و آماده بودن ابزار و لوازم و تجهیزات قبل از کار است، لذا حتماً از روز قبل لوازم مورد نیاز را آماده

و از استادکار بخواهید که قبل از ورود شما به کارگاه لوازم و تجهیزات کار را در دسترس شما قرار داده باشد.

فعالیت ۲: آموزش قالبگیری درجه زیرین و دمش گاز CO₂ به هنرجویان:

هنرجویان را در دسته‌های چهار نفره گروه‌بندی کنید و دور یک میز بزرگ که قبلاً برای این کار در نظر گرفته اید جمع کنید و عملیات قالبگیری درجه زیرین را برای یک مدل یک تکه با سطح جدایش یکنواخت (همانند مطالب ارائه شده در کتاب) انجام دهید. دقت کنید که هنگام عملیات قالبگیری کلیه نکات کنترل مدل و نکات قالبگیری و ایمنی و بهداشتی را برای هنرجویان بازگو کنید.

فعالیت

فعالیت ۳: اجرای قالبگیری درجه زیرین و دمش گاز CO₂ توسط هنرجو:

پیش‌نیاز و یادآوری: با توجه به کتاب تولید قطعات سال قبل، هنرجویان بایستی توانایی کار با جعبه ابزار قالبگیری و روش قالبگیری مدل در ماسه تر و روش استفاده از مخلوط کن ماسه (Mixer) را فرا گرفته باشند و نکات ایمنی و بهداشتی و زیست محیطی را بدانند و همچنین چسب سیلیکات سدیم و کپسول گاز CO₂ را شناسایی کنند و محاسبه نسبت‌های وزنی مواد را انجام دهند.

فعالیت

برای قالبگیری درجه زیرین، مواد، لوازم و تجهیزات مربوطه شامل موارد زیر است:

- ۱- جعبه ابزار ۲- صفحه زیر درجه ۳- مدل دو تکه ۴- ماسه سیلیسی ۵- مخلوط کن ماسه ۶- چسب سیلیکات سدیم ۷- ترازو ۸- کپسول گاز CO₂ ۹- نازل مخصوص دمش ۱۰- سطل درب‌دار نگهداری مخلوط ماسه

هنرجویان را در دسته‌های دو نفره تقسیم‌بندی کنید. مدل‌های ساده یک تکه با سطح جدایش یکنواخت را در اختیار هنرجویان قرار دهید و طبق برنامه زمان‌بندی که قبلاً در طرح درس آورده‌اید از هنرجویان بخواهید زمان قالبگیری را رعایت

نمایند. همچنین رعایت نکات زیست محیطی، ایمنی و حفاظتی و بهداشتی را برای هنجریان در برگ ارزشیابی متذکر شوید.

هشدار

در مدت زمان مشخصی که هنجریان با میکسر ماسه کار نموده و آماده‌سازی ماسه را بر عهده دارند، استادکار و یا هنرآموز بایستی حضور مستقیم داشته و نظارت‌نماید.

کاربرگ ارزشیابی بخش اول از جلسه یکم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنجرو		بارم کل
مؤلفه‌های خود ارزیابی		بلی
		خیر
خصوصیات، مزایا و معایب قالبگیری CO_2 را می‌دانم		
تجهیزات قالبگیری CO_2 را می‌شناسم		
توانایی کنترل ابعادی مدل و کنترل درجه و صفحه مدل را دارم		
کوبش صحیح ماسه قالب CO_2 را انجام می‌دهم		
روش صحیح دمش گاز CO_2 را به قالب می‌دانم و انجام می‌دهم		
قالبگیری درجه زیرین و دمش گاز CO_2 را انجام می‌دهم		
در حفاظت از ابزار، تجهیزات و استفاده بهینه از مواد جدیت دارم		
حفاظت ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی را انجام می‌دهم		
نمره کل دریافتی		

ارزشیابی توسط هنرآموز

نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۰/۲۵	خصوصیات، مزایا و معایب قالبگیری CO ₂ را می‌داند
	۰/۲۵	تجهیزات قالبگیری CO ₂ را می‌شناسد
	۰/۲۵	توانایی کنترل ابعادی مدل و کنترل درجه و صفحه مدل را دارد
	۰/۲۵	کوبش صحیح ماسه قالب CO ₂ را انجام می‌دهد
	۰/۲۵	روش صحیح دمش گاز CO ₂ را به قالب می‌داند و انجام می‌دهد
	۰/۵	قالبگیری درجه زیرین و دمش گاز CO ₂ را انجام می‌دهد
	۰/۲۵	در حفاظت از ابزار، تجهیزات و استفاده بهینه از مواد جدیت دارد
	۰/۵	ابتکار عمل در کار و وظائف محوله دارد
	۰/۵	نکات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی را رعایت می‌کند
	۰/۵	اخلاق حرفه‌ای را در کارگاه رعایت می‌کند
	۰/۲۵	مشارکت پذیری در کلاس و توانایی کار گروهی را دارد
	۰/۵	نمره خود ارزیابی هنرجو
	۰/۷۵	نمره گزارش کار هنرجو
	۵	جمع نمره ارزشیابی

بخش دوم

قرار دادن درجه رویی و دوتکه مدل روی هم:

برای آموزش قرار دادن درجه رویی و دو تکه مدل روی هم نیاز به تجهیزات و لوازم زیر است:

۱- جعبه ابزار کامل ۲- انواع مدل دو تکه با سطح جدایش یکنواخت و غیر یکنواخت ساده ۳- مواد قالبگیری شامل: ماسه سیلیسی، چسب سیلیکات سدیم و افزودنی ۴- ترازو، متر و کولیس ۵- میکسر ماسه ۶- درجه و کلاف ۷- چندین نوع صفحه مدل ۸- کپسول گاز CO₂ و تجهیزات دمش گاز ۹- میز کار فلزی بزرگ و میز قالبگیری تک نفره ۱۰- پمپ باد ۱۱- سطل درب دار ۱۲- سطل برای تفکیک زباله

سپس مقدمه و توضیحی از جلسه قبل جهت یادآوری طبق طرح درس ارائه دهید و با سوالات انگیزشی متن کتاب، ذهن هنرجویان را در کلاس متمرکز کنید. جهت همسویی کلاس، هنرجویانی که سوالات صحیح می‌پرسند و ذهن متمرکز و خلاق دارند تایید و تشویقی کوتاه انجام داده و به دنبال آن از دیگر هنرجویان بخواهید در رابطه با سوالات ارائه شده نظر دهند. سپس فضای کلاس را جهت ادامه روش قالبگیری آماده کنید و پلان دوم از فیلم قالبگیری CO₂ که مرتبط با موضوع تدریس جلسه دوم است، نمایش دهید. هنگام نمایش، فیلم را نگه دارید و نکات مهم را برای هنرجویان کوتاه توضیح دهید و از هنرجویان بخواهید که از نکات ارائه شده توسط شما یادداشت بردارند.

فعالیت ۴: قرار دادن درجه رویی و دو تکه مدل روی هم:

فعالیت

هنرجویان را در گروه‌های چهار نفره دسته‌بندی کنید و با نظارت هنرآموز در خصوص نکات و پرسش‌های بر گرفته از فیلم بحث کنند و سپس هنرآموز نتایج بحث را برای دیگر هنرجویان ارایه دهد.

برای تفهیم بیشتر هنرجویان از انطباق مدل و درجه، تعدادی مدل دو تکه و مدل صفحه‌ای پین دار که سیستم راهگاهی روی آن نصب می‌شود را به هنرجویان نشان دهید سپس در خصوص موقعیت استقرار و نصب اجزاء راهگاه روی مدل صفحه‌ای برای هنرجویان توضیح دهید و تاثیر و عملکرد مدلهای صفحه‌ای را در سرعت، دقت و کیفیت تولید شرح دهید و از هنرجویان بخواهید که مطالب ارایه شده را یادداشت کنند.

با توضیح و رعایت قوانین ایمنی، حفاظتی و بهداشتی هنرجویان را به کارگاه ببرید و اجرای عملیات قالبگیری و قرار دادن درجه رویی و دو تکه مدل روی هم هنرجویان را دور میز جمع کرده و طبق طرح درس و لوازم و تجهیزاتی که از قبل برای این موضوع تدارک دیده اید مجدداً عملیات قالبگیری درجه زیرین و دمش گاز CO₂ را انجام داده و مطابق موارد آورده شده در متن کتاب عملیات اجرای جفت کردن دو نیمه مدل و قرار دادن درجه رویی را انجام دهید و به هنرجویان اعلام کنید که مجدداً قالبگیری درجه زیرین با مدل‌های دو تکه‌ای که در اختیارشان قرار داده اید تکرار کنند و سپس عملیات اجرای جفت کردن دو نیمه مدل و قرار دادن درجه رویی را تمرین کنند.

کار برگ ارزشیابی بخش دوم پایان جلسه یکم (پیشنهادی):

خود ارزیابی توسط هنرجو بارم کل نمره: ۵/۰ نمره		
مؤلفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر
معنای انطباق دو نیمه مدل را می‌دانم		
توانایی و روش کنترل مدل، صفحه مدل و پین‌های راهنما را دارم		
عیوب ایجاد شده در اثر عدم انطباق مدل و درجه را می‌دانم		
قرار دادن درجه رویی و دو تکه مدل روی هم را به طور صحیح انجام می‌دهم		
در حفاظت از ابزار، تجهیزات و استفاده بهینه از مواد جدیت دارم		
حفاظت ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی را انجام می‌دهم		
نمره کل دریافتی		

		ارزشیابی توسط هنرآموز
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۰/۵	معنای انطباق دو نیمه مدل و درجه را می‌داند و انجام می‌دهد
	۰/۵	توانایی و روش کنترل مدل، صفحه مدل و پین‌های راهنما را دارد
	۰/۵	عیوب ایجاد شده در اثر عدم انطباق مدل و درجه را می‌داند
	۰/۵	قرار دادن درجه رویی و دو تکه مدل روی هم را به طور صحیح انجام می‌دهد
	۰/۵	در حفاظت از ابزار، تجهیزات و استفاده بهینه از مواد جدیت دارد
	۰/۵	نکات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی را رعایت می‌کند
	۰/۲۵	اخلاق حرفه‌ای را در کارگاه رعایت می‌کند
	۰/۵	مشارکت پذیری در کلاس و توانایی کار گروهی را دارد
	۰/۵	نمره خود ارزیابی هنرجو
	۰/۷۵	نمره گزارش کار هنرجو
	۵	جمع نمره ارزشیابی

جلسه دوم

سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری

سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری

برای آموزش سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری نیاز به تجهیزات و لوازم زیر است:

- ۱- جعبه ابزار کامل ۲- چند نوع مدل دو تکه با سطح جدایش یکنواخت و غیر یکنواخت ساده به تعداد هنجریان ۳- مواد قالبگیری شامل: ماسه سیلیسی، چسب سیلیکات سدیم و افزودنی ۴- ترازو، متر و کولیس ۵- میکسر ماسه ۶- درجه و کلاف ۷- چندین نوع صفحه مدل ۸- سیستم راهگاهی نصب شده بر صفحه مدل و اجزاء سیستم راهگاهی آزاد نصب نشده ۹- سیستم تغذیه ۱۰- انواع میرد داخلی و خارجی ۱۱- مقداری مواد پودر گرمازا ۱۲- کپسول گاز CO_2 و تجهیزات دمش گاز ۱۳- میز کار فلزی بزرگ و میز قالبگیری تک نفره ۱۴- پمپ باد ۱۵- سطل درب دار ۱۶- سطل برای تفکیک زباله

سیستم راهگاهی:

طرح درس کاملی را از سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری به همراه داشته باشید و با خلاصه‌ای کوتاه از جلسه قبل درس را شروع کنید. سپس تعریف سیستم راهگاهی را بیان کنید

برای تدریس این قسمت لازم است شما اطلاع از قوانین هیدرواستاتیک (علم تعادل مایعات) شامل قوانین فشار درون مایع (قانون پاسکال و ارشمیدس) و قانون هیدروماتالورژی (علم حرکت مایعات) شامل قوانین برنولی، تریچلی، سیالیت و ویسکوزیته داشته باشید لذا چند سوال انگیزشی از طراحی سیستم راهگاهی و برای تمرکز ذهن هنجریان و مشارکت آنها در موضوع تدریس مطرح کنید. مقدمه‌ای

دانش‌افزایی

کوتاه از دلایل طراحی سیستم راهگاهی را برای هنرجویان ارائه می‌دهید. در تمام این مدت از هنرجویان بخواهید که یادداشت بردارند.

پلان فیلم مربوط به طراحی و نصب سیستم راهگاهی را برای هنرجویان نمایش دهید و نکات مهم آن را با نگر داشتن فیلم توضیح دهید. بهتر است همزمان با پخش فیلم، سیستم راهگاهی نصب شده بر روی صفحه مدل و اجزاء سیستم نصب نشده را برای تفهیم بیشتر به هنرجویان نشان داده و توضیحات تکمیلی را به وسیله این لوازم ارائه دهید.

کار گروهی

در گروه‌های چهار نفره با نظارت هنرآموز اثر طراحی صحیح یک سیستم راهگاهی را بر تولید یک قطعه سالم بحث و گفتگو کنید و سپس یک نفر به نمایندگی از دیگر هنرجویان نتایج بحث را برای کل کلاس ارائه دهد.

فعالیت ۵: طراحی سیستم راهگاهی:

فعالیت

تعدادی مدل یک تکه یا دو تکه با سطح جدایش یکنواخت انتخاب کنید و هنرجویان را به دسته‌های دو نفره تقسیم کنید و مدل‌ها را به هر گروه تحویل داده تا قالبگیری نمایند و یک سیستم راهگاهی با نظارت شما طراحی کنند. پیشنهاد می‌شود مدل‌ها مختلف باشند تا طراحی‌های سیستم راهگاهی یکنواخت نباشد.

سیستم تغذیه‌گذاری:

تدریس قسمت سیستم راهگاهی و این قسمت دارای جزئیات زیادی است لذا همراه داشتن طرح درس شما را در تدریس و تفهیم آن به هنرجویان بسیار کمک می‌کند. پس از تعریف سیستم تغذیه و انواع آن مقدمه‌ای از انجماد آلیاژها انواع انجماد و جهت انجماد و کاربرد تغذیه و مبرد و مواد گرمازا در تولید قطعات سالم، ارائه دهید. سوالات انگیزشی مطرح کنید (مثلا چرا بعضی از قطعات پس از ریخته‌گری فرورفتگی دارد و یا چرا در سطح قسمت‌های ضخیم قطعات پس از ریخته‌گری

فرورفتگی ایجاد می‌شود) و به هنجرویان فرصت دهید تا از تجربیات و داشته‌های ذهنی خود هنگام ریخته‌گری و تولید قطعه استفاده کنند و به سوالات پاسخ گویند. روی تخته وایت برد اشکال مختلفی از مدل قطعات با ضخامت‌های غیر یکنواخت را ترسیم نموده و جهت انجماد و نیاز به تغذیه را برای هنجرویان تشریح کنید سعی کنید مشارکت همه هنجرویان را در تدریس داشته باشید. به هنجرویان توصیه کنید که از مطالب ارائه شده یادداشت بردارند. سپس پلان فیلم مربوط به طراحی و نصب تغذیه را برای هنجرویان نمایش داده و در ضمن نمایش با نگر داشتن فیلم نکات مهم آن را برای هنجرویان توضیح دهید.

کار گروهی

هنجرویان در دسته‌های چهار نفره گروه‌بندی کنید، چندین مدل مختلف با ضخامت‌های غیر یکنواخت را با نظارت هنرآموز انتخاب نموده و سپس در خصوص تعیین محل نصب سیستم راهگامی و تغذیه گذاری باهم بحث و گفتگو نمایید و سپس نتایج بدست آمده توسط شما برای همه هنجرویان ارائه شود.

هنجرویان را ضمن رعایت کلیه قوانین ایمنی و حفاظتی به کارگاه ببرید. در کارگاه با توجه به طرح درس و آماده سازی مواد و لوازم و تجهیزات از قبل دور یک میز جمع نموده و یک مدل دو تکه با ضخامت متغیر را با روش CO_2 قالبگیری و سیستم راهگامی را برای آن طراحی و ضمن نصب سیستم راهگامی دلیل طراحی و چگونگی نصب را برای هنجرویان توضیح دهید.

فعالیت ۶: طراحی سیستم تغذیه گذاری:

همچنین برای تفهیم بهتر عمل تغذیه، هنجرویان را به کارگاه ببرید پس از رعایت اصول ایمنی و بهداشتی آنها را در گروه‌های چهار نفره دسته‌بندی کنید. مدل‌های مکعبی چوبی به ابعاد پیشنهادی ۶۰ میلی‌متر به هر گروه داده تا قالبگیری نمایند. سپس تعدادی از قالب‌ها را با کمک هنجرویان سیستم تغذیه‌ای با قطرهای مختلف اجرا کنید. سپس قالب‌ها را با آلیاژ آلومینیم در دمای فوق ذوب، با رعایت کلیه

فعالیت

قوانین ایمنی و بهداشتی با نظارت خودتان مذاکره کنید. پس از سرد شدن قالب‌ها، قطعات را تمیز و تاثیر تغذیه و اندازه تغذیه را بر سلامت قطعات بررسی و نتایج حاصل شده را برای هنرجویان ارائه دهید تا یاداشت کنند.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه دوم (پیشنهادی):

خود ارزیابی توسط هنرجو بارم کل نمره: ۵/۰ نمره		
مؤلفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر
سیستم راهگامی را تعریف می‌کنم و ویژگی‌های سیستم راهگامی را می‌شناسم		
وظیفه و نقش هر جزء را در سیستم می‌دانم و تعریف می‌کنم		
توانایی طراحی سیستم راهگامی مدل‌های ساده را دارم		
تعریف تغذیه، نقش تغذیه و ویژگی‌های یک تغذیه صحیح را در قطعه می‌دانم		
وظیفه مبرد و مواد گرمازا را در تغذیه می‌دانم		
توانایی طراحی سیستم تغذیه را در یک قطعه ساده دارم		
نصب سیستم راهگامی و تغذیه را برای مدل‌های ساده انجام می‌دهم		
در حفاظت از ابزار، تجهیزات و استفاده بهینه از مواد جدیت دارم		
حفاظت ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی را انجام می‌دهم		
نمره کل دریافتی		

ارزشیابی توسط هنرآموز

نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۰/۲۵	سیستم راهگاهی را تعریف می‌کند و ویژگی‌های سیستم راهگاهی را می‌شناسد
	۲۵/۰	وظیفه و نقش هر جزء را در سیستم می‌داند و تعریف می‌کند
	۰/۵	توانایی طراحی سیستم راهگاهی مدل‌های ساده را دارد
	۰/۲۵	تعریف تغذیه، نقش تغذیه و ویژگی‌های یک تغذیه صحیح را در قطعه می‌داند
	۰/۲۵	وظیفه مبرد و مواد گرمازا را در تغذیه می‌داند
	۰/۵	توانایی طراحی سیستم تغذیه را در یک قطعه ساده دارد
	۰/۵	نصب سیستم راهگاهی و تغذیه را برای مدل‌های ساده انجام می‌دهد
	۰/۵	ابتکار عمل در کار و وظائف محوله دارد
	۰/۲۵	نکات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی را رعایت می‌کند
	۰/۲۵	اخلاق حرفه‌ای را در کارگاه رعایت می‌کند
	۰/۲۵	مشارکت پذیری در کلاس و توانایی کار گروهی را دارد
	۰/۵	نمره خودارزیابی هنرجو
	۰/۷۵	نمره گزارش کار هنرجو
	۵	جمع نمره ارزشیابی

پُر کردن درجه رویی و خارج کردن مدل از قالب

برای آموزش پُر کردن درجه رویی و خارج کردن مدل از قالب نیاز به تجهیزات زیر است:

۱- جعبه ابزار کامل ۲- چند نوع مدل دو تکه با سطح جدایش یکنواخت و غیر یکنواخت ساده به تعداد هنرجویان ۳- مواد قالبگیری شامل: ماسه سیلیسی، چسب سیلیکات سدیم و افزودنی ۴- ترازو، متر و کولیس ۵- میکسر ماسه ۶- درجه و کلاف ۷- چندین نوع صفحه مدل ۸- سیستم راهگاہی نصب شده بر صفحه مدل و اجزاء سیستم راهگاہی آزاد نصب نشده ۹- سیستم تغذیه ۱۰- انواع مبرد داخلی و خارجی ۱۱- مقداری مواد پودر گرمازا ۱۲- کپسول گاز CO_2 و تجهیزات دمش گاز ۱۳- میز کار فلزی بزرگ و میز قالبگیری تک نفره ۱۴- پمپ باد ۱۵- سطل درب دار ۱۶- سطل برای تفکیک زباله

برای تدریس ابتدا خلاصه‌ای کوتاه از دو جلسه قبل برای هنرجویان ارائه دهید. آموزش این قسمت حائز اهمیت است زیرا بخش تکمیلی در قالبگیری CO_2 محسوب می‌شود. بنابراین سعی کنید هنرجویان دقت بیشتری را داشته باشند. با چند سوال انگیزشی که هنرجو بتواند در ذهنش ارتباطی را با نصب سیستم راهگاہ و تغذیه در هنگام پُر کردن درجه رویی ایجاد کند، تدریس را ادامه دهید. در نظر داشته باشید طرح درس باعث انسجام روش تدریس و فهم راحت‌تر هنرجو در ارائه مطالب شما می‌شود. از هنرجویان به خواهید از مطالب ارائه شده در کلاس یادداشت بردارند، زیرا بخشی از ادامه کار عملیات قالبگیری را بایستی با تحلیل مطالب یادداشت شده و نتایج حاصل نموده، انجام دهند.

پلان مربوط به عملیات پر کردن درجه رویی و نصب سیستم راهگاه و تغذیه و خارج کردن مدل از قالب را نمایش دهید و هم زمان چنانچه فیلم و حتی عکس و یا بروشوری از عملیات پر کردن مدل صفحه‌ای و خارج کردن مدل صفحه‌ای از قالب داشته باشید و نمایش دهید بسیار تأثیرگذار خواهد بود. نکات مهم را هنگام نمایش با نکه داشتن فیلم، توضیح دهید.. کلیه موارد و نکات آورده شده در متن کتاب مهم است و با تأمل بیشتری از آن عبور کنید.

در ادامه تدریس این قسمت لازم است تا مجدداً صرفه جویی مواد، ارزش ریالی مواد و لوازم مصرفی و استهلاک تجهیزات برای هنرجویان توضیح داده شود و اهمیت تفکیک زباله‌ها و نکات ایمنی و حفاظتی و زیست محیطی آمده در متن کتاب نیز تشریح شود.

با رعایت قوانین ایمنی، هنرجویان را به کارگاه ببرید و طبق طرح درس تدوین شده و آماده نمودن مواد و لوازم و تجهیزات برای عملیات پر کردن درجه رویی از قبل، هنرجویان را دور یک میز جمع کنید. یک مدل دو تکه با سطح جدایش یکنواخت و ضخامت غیر یکنواخت انتخاب کنید و مرحله قالبگیری درجه زیرین با نصب راهباره و انطباق دو نیمه مدل روی هم و گذاشتن درجه رویی را روی درجه زیرین مانند قبل انجام دهید. سپس با توجه به طراحی از پیش انجام شده کانال راهبار و کانال بارریز و تغذیه را در محل مناسب اش قرار دهید. عملیات قالبگیری درجه رویی را مطابق آنچه که در متن کتاب آورده شده انجام دهید. و هنگام عملیات قالبگیری کلیه مراحل شامل: پر کردن قالب، کوبش صحیح و یکنواخت، لق کردن مدل، ایجاد کانال هوا و نحوه دمش گاز و روش صحیح بلند کردن و برگرداندن درجه و خارج کردن مدل و دلیل طراحی و نصب سیستم راهگاهی و تغذیه را در صفحه مدل برای هنرجویان توضیح دهید. از هنرجویان بخواهید که از مراحل اجرای قالبگیری یادداشت بردارند.

کار گروهی

در گروه‌های چهارنفره هنرجویان در خصوص استفاده و همچنین عدم استفاده از سیستم راهگاه پیش‌ساخته و نحوه پر کردن درجه رویی و روش خارج کردن مدل و یا صفحه مدل از قالب با نظارت هنرآموز بحث و تبادل نظر کنند سپس نماینده هنرجویان تجمیع نظرات گروه‌ها را در خصوص استفاده و عدم استفاده از راهگاه و تغذیه پیش ساخته در صفحه مدل برای کلیه هنرجویان ارائه دهد.

فعالیت ۷: قالبگیری و پر کردن درجه رویی و خارج کردن مدل از قالب:

فعالیت

در این فعالیت مواردی از قبیل: زمان قالبگیری، عدم اسراف مواد، جداسازی مواد غیر مصرفی و زباله، رعایت بهداشت و نکات ایمنی و حفاظتی، انضباط فردی و اخلاقی، کیفیت کار در مدت زمان قالبگیری و ابتکار عمل هنرجویان را در نظر بگیرید.

برای پرورش خلاقیت هنرجویان همیشه متذکر شوید که غیر از روش‌های ارائه شده روش‌های دیگری نیز برای اجرای عملیات قالبگیری وجود دارد، و به هنرجویان فرصت شکوفایی خلاقیت شان را به دهید و با شکیبایی همیشه سوالات آنها را پاسخ داده و در بسیاری موارد سوالات هنرجویان را با سوالات انگیزشی پاسخ دهید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه سوم (پیشنهادی):

خود ارزیابی توسط هنرجو بارم کل نمره: ۵/۰ نمره		
مؤلفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر
روش پر کردن درجه رویی و کوبش ماسه را می‌دانم		
روش دمش و مقدار دمش گاز CO ₂ را می‌داند و انجام می‌دهم		
روش لق کردن مدل و بیرون کشیدن مدل از قالب را می‌دانم		
عیوب ناشی از عدم کانال هوا را در قالب می‌دانم		
عیوب عدم یکنواختی در کوبش صحیح ماسه قالب CO ₂ را می‌دانم		
روش خارج کردن سیستم راهگاهی را از قالب می‌دانم و انجام می‌دهم		
قالبگیری درجه رویی و خارج کردن مدل و سیستم راهگاهی را انجام می‌دهم		
در حفاظت از ابزار، تجهیزات و استفاده بهینه از مواد جدیت دارم		
حفاظت ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی را انجام می‌دهم		
نمره کل دریافتی		

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۰/۲۵	روش پر کردن درجه رویی و کوبش ماسه را می‌داند
	۰/۲۵	روش دمش و مقدار دمش گاز CO _۲ را می‌داند و انجام می‌دهد
	۰/۲۵	روش لق کردن مدل و بیرون کشیدن مدل از قالب را می‌داند
	۰/۲۵	عیوب ناشی از عدم کانال هوا را در قالب می‌داند
	۰/۲۵	عیوب عدم یکنواختی در کوبش صحیح ماسه قالب CO _۲ را می‌داند
	۰/۵	روش خارج کردن سیستم راهگاهی را از قالب می‌داند و انجام می‌دهد
	۰/۵	قالبگیری درجه رویی و خارج کردن مدل و سیستم راهگاهی را انجام می‌دهد
	۰/۲۵	در مدت زمان داده شده عملیات قالبگیری و خارج کردن مدل را انجام می‌دهد
	۰/۲۵	ابتکار عمل در کار و وظائف محوله دارد
	۰/۲۵	نکات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی را رعایت می‌کند
	۰/۲۵	اخلاق حرفه‌ای را در کارگاه رعایت می‌کند
	۰/۵	مشارکت پذیری در کلاس و توانایی کار گروهی را دارد
	۰/۵	نمره خودارزیابی هنرجو
	۰/۷۵	نمره گزارش کار هنرجو
	۵	جمع نمره ارزشیابی

اعمال پوشان و جفت کردن قالب

تجهیزات، لوازم و مواد مورد نیاز برای آموزش این بخش شامل: ۱- تهیه مواد پوشش برای آلیاژ مورد نظر طبق جدول متن کتاب

مواد پوششی آماده قالب‌ها مربوط به آلیاژهای مختلف در شرکت‌ها و فروشگاه‌های مواد ریخته‌گری عرضه می‌شوند.

نکته

۲- همزن برقی و یا دستی (مخلوط کن) ۳- افشانه معمولی پلاستیکی موجود در بازار و یا پیستوله رنگ‌پاش ۴- قلم‌موی نرم سایز متوسط و کوچک (۱ اینچ و ۲ اینچ) ۵- دستکش و ماسک دهان ۶- ظرف درب‌دار مخصوص نگهداری مواد پوشش ۷- گرمخانه (محفظه‌ای است که قالب‌های ساخته شده در آنجا خشک می‌شوند) ۸- در صورت موجود نبودن گرمخانه از مشعل گاز استفاده کنید.

برای آموزش از طرح درس استفاده کنید. خلاصه‌ای کوتاه از تدریس جلسه قبل ارائه دهید. سپس سوالات انگیزشی برای کاربرد پوشش قالب‌ها مطرح کنید و اجازه دهید تا هنرجویان پاسخ گویند بهتر است جهت راهنمایی هنرجویان پاسخ آنها را با سوال ساده تری که هنرجویان را به پاسخ نزدیک کند، مطرح کنید. مقدمه‌ای از دلیل کاربرد پوشش در قالب‌های ریخته‌گری ارائه دهید و مزایای استفاده پوشش در قالب‌ها خصوصاً قالب‌های CO_2 را برشمرید.

پلان فیلم اعمال پوشش قالب‌های CO_2 را برای هنرجویان نمایش دهید و توضیحات لازم و تکمیلی را با نگه داشتن فیلم ارائه دهید.

هنرجویان را به کارگاه ببرید پس از رعایت اصول ایمنی و بهداشتی در گروه‌های چهار نفره دسته‌بندی کنید مواد پوشش آماده را جهت جلوگیری از رسوب با هم زدن مخلوط کنید و سطوح قالب‌هایی را که قبلاً آماده نموده اید پوشش دهید و ضمن عملیات پوشش دهی، نکات متالورژیکی و بهداشتی و زیست محیطی آورده شده در متن کتاب را متذکر شوید و از هنرجویان بخواهید مراحل کار را دقیقاً بنویسند.

فعالیت ۸: اعمال پوشان و جفت کردن قالب:

فعالیت

هنرجویان را در دسته‌های دو نفره گروه‌بندی کنید. سپس هنرجویان چند مدل دو تکه ساده با روش CO_2 طبق فعالیت متن کتاب قالبگیری کنند. با کمک هنرجویان عملیات پوشش دهی قالب‌ها را در محلی که هواکش دارد هنرجویان انجام دهند. سپس قالب‌ها را هنرجویان با نظارت شما توسط مشعل خشک کنند و جفت کردن قالب‌ها را انجام دهند. نکته حائز اهمیت این است که حتماً هنگام قرار دادن درجه‌ها یا قالب‌ها روی هم محل پین‌ها را کنترل کنید و از روی هم قرار گرفتن درجه‌ها و یا قالب‌ها اطمینان حاصل کنید. از هنرجویان بخواهید روش پوشش دهی و خشک کردن با مشعل و جفت کردن قالب را بنویسند.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه چهارم (پیشنهادی):

خود ارزیابی توسط هنرجو بارم کل نمره: ۵/۰ نمره		
مؤلفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر
هدف از اعمال پوشان را در قالب‌های CO ₂ می‌دانم		
انواع مواد پوشان را بصورت کلی با توجه به نوع آلیاژ می‌شناسم		
روش تهیه و ساخت ماده پوشان را می‌دانم		
عمل پوشش دهی و خشک کردن قالب‌ها را انجام می‌دهم		
روش و عمل جفت کردن قالب‌ها را می‌دانم و بطور صحیح انجام می‌دهم		
عیوب ناشی از عدم جفت کردن صحیح قالب‌ها را می‌شناسم		
در حفاظت از ابزار، تجهیزات و استفاده بهینه از مواد جدیت دارم		
حفاظت ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی را انجام می‌دهم		
نمره کل دریافتی		

		ارزشیابی توسط هنرآموز
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۰/۲۵	هدف از اعمال پوشان را در قالب‌های CO ₂ می‌داند
	۰/۲۵	انواع مواد پوشان را بصورت کلی با توجه به نوع آلیاژ می‌شناسد
	۰/۲۵	روش تهیه و ساخت ماده پوشان را می‌داند
	۰/۵	عمل پوشش دهی و خشک کردن قالب‌ها را انجام می‌دهد
	۰/۵	روش و عمل جفت کردن قالب‌ها را می‌داند و بطور صحیح انجام می‌دهد
	۰/۲۵	عیوب ناشی از عدم جفت کردن صحیح قالب‌ها را می‌شناسد
	۰/۲۵	در مدت زمان داده شده عملیات پوشان و جفت کردن قالب را انجام می‌دهد
	۰/۲۵	ابتکار عمل در کار و وظائف محوله دارد
	۰/۵	نکات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی را رعایت می‌کند
	۰/۲۵	اخلاق حرفه‌ای را در کارگاه رعایت می‌کند
	۰/۵	مشارکت پذیری در کلاس و توانایی کار گروهی دارد
	۰/۵	نمره خودارزیابی هنرجو
	۰/۷۵	نمره گزارش کار هنرجو
	۵	جمع نمره ارزشیابی

جلسه پنجم

ماهیه گیری CO₂، خارج کردن ماهیچه از جعبه ماهیچه و پوشش دهی ماهیچه

تجهیزات، لوازم و مواد مورد نیاز در آموزش این بخش شامل: ۱- ماسه سیلیسی ۲- چسب سیلیکات سدیم ۳- مواد افزودنی ۴- میکسر ماسه ۵- جعبه ابزار ۶- کپسول گاز CO₂ و تجهیزات دمش گاز ۷- جعبه ماهیچه ۸- گیره‌های پیچ دستی ۹- پودر جدا کننده ۱۰- تجهیزات اعمال پوشش نسوز ماهیچه ۱۱- قانجاق و آرماتور برای ماهیچه‌های خاص ۱۲- هم زن برقی ویا دستی ۱۳- مواد پوشش ۱۴- گرم خانه و یا کپسول همراه با سر مشعل ۱۵- افشانک و یا پیستوله رنگ پاش ۱۶- ترازو، متر و کولیس ۱۷- سطل درب دار و ظروف درب دار ۱۸- ایجاد مکانی برای تفکیک زباله و ماسه نخاله

برای آموزش بهتر و بهره‌وری از زمان تدریس و راندمان بیشتر از طرح درس استفاده کنید.

نکته

برای تدریس این قسمت ابتدا با سوالات انگیزشی ذهن هنرجویان را متمرکز کنید و فرصت دهید تا هنرجویان پاسخ‌های خود را بیان کنند و با جملات تایید و تشویق کوتاه باعث مشارکت هنرجویان در آموزش شوید. سپس تعریف ساده‌ای از ماهیچه بیان کنید و سپس انواع ماهیچه را که قبلاً آماده نموده اید به هنرجویان نشان دهید و اجزاء ماهیچه و کاربرد آنها را توضیح دهید و از هنرجویان بخواهید که از مطالب ارائه شده یادداشت بردارند.

پلان فیلم روش ماهیچه‌گیری CO_2 و پوشش‌دهی و انبارش و جاگذاری آن را در قالب نمایش دهید و هنگام نمایش فیلم با نگه داشتن آن نکات کلیدی و مهم را تشریح کنید و اجازه دهید تا هنرجویان از مطالب مهم یادداشت بردارند و به سوالات آنها نیز پس از پایان نمایش فیلم پاسخ گویند.

با رعایت قوانین ایمنی هنرجویان را به کارگاه ببرید و بر اساس طرح درس، تجهیزات ماهیچه‌گیری CO_2 و پوشش‌دهی ماهیچه را که از قبل برای این منظور تدارک دیده‌اید روی میز بزرگی قرار دهید و هنرجویان را در دسته‌های چهار نفره گروه‌بندی کنید سپس مونتاژ و سوار کردن اجزاء جعبه ماهیچه توسط گیره پیچ دستی را انجام داده و آنها را به هم کاملاً محکم کنید و با کمک چند نفر از هنرجویان عملیات ماهیچه‌گیری را طبق آنچه که در متن کتاب آورده شده انجام دهید.

مواد پوشان را آماده کنید. و در ظرف درب‌داری بریزید و با مشارکت هنرجویان پوشان‌دهی ماهیچه و سطوح قالب‌ها را زیر هود یا هواکش انجام دهید. از هنرجویان بخواهید ترتیب و روش عملیات ماهیچه‌گیری و پوشش‌دهی و انبارش و جاگذاری ماهیچه در قالب را بنویسند.

فعالیت ۹ و ۱۰: ماهیچه‌گیری CO_2 ، خارج کردن ماهیچه از جعبه ماهیچه و پوشش‌دهی ماهیچه:

هنرجویان را در دسته‌های دو نفره گروه‌بندی کنید و به هر گروه جعبه ماهیچه‌ای تحویل دهید تا عملیات ماهیچه‌گیری، پوشش‌دهی را طبق آنچه در متن کتاب آورده شده هر نفر انجام دهد.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه پنجم (پیشنهادی):

خود ارزیابی توسط هنرجو بارم کل نمره: ۵/۰ نمره		
مؤلفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر
ماهیه را تعریف می‌کنم و انواع ماهیه‌ها را می‌شناسم		
روش ساخت ماهیه را به روش CO_2 می‌دانم		
تجهیزات، لوازم و مواد ساخت ماهیه را می‌شناسم		
روش پر کردن جعبه ماهیه و دمش گاز CO_2 را می‌دانم		
تعریف قانجاق را می‌دانم و قانجاق گذاری را در ماهیه‌های ساده انجام می‌دهم		
روش خارج کردن ماهیه را از جعبه ماهیه می‌دانم		
عمل ماهیه گیری و پوشان دهی ماهیه را بطور صحیح انجام می‌دهم		
عمل ماهیه گیری CO_2 و خارج کردن ماهیه از جعبه ماهیه و پوشش دهی ماهیه را انجام می‌دهم		
در حفاظت از ابزار، تجهیزات و استفاده بهینه از مواد جدیت دارم		
حفاظت ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی را انجام می‌دهم		
نمره کل دریافتی		

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۰/۲۵	ماهیچه را تعریف می‌کند و انواع ماهیچه‌ها را می‌شناسد
	۰/۲۵	روش ساخت ماهیچه را به روش CO_2 می‌داند
	۰/۲۵	تجهیزات، لوازم و مواد ساخت ماهیچه را می‌شناسد
	۰/۲۵	روش پر کردن جعبه ماهیچه و دمش گاز CO_2 را می‌داند
	۰/۲۵	تعریف قانجاق را می‌داند و قانجاق گذاری را در ماهیچه‌های ساده انجام می‌دهد
	۰/۲۵	روش خارج کردن ماهیچه را از جعبه ماهیچه می‌داند
	۰/۵	عمل ماهیچه گیری و پوشان دهی ماهیچه را بطور صحیح انجام می‌دهد
	۰/۵	عمل ماهیچه گیری CO_2 و خارج کردن ماهیچه از جعبه ماهیچه و پوشش دهی ماهیچه را انجام می‌دهد
	۰/۲۵	ابتکار عمل در کار و وظائف محوله دارد
	۰/۲۵	نکات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی را رعایت می‌کند
	۰/۲۵	اخلاق حرفه‌ای را در کارگاه رعایت می‌کند
	۰/۵	مشارکت پذیری در کلاس و توانایی کار گروهی را دارد
	۰/۵	نمره خودارزیابی هنرجو
	۰/۷۵	نمره گزارش کار هنرجو
	۵	جمع نمره ارزشیابی

فصل ۲

آماده‌سازی قالب‌های فلزی

مقدمه

متداول ترین روش ریخته گری فلزات، ریختن مذاب فلزات در قالب های ماسه ای بوده که مذاب تحت نیروی ثقل، محفظه قالب را پر می کند و اکنون هم بسیاری از قطعات صنعتی، با این فرآیند تولید می شوند. در این روش قالب برای یک بار ریخته گری قطعه، ساخته می شود و لازم است که برای بار دوم، دوباره قالب از نو آماده گردد. برای غلبه بر این مشکل اساسی همیشه صنعت گران به دنبال این بودند که بتوانند، قالبی ارائه نمایند که به دفعات زیاد از آن استفاده شود. لذا طرح قالب های دائم ثقلی مطرح گردید که در مقایسه با قطعات ریخته شده در قالب های ماسه ای، کیفیت سطح، تolerانس ابعاد، خواص مکانیکی قطعات ریخته شده در قالب های ثقلی، به مراتب بالاتر باشد. و برای بهبود خواص قطعات و بهتر نمودن کیفیت آنها لازم است از مکانیزم هایی استفاده شود که بتوان قطعات را در انواع قالب های فلزی تولید کرد. در سال های ۱۸۷۷ تا ۱۸۹۴ از دستگاه ساده ای که با مکانیزم فشار حاصله از سیلندر و پیستون، محفظه قالب از مذاب پر می گردید، استفاده شد.

قالب های دایکاست به صورت انبوه در سال های ۱۹۱۵ ساخته شدند و از آن زمان تا کنون، توسط این قالب ها قطعات مختلف ماشین آلات صنعتی در زمینه ساختمانی، صنایع خودروسازی، صنایع نظامی و... تولید می شوند. امروزه استفاده از قالب های تحت فشار گسترش یافته، به طوری که در اکثر رشته های صنایع، قطعات قالب های فلزی کاربرد دارند. طی سال های ذکر شده استفاده از قالب های فلزی گریز از مرکز نیز مطرح و هم اکنون از این قالب ها هم استفاده می شود.

انواع قالب‌های فلزی و نحوه تمیزکاری آنها

برای تدریس این واحد درسی، ابتدا مقدمه‌ای در مورد روش‌های تولید قطعات در انواع قالب‌ها، گفته شود و مقایسه‌ای برای روش‌های ذکر شده از نظر امکان تولید نوع قطعات، سرعت تولید، کیفیت سطح و خواص مکانیکی قطعات تولید شده در انواع قالب‌ها داشته باشید. در خصوص نوع قطعات، قطعات خیلی پیچیده و بزرگ با نقطه ذوب بالا را، با قطعاتی ساده و کوچک و دارای نقطه ذوب پایین، مقایسه کرده که با استفاده از قالب‌های فلزی تولید کدام نوع از قطعات آسان، سریع، با کیفیت و صرفه اقتصادی دارد؟ یادآوری نمایید که در تعداد کم قطعات تولیدی اقتصادی نیست که از قالب‌های فلزی استفاده شود، چون ساخت قالب‌های فلزی هزینه بر است. برای تولید قطعات خیلی بزرگ، توضیح داده شود که هزینه طراحی، ساخت قالب و ماشین، خیلی بالا بوده و لذا در موارد خاص (صنایع نظامی و طرح‌های ملی و...) از قالب‌های فلزی استفاده می‌شود. برای هنرجویان در خصوص طرح‌های تولید از طریق انواع قالب‌ها مثال زده شود که اگر طرح تولید لوله‌های قطور و طویل با تکنولوژی گریز از مرکز نمی‌بود؟ برای قطعات ذکر شده طرح استفاده از قالب‌های ریژه داده می‌شد، فرآیند تولید طولانی، پر هزینه و سخت می‌گردید.

گفتگو و مشارکت دادن هنرجویان در فرآیند آموزش:

در کلاس به هنرجویان فرصت مناسب داده شود تا سئوالات خود را مطرح نمایند، به پاسخ‌های مطرح شده نظارت نمایید. پاسخ صحیح پرسش‌ها را تایید کرده، به هنرجویان فرصت طرح سئوال جدید داده شود که چرا از قالب‌های فلزی برای تولید قطعات استفاده می‌شود؟ انواع قالب‌های فلزی کدامند؟ با توجه به طرح قطعات از چه نوع قالب‌های فلزی برای تولید آنها می‌توان استفاده کرد؟

شیوه تدریس:

برای تدریس از فیلم، انیمیشن و وسایل مرتبط با این واحد و پوستر استفاده شود.

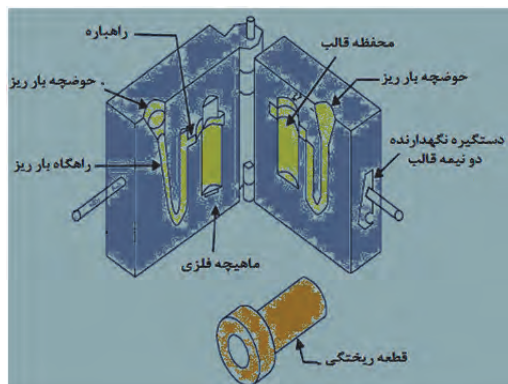
کار گروهی

در توضیح هر مورد از قالب‌های فلزی ریژه، تحت فشار و گریز از مرکز، نمایش فیلم را متوقف کرده، نوع و اجزاء قالب را در تصاویر در حال پخش نشان دهید و اگر لازم است توضیح بیشتری داده شود. یا با نمایش انیمیشن، عکس و پوستر، مطالب مورد بحث برای هنرجویان بیشتر شرح داده شود.

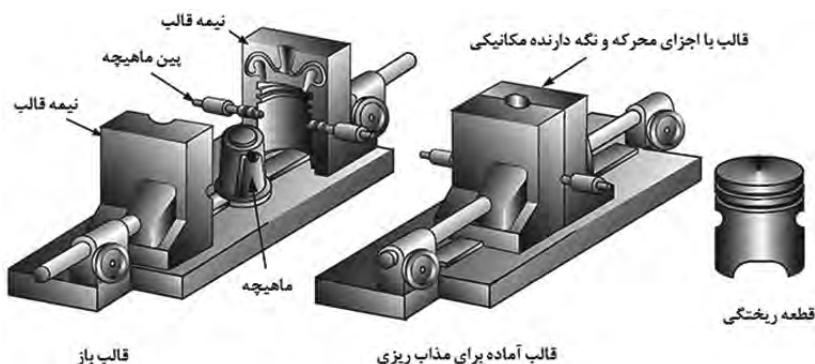
انواع قالب‌های ریژه: ۱- نوع ساده ۲- کشویی ۳- کتابی (لولایی) ۴- با اجزای محرکه مکانیکی یا هیدرولیکی و پنوماتیکی شکلهای (۱ و ۲ و ۳) را به طور شفاهی نام برده و در تابلو کلاس نوشته شود، برای هر مورد به تصاویر کتاب درسی یا کتاب راهنمای هنرآموز اشاره شود.



شکل (۱) قالب ریژه ساده



شکل (۲) قالب ریژه کتابی (لولایی)



شکل (۳) قالب ریژه با اجزاء محرکه مکانیکی

در شناخت قالب‌های فلزی لازم است هنرجویان بدانند برای ساخت قالب‌های فلزی از چه فلزاتی می‌توان استفاده کرد. در انتخاب مواد قالب بایستی به: اندازه و تعداد قطعه، درجه حرارت بارریزی، نوع آلیاژ، دقت ابعادی و قیمت مواد قالب توجه نماید. به طور کلی چهار عامل اساسی در انتخاب جنس قالب و ماهیچه موثر است که عبارتند از:

- ۱ درجه حرارت بارریزی مذاب
- ۲ اندازه قطعه ریختگی
- ۳ تعداد قطعات ریختگی در هر قالب
- ۴ قیمت مواد قالب

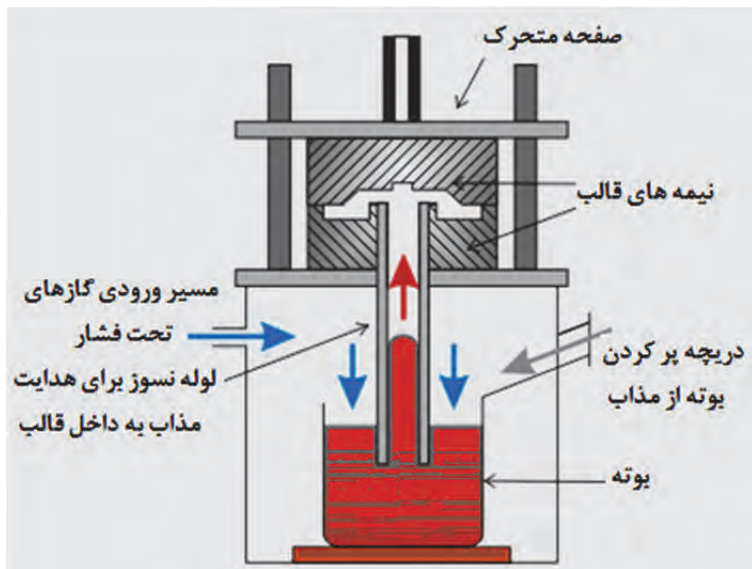
نمایش فیلم ریخته‌گری در انواع قالب‌های مختلف فلزی در کلاس جوار کارگاهی

نمایش فیلم

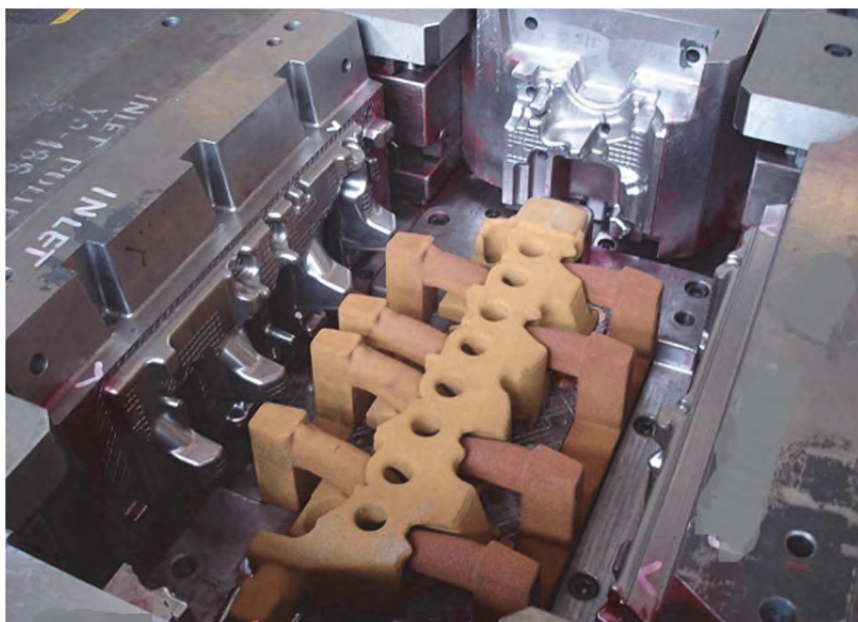
ریخته‌گری تحت فشار کم: پر شدن قالب توسط فشار اعمالی بر مذاب بوده و انجماد نیز تحت فشار کم انجام می‌شود شکل (۴). در این روش امکان تولید قطعات

دانش‌افزایی

پیچیده‌تر وجود داشته، چون استفاده از ماهیچه‌های موقت در قالب‌های فلزی این روش ریخته‌گری، امکان پذیر است شکل (۵). قطعات ریخته‌گری شده از لحاظ مک و حفرات گازی و انقباضی و خواص مکانیکی شرایط بهتری نسبت به ریخته‌گری در قالب‌های ریژه دارند. محدودیت موجود در روش ریخته‌گری تحت فشار بالا در استفاده از ماهیچه موقت (ماسه‌ای) برای این روش حذف می‌شود. امکان تولید کلیه قطعاتی که توسط روش ریژه تولید می‌گردد، توسط این فرآیند و با کیفیت بالاتر وجود دارد. کیفیت بهتر سطوح ریختگی، خواص مکانیکی و متالورژیکی بالاتر و سرعت تولید بیشتر، از خصوصیات این روش می‌باشد. در مرحله باز شدن قالب که به طرح قالب بستگی دارد، قطعه ریخته‌گری شده بعد از انجماد، توسط یک یا چند میله بیرون‌انداز (پران) از قالب جدا شده و از روی نصفه پایینی قالب خارج می‌گردد. سپس روی صفحه تختی که در زیر قالب قراردارد و در حال نوسان است می‌افتد.



شکل (۴) قالب فلزی تحت فشار کم

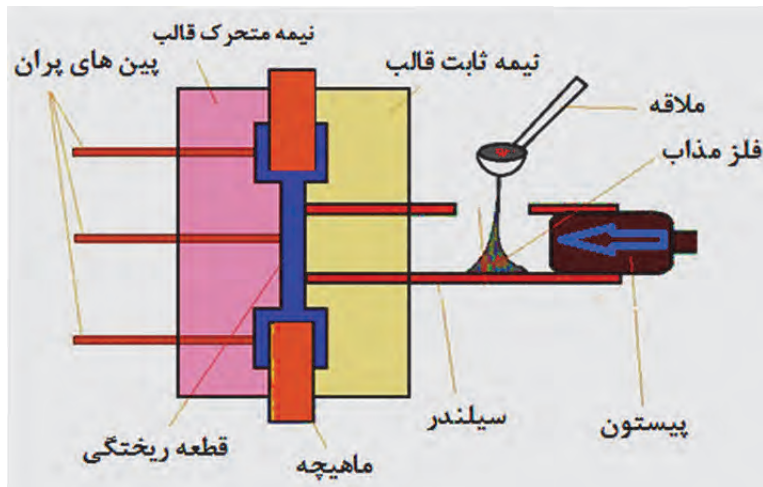


شکل (۵) قالب فلزی برای تولید قطعات پیچیده با امکان استفاده از ماهیچه‌های موقت در ریخته‌گری تحت فشار کم

در این فرآیند مذاب به آرامی و با میزان معینی وارد قالب می‌شود و در صورت کنترل کامل این پارامتر، احتمال محبوس شدن هوا به علت تلاطم در مذاب به کمترین حد خود کاهش می‌یابد.

در ریخته‌گری قالب‌های فلزی تحت فشار بالا، عمل تزریق مذاب چند ثانیه بیشتر طول نمی‌کشد. در این سیستم فشار تزریق زیاد است و حدود ۷۰-۱۴۰ مگانیوتن

بر متر مربع و حتی در بعضی از ماشین به ۲۰۰ مگانیوتن^۱ بر متر مربع نیز می رسد. با فشار بالا می توان درجه حرارت مذاب را پائین انتخاب نمود و قطعات خیلی پیچیده را با اطمینان ریخته گری کرد. امکان ورود هوا حین تزریق مذاب به قالب نیز در این روش، به حداقل می رسد. قطعات ریختگی سالم بوده و عیوب حاصله از انقباض ضمن انجماد از بین می رود و با حداقل مقدار مذاب می توان قطعه سالم تهیه نمود شکل (۶).



شکل (۶) ریخته گری تحت فشار بالا

هوای موجود در داخل قالب های تحت فشار بالا، به وسیله کانالهای هوا به بیرون هدایت می گردد. فلز مذاب موجود در داخل قالب تا انجماد کامل، تحت فشار نگه داشته می شود. سپس فشار داخل سیلندر برداشته شده و امکان بازگشت مذاب

$$۱- \frac{MN}{m^2} = \frac{10^6 N}{m^2} = 145psi, 1N/m^2 = 1Pa$$

اضافی در سیلندر تزریق فراهم می‌گردد. در نهایت قالب باز و قطعه از آن خارج می‌گردد و این سیکل تکرار می‌شود.

هرگاه جسمی با سرعت معینی حول یک مرکز یا محور، دوران کند نیروئی در جسم متحرک به سمت خارج از مرکز ایجاد می‌گردد که به آن نیروی گریزاز مرکز گفته می‌شود شکل (۷).



شکل (۷) ریخته‌گری گریز از مرکز

در ریخته‌گری گریز از مرکز حقیقی محور ریخته‌گری بر محور دوران قطعه، منطبق بوده و سطح داخلی بدون حضور ماهیچه و به واسطه نیروی گریز از مرکز شکل می‌گیرد. در این روش محور دوران قالب اگر در یکی از سه حالت افقی، عمودی و مایل باشد، ابعاد و شکل قطعه تعیین کننده حالت صحیح بارریزی این قالب‌ها خواهد بود. اگر طول قطعه استوانه‌ای شکل L و قطر آن D فرض می‌شود، نسبت $L/D > 4$ روش افقی، $L/D = 1-4$ روش مایل و $L/D < 4$ روش عمودی به کار گرفته می‌شود.

جنس فولادهای قالب گریز از مرکز:

فولادهای قالب لوله‌ریزی، از نوع فولادهای گرم کار^۱ بوده که جهت تهیه لوله‌های چدنی در صنعت مورد توجه می‌باشند. در حین کار سطح داخلی آنها تحت درجه حرارت‌های بالا و بارهای مکانیکی نسبتاً پایین قرار دارد. قالب فولادی در حین کار تحت تاثیر عواملی قرار می‌گیرند که بر طول عمر آنها تاثیر دارد این عوامل عبارتند از:

۱ سیکل تغییرات دما با دامنه ۲۳۰ تا ۷۰۰ درجه سانتیگراد در سطوح داخلی قالب

۲ نیروی گریز از مرکز بالا در اثر چرخش قالب با سرعت حدود 1200 RPM ^۲ حاصل می‌شود.

۳ خوردگی حاصل از گازها و هوا که از انجام واکنش‌ها حاصل می‌شود.

۴ ترک‌های خراشی که در هنگام بیرون کشیدن لوله‌ها از قالب در جهت محور قالب فلزی ایجاد می‌شود.

نکات ایمنی و حفاظتی

۱ موقع تمیزکاری از دستکش، عینک محافظ و ماسک تنفسی استفاده شود.

۲ استفاده از دستکش‌های نسوز برای قالب‌های داغ و دستکش‌های پلاستیکی مقاوم در مقابل محلول‌های شستشوی قالب‌ها تاکید شود.

۳ از سالم بودن حفاظ ماشین^۳ مطمئن شوید.

۱- فولادهای گرم کار معمولاً حاوی عنصر آلیاژی کروم می‌باشند، در صورتی که غلظت کروم در فولاد به ۳۰ درصد افزایش یابد، آنگاه چنین فولادهایی می‌توانند در دمای ۱۱۵۰ درجه سانتی‌گراد کار کنند، بدون این که شکل و خواص مکانیکی‌شان تغییر کند.

۱- Revolutions Per Minute (RPM) دور در دقیقه

۲- سینی‌های فلزی پوشش‌دهنده قسمت قالب ماشین که چنانچه مذاب حین تزریق نشت کند، جلوگیری کننده پاشش مذاب به اطراف هستند.

- ۴ بعد از خارج شدن قطعات از قالب توسط پیران‌های ماشین بلافاصله به قطعات دست نزنید، صبر کنید قطعات سرد شوند.
- ۵ برای بازدید و لمس کردن قالب‌های فلزی بسته شده به ماشین از دستکش‌های نسوز استفاده کنید.
- ۶ برای جابه‌جایی و پایین آوردن قالب‌های فلزی سنگین از ماشین، یا از چند نفر کمک گرفته و یا از جرثقیل استفاده شود.
- ۷ هیچ وقت لحظه تزریق مذاب در ریخته‌گری قالب‌های فلزی تحت فشار بالا، نزدیک قالب ماشین قرار نگیرید.
- ۸ از تمیز و عاری بودن از پلیسه فلزی و غیرفلزی سطوح قالب‌ها موقع تمیزکاری اطمینان حاصل کنید، که در غیر این صورت با ایجاد فاصله بین اجزاء قالب، باعث ریخته شدن مذاب از قالب ریژه به بیرون و در قالب‌های فلزی تحت فشار باعث پاشیده شدن مذاب به محیط اطراف می‌گردد.

مواد، ابزار و تجهیزات لازم:

کاردک، سنباده‌های نرم و زبر، پدهای سایشی، برس سیمی و هوای فشرده، وان یا حوضچه‌های شستشوی، جهت تمیز کردن قالب‌های فلزی شکل (۸)، انواعی از قالب‌های فلزی ریژه، دایکست و گریز از مرکز



شکل (۸) وسایل و مواد تمیزکاری

فعالیت ۱:

فعالیت

۱ هنرجویان را به گروه‌های چند نفره تقسیم کرده و قالب‌های فلزی موجود در کارگاه را در محل‌های مناسب با چیدمانی خوب و قابل دید و بررسی برای همه هنرجویان، قرار دهید.

۲ از هنرجویان گروه‌ها به طور مجزا خواسته شود نام هر قالب فلزی را بازگو نمایند.

۳ از هنرجویان بخواهید تفاوت انواع قالب‌های ریژه و تحت فشار را توضیح دهند.

۴ مکانیزم مذاب‌ریزی در قالب‌های ریژه و گریز از مرکز را بین هنرجویان به بحث بگذارید.

۵ هنرآموز در هنگام بحث هنرجویان، نکات مربوط به شایستگی‌های فنی و غیر فنی را به هنرجو یاد آور شود.

دانش افزایی

دانش افزایی

اکثر پوشش‌هایی که جهت جلوگیری از انقباض و انقباض حرارتی و چسبیدن قطعه به جداره داخلی قالب‌های فلزی می‌دهند، پایدار بوده و باقی می‌مانند، عوامل شیمیایی و گرد و غبار، اثراتی مانند فیلم رنگی و زنگار، در قطعه به جا می‌گذارند. گازهای هیدروژن کلرید^۱ تولید شده می‌تواند سبب خوردگی قالب‌ها شوند. بعضی از رزین‌های^۲ مورد استفاده در ماهیچه‌ها و پوشان‌ها که دارای آنتی‌اکسیدان هستند، با گذر زمان به قالب‌های فولادی آسیب می‌رسانند. باید قالب‌ها را بعد از طی دوره‌های کاری که از قبل مشخص شده است تمیز کرد. باید هر بار که قالب را تمیز می‌کنیم، اکسید و رنگ‌های ایجاد شده را هر چند از سطوح و ابزارهایی که اهمیت زیادی ندارند پاک کرد. می‌بایست قسمت‌هایی از قالب فلزی که به آهستگی دچار خوردگی شده و حفره‌هایی در آن‌ها ایجاد شده است قبل از آنکه به اندازه کافی دیر شود، تعویض و تعمیر شوند شکل (۹).

۱- از مشتقات HCl

۲- گروه عمده‌ای از مواد که یا از صمغ درختان به دست آمده و یا به طور مصنوعی تهیه می‌شوند. در بیشتر حلال‌های آلی محلول هستند، و در جلادهنده‌ها، چسب‌ها و ترکیبات مختلف به کار برده می‌شوند.



شکل (۹) تمیزکاری قالب‌های فلزی

همچنین تعدادی از قالب‌ها، مسیرهایی برای خود تمیزکاری و برون دهی اضافات دارند، یعنی مکانیزمی که سطح بسیار صافی را در قطعات تولیدی از منظر (دید) سازندگان قالب‌ها ایجاد خواهد کرد. بنابر این اگر خروجی ضایعات، تمیزتر نگه داشته شود، راندمان تمیزکاری قالب افزایش می‌یابد.

در تمیزکاری قالب‌ها از تکنیک‌های انفجاری با فشار بالا هم استفاده می‌شود، اگر این روش زیاد مورد استفاده قرار گیرد، یا در شرایط محیطی نامناسب نگهداری شود، سبب ایجاد خراش در سطوح قالب خواهد شد. استفاده از روش‌های سایشی به مرور خراش‌ها و خرابی‌هایی در سطح قطعه ایجاد می‌کند، که باعث می‌شود تا ذرات اکسیدی و انواع آخال‌ها وارد خراش‌ها شوند. روش‌های تمیزکاری خراشی و یا سایشی را می‌توان مهم‌ترین عاملی دانست که باعث سایش زیاد و خرابی قبل از موعد ابزار و قالب می‌شود.

نکته

موقع تمیزکاری ماهیچه‌های فلزی و تکیه‌گاه‌های قالب، به دقت و حساسیت در اندازه تولرانس آنها توجه ویژه‌ای شود، مخصوصاً در قالب‌های فلزی تحت فشار بالا که باعث لقی بیش از اندازه و یا تغییر شکل ریشه ماهیچه و تکیه‌گاه‌ها نشود.

فعالیت کارگاهی ۲:

۱ اثرات کار و ریخته‌گری فلز مذاب بر روی قالب‌های مختلف فلزی موجود در کارگاه را، به همراه هنرجویان مشاهده و بررسی کنید.

۲ برای هنرجویان، مذاب چسبیده به قالب فلزی، زنگار، اکسید، گرد و غبار، قالبی که پوشش داخلی آن از بین رفته و بایستی تمیز شده و از نو پوشان‌کاری شود را در قالب‌های مختلف نشان دهید.

۳ از هنرجویان، خواسته شود قالب‌هایی که نیاز به تعمیر و تمیزکاری دارند را مشخص نمایند.

۴ هنرآموز قالب‌های تشخیص داده شده توسط هنرجویان، برای تمیزکاری و تعمیرات را بررسی کرده از هنرجویان خواسته شود قسمت‌های مورد نیاز به تعمیر و تمیزکاری را با ذکر دلایل در روی قالب‌های فلزی نشان دهند.

۵ در هر قالب، برای هر یک از قسمت‌هایی که نیاز به تعمیر و تمیزکاری دارد، مواد، وسایل و ابزار لازم را معرفی و نحوه کار با مواد و وسایل تمیزکاری به هنرجویان آموزش داده شود.

۶ هنگام زدودن اکسید و زنگارهای قالب فلزی وقتی از سنباده استفاده می‌شود، یادآوری گردد که ابتدا از سنباده‌های زیر و در پایان از سنباده‌های نرم استفاده شود.

۷ تذکر داده شود هنگام تمیزکاری آسیبی به سطوح قالب وارد نشود. مثلاً با سایش زیاد توسط سنباده ابعاد قالب تغییر ننماید یا وقتی از برس استفاده می‌شود خطوط عمیق برجداره قالب نیافتد و در استفاده از محلول برای تمیزکاری باعث خوردگی سطوح قالب نگردد.

۸ استفاده از هر وسیله و مواد تمیزکاری متناسب با مورد تشخیص داده شده باشد. مثلاً در ابتدا با کاردک، اکسید و زنگارهای تاول زده شده یا پف کرده سطوح مستوی و صاف، تا حدی تمیز شود و بعد، از سنباده‌های مختلف و روش ماسه پاشی یا محلول‌های مختلف برای تکمیل فرآیند تمیزکاری استفاده شود.

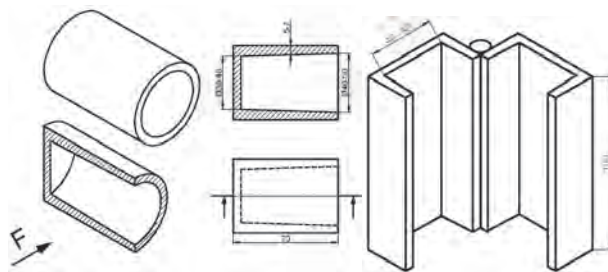
۹ برای تمیزکاری فلز چسبیده شده به جداره قالب ابتدا با استفاده از کاردک سعی در جدا کردن نمائید. اگر فلز در حد جوش خوردگی به جداره چسبیده باشد از دستگاه هائی نظیر انواع سنگ فرزهای ساب دیسکی یا انگشتی و... برای تمیزکاری استفاده شود.

۱۰ در صورت گسترده و عمیق بودن موضع جوش خوردگی توصیه می شود قالب‌ها توسط ماشین‌های دقیق قالب سازی تمیزکاری و ترمیم شوند.

۱۱ در پایان هنرجویان را گروه‌بندی کرده و از آنها بخواهید مراحل فعالیت‌های کتاب درسی را مرحله به مرحله انجام دهند و یا تحت نظارت هنرآموز و استادکار در گروه‌های چند نفره اقدام به زدودن رسوبات، زنگار، اکسیدهای تشکیل شده، گرد و غبار، ذرات مذاب چسبیده به جداره داخلی قالب را نمایند.

نکته

توجه: در صورت نداشتن هیچ قالب فلزی در کارگاه، حتی الامکان با تهیه استوانه‌هایی فولادی (با قطر داخلی ۴۰ تا ۵۰ میلی‌متر و ارتفاع ۷۰ میلی‌متر و با ضخامت دیواره ۵ تا ۷ میلی‌متر) و با ایجاد شیب در یک طرف قطر داخلی و در جهت طولی تا قطر کوچکتر آن اقدام به ساخت یک نمونه ساده قالب فلزی نمایید شکل (۱۰). با دو عدد ناودانی به طول حداقل ۱۰۰ میلی‌متر و سطح مقطع مربع (حداقل ۴۰×۴۰) یا مستطیلی (حداقل ۳۰×۵۰) و اتصال لولا جهت باز و بسته شدن اقدام به ساخت یک قالب فلزی نمائید.



شکل (۱۰)

نکته ۱: پیشنهاد ساخت قالب‌های ذکر شده صرفاً آموزشی بوده و رعایت کلیه نکات ایمنی در مذابریزی قالب‌های فوق با حساسیتی بیشتر الزامیست.

نکته

نکته ۲: قالب‌های استاندارد، از جنس چدن یا فولادهای مخصوص و.... ساخته می‌شوند و طراحی صحیح ابعادی برای ذخیره و انتقال حرارت، سیستم راهگاهی و کانال‌های خروج هوا از قالب و لازمه یک قالب فلزی استاندارد می‌باشد.

نکته

پیشنهاد:

به‌منظور متمرکز نمودن ذهن و استعداد هنرجویان در حین آموزش به فرآیند یادگیری، به هنرجویان توضیح داده شود که از مراحل آموزش خود طی هشت ساعت کارگاهی خلاصه نویسی کنند. و برای جلسه بعد، گزارش کاری به فرمی که به پیوست در پایان کتاب آورده شده نوشته و تحویل استادکار و هنرآموز نمایند. استادکار و هنرآموز گزارش کار هنرجو را مطالعه، صحت مطالب گزارش برای هنرجویان تایید یا رد گردد و نمره‌ای برای هر یک از آنان در کاربرگ ارزشیابی ثبت شود.

پیشنهاد

گزارش کار نویسی، در پایان هر کار کارگاهی هنرجویان تا پایان سال تحصیلی، از آنان خواسته شده و هنرجویان مکلف به نوشتن گزارش کار شوند.

نکته

کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه ششم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو کل نمره: ۵/۰ نمره		
مولفه‌های خودارزیابی	بلی	خیر
نحوه کثیف شدن قالب را به درستی تشخیص داده از وسیله و تجهیزات تمیزکننده مرتبط با آن استفاده کرده‌ام.		
کلیه سطوح را تمیز و عاری از هرگونه آلودگی مانند روغن و پلیسه‌های فلزی و... کرده‌ام		
در حفاظت از ابزار جدیت دارم.		
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهم.		
بارم کل		

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مولفه‌های ارزشیابی
	۰/۵	نحوه کثیف شدن قالب را به درستی تشخیص داده از وسیله و تجهیزات تمیز کننده مرتبط با آن استفاده کرده است.
	۰/۲۵	عملکرد تمیزکاری قالب‌های فلزی را می‌داند.
	۰/۵	وسایل و تجهیزات تمیزکاری را می‌شناسد.
	۰/۵	کلیه سطوح قالب، تمیز و عاری از هرگونه آلودگی مانند روغن و پلیسه‌های فلزی، زنگار و... است.
	۰/۲۵	پس از تمیزکاری هیچ قالبی آسیب ندیده است.
	۰/۲۵	در حفاظت از ابزار جدیت دارد.
	۰/۵	نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهد.
	۰/۲۵	نکات زیست محیطی را رعایت می‌کند.
	۰/۲۵	اخلاق حرفه‌ای را رعایت می‌کند.
	۰/۲۵	میزان مؤثر بودن در کار گروهی
	۰/۵	نمره خود ارزیابی هنرجو
	۱	نمره گزارش کار هنرجو
	۵	جمع

دمای پیش گرم و نحوه پیش گرم کردن قالب‌های فلزی

واحد یادگیری: پیش گرم کردن

قالب‌های فلزی قبل از مذاب‌ریزی، تا میانگین دمای مذابی که ریخته‌گری می‌شود گرم می‌گردند جدول (۱). قالب‌های فلزی تحت فشار و گریز از مرکز در روی ماشین مربوط به هر کدام، قبل از شروع به کار تا دمای لازم گرم می‌شوند. تحت هیچ شرایطی نبایستی با یک قالب سرد ریخته‌گری را آغاز نمود، در غیر این صورت انبساط و انقباض حرارتی بالایی در سطوح قالب پدید می‌آیند، که معمولاً از بین نمی‌روند و باعث تشکیل ترک‌های زود رس ناشی از شوک حرارتی می‌گردند.

با آوردن دلیل برای هنرجویان توضیح دهید قالب فلزی لازم است قبل از استفاده (مذاب ریزی) پیش گرم شود. می‌توانید مثال شکستن لیوان یا استکان شیشه‌ای سرد را در اثر ریختن آب جوش به داخل هر کدام یادآوری و برای هنرجویان در کارگاه آزمایش کنید، تا دلیل پیش گرم کردن قالب‌های فلزی را بهتر درک کنند. البته توضیح دهید عکس العمل مواد مختلف در برابر سرما و گرما یکسان نبوده و رفتارهای گوناگونی از خود نشان می‌دهند. مثال بزنید و آزمایش کنید که شیشه‌های عملیات حرارتی نشده سرد، در اثر گرمای ناگهانی آب جوش دوام نیاورده و می‌شکنند، ولی یک فلز منبسط شده و تاب بر می‌دارد. برای فلزات می‌توانید با حرارت دادن یک ورق فولادی یا یک مفتول فلزی با قطر ۲ تا ۳ میلی‌متری رفتار و عکس العمل آنها را برای هنرجویان نشان دهید.

جنس مذاب ریختگی	دمای قالب (°C)
آلیاژهای قلع	۷۰-۱۲۰
آلیاژهای سرب	۸۰-۱۶۰
آلیاژهای روی	۱۸۰-۲۲۰
آلیاژهای منیزیم	۲۶۰-۲۹۰
آلیاژهای آلومینیم	۲۵۰-۳۱۰
آلیاژهای مس	۲۸۰-۳۵۰

جدول (۱) اندازه میانگین دمای قالب‌های فلزی، برای ریخته گری

مراحل پیش گرم کردن قالب‌های فلزی:

- ۱ پیش گرم کردن قالب فلزی با فیلم یا اسلاید توضیح داده شود.
- ۲ تهیه و آماده سازی قالب مورد نظر برای پیش گرم کردن که قبلاً تمیزکاری شده است
- ۳ انتخاب روش و وسایل پیش گرم کننده (مشعل، گرم کننده‌های مادون قرمز و یا گرم کننده‌های سرامیکی، گازی و یا گرم کننده‌های المنتی) و دماسنج یا ترمومتر.
- ۴ استقرار اجزاء قالب‌های ریژه در محل مناسب جهت پیش گرم کردن
- ۵ روشن و آماده سازی وسایل پیش گرم کننده (مشعل، گرم کننده‌های مادون قرمز و یا گرم کننده‌های سرامیکی، گازی و یا گرم کننده‌های المنتی) و تهیه دماسنج یا ترمومتر.
- ۶ حرکت شعله مشعل بر روی قالب، تنظیم و قرار دادن گرم کننده‌های مادون قرمز و یا گرم کننده‌های سرامیکی، گازی و یا گرم کننده‌های المنتی در فواصل مناسب از سطوح قالب جهت پیش گرم شدن
- ۷ اندازه گیری چند مرحله‌ای دمای قالب جهت رسیدن به میانگین دمای مورد نظر.

- ۸ در استفاده از کوره، قرار دادن نیمه‌های قالب داخل کوره‌های پیش گرم کننده و بستن درب کوره.
- ۹ روشن کردن کوره پیش گرم کننده.
- ۱۰ تنظیم دمای پیش گرم کوره بر روی نمایشگر قابل تنظیم آن.

مواد و تجهیزات لازم:

متناسب با امکانات موجود در کارگاه، یکی از وسایل (مشعل، گرم کننده‌های مادون قرمز و یا گرم کننده‌های سرامیکی، گازی و یا گرم کننده‌های المنتی یا کوره‌های برقی و گازی مخصوص پیش گرم کردن قالب) و دماسنج یا ترمومتر.

نکات ایمنی و حفاظتی:

نکات ایمنی حفاظتی

مواردی که منجر به ایجاد خطر هنگام پیش گرم کردن قالب‌های فلزی می‌شود، شرح داده شود. در صورت لزوم از فیلم یا انیمیشن و عکس و اسلاید، استفاده شود. اگر از مشعل و المنت جهت پیش گرم کردن قالب‌ها استفاده می‌شود، تنظیم نوع و مقدار شعله مشعل آموزش داده شود. نکات ایمنی در جلوگیری از سوختگی و برق گرفتگی در هنگام استفاده از المنت‌های پیش گرم کننده قالب‌ها، یادآوری شود.

نکته

نکته ۱: در حین پیش گرم کردن قالب، تحت هیچ شرایطی المنت‌های برقی لمس نشود.

نکته

نکته ۲: تحت هیچ شرایطی با دستان آغشته به مواد نفتی، برای پیش گرم کردن قالب از مشعل استفاده نشود.

نکات زیست محیطی:

با استفاده از کلیپ و انیمیشن‌های آموزشی، اثرات سوخت‌های فسیلی مشعل‌ها و کوره‌های پیش‌گرم‌کننده قالب‌های فلزی در آلودگی محیط زیست، و... توضیح داده شود.

نکات
زیست محیطی

پس از تمیزکاری مواد پوشان از سطوح قالب فلزی، آنها را در بسته‌های مخصوص ریخته تا به طور اصولی معدوم و در جاهایی مخصوص مدفون شوند. هیچ وقت آنها را در محیط کار و طبیعت رها و پخش نکنید.

دانش افزایی:

مشعل‌های گازی به خاطر این که اجزاء برجسته قالب، ماهیچه‌های نازک و پین‌های پران را شدیدتر از نواحی ضخیم تر قالب گرم می کنند، مناسب نمی باشند در این گونه موارد خطر گرم شدن بیش از اندازه موضعی در فولاد عملیات حرارتی شده قالب وجود دارد، که تأثیری مانند عملیات بازگشت پس از آن به جا می گذارد و می‌تواند باعث کاهش استحکام قالب فلزی و اجزای آن گردد مگر اینکه ابعاد قالب خیلی بزرگ بوده که در این حالت پیش گرم به وسیله مشعل‌های مجهز و کنترل شده دقیقی، مانند شکل (۱۱) انجام می‌شود.

دانش‌افزایی



شکل (۱۱) پیش گرم کردن قالب‌های فلزی به وسیله مشعل‌های مجهز و کنترل شده دقیق

از گرم کننده‌های مادون قرمز^۱ و سرامیکی گازی که توزیع حرارتی نسبتاً یکنواختی به وجود می‌آورند هم برای پیش گرم کردن قالب‌های فلزی استفاده می‌شود. این نوع دستگاه‌ها به شکل قاب و یا جعبه ساخته شده و بین دو نیمه باز شده قالب قرار داده می‌شوند. اما در اینجا هم بایستی توجه داشت که هیچ جایی بیش از اندازه گرم نشود و یا در نواحی مشخص از قالب سد حرارتی ایجاد نگردد. پیش گرم کردن قالب‌های فلزی در داخل کوره بسیار رضایت بخش تر است، چون شیب‌های حرارتی ایجاد شده در نقاط مختلف قالب در حد کمتری خواهند بود.

گفتگو و مشارکت دادن هنرجویان در فرآیند آموزش:

کار گروهی

هنگام تدریس به هنرجویان فرصت مناسب داده شود تا سوالات خود را مطرح نمایند، به پاسخ‌های مطرح شده از جانب هنرجویان نظارت نمائید. پاسخ صحیح پرسش‌ها را تایید کرده، به هنرجویان فرصت طرح سوال جدید داده شود که چرا قالب‌های فلزی پیش گرم می‌شوند؟ چه نوع پیش گرم کننده‌های قالب فلزی وجود دارند؟ با توجه به طرح و نوع قالب از چه نوع پیش گرم کننده قالب، می‌توان استفاده کرد؟

فعالیت عملی:

فعالیت

۱ با توجه به امکانات کارگاه، قالبی فلزی از نوع ریخته‌گری ثقلی یا تحت فشار یا گریز از مرکز را انتخاب کرده، مزایای پیش گرم کردن صحیح قالب را بر عمر قالب و سلامت قطعه ریختگی، در کارگاه برای هنرجویان توضیح داده، موارد توضیحی را بر روی قالب نشان دهید.

۱- مادون قرمز نوعی تابش الکترو مغناطیسی است که در اثر ارتعاش و چرخش اتم‌ها و مولکول‌های ماده در دماهای بیشتر از صفر مطلق تولید می‌شود. پرتوی مادون قرمز، انرژی گسیل شده در طول موج‌های ۰/۷۵ تا ۱۰۰ میکرو متر می‌باشد که به عنوان تابش زیر قرمز شناخته می‌شود.

۲ توضیح داده شود که دمای پیش گرم قالب‌ها متناسب با میانگین دمای مذاب ریختگی به درون قالب فلزی انتخاب می‌شود.

۳ برای اندازه‌گیری دمای پیش گرم قالب در صورتیکه از گرم‌کننده‌های مادون قرمز، گرم‌کننده‌های سرامیکی گازی و یا از مشعل‌های گازی جهت پیش گرم کردن قالب‌ها استفاده می‌شود، ترمومتر یا دماسنج‌های اندازه‌گیری دمای پیش گرم قالب را معرفی و نحوه استفاده از هر وسیله را به هنرجویان آموزش دهید.

۴ تذکر داده شود موقع پیش گرم کردن با مشعل تمرکز حرارتی بر یک موضع خاص (قسمت‌های نازک و پین‌ها) صورت نگیرد که باعث تغییر استحکام قالب خواهد شد.

۵ بازه زمانی پیش گرم کردن و مذاب‌ریزی یا دمای پیش گرم به نحوی انتخاب شود که دما موقع مذاب‌ریزی خیلی کاهش نیابد.

۶ یادآوری شود که طی بازه زمانی پیش گرم کردن وقتی از گرم‌کننده‌های مادون قرمز، گرم‌کننده‌های سرامیکی گازی و یا از مشعل‌های گازی استفاده می‌شود، هر از چندگاهی دمای قالب پیش گرم شده اندازه‌گیری شود که این مورد مهم وقتی از کوره‌های مجهز پیش گرم‌کننده استفاده می‌شود، از طریق نمایشگر کوره دیده می‌شود به طوری که در بعضی از کوره‌ها با تنظیم دمای نمایشگر، با رسیدن به دمای مورد نظر، کوره خاموش و با صدای هشدار از وضعیت کار مطلع می‌شوید.

۷ در صورت امکان شوک حرارتی و اثرات آن بر روی قالب و قطعه ریختگی را در صورت پیش گرم نکردن قالب، به صورت عملی برای هنرجویان توضیح داده شود و در غیر این صورت از اسلاید یا فیلم‌های از قبل تهیه شده برای این منظور استفاده گردد.

۸ برای نشان دادن شوک حرارتی بر روی فلزات، دو ورق فولادی با ابعاد یکسان تهیه کرده، بر روی ورق اول، گرم کردن آهسته و عکس‌العمل فلز برای هنرجویان نشان داده شود. ورق دومی با مشعل و با شعله زیاد و به یکباره حرارت داده شود. به

هنرجویان نشان داده شود که چگونه در ورق دومی اعوجاج ایجاد شده و تاب بر می‌دارد.

۹ به صورت عملی پیش گرم کردن قالب را به وسیله تجهیزات (گرم کننده‌های مادون قرمز و یا گرم کننده‌های سرامیکی، گازی و یا گرم کننده‌های المنتی) موجود در کارگاه، برای هنرجویان انجام داده و در پایان هنرجویان را گروه‌بندی کرده و از آنها بخواهید مراحل فعالیت‌های کتاب درسی را مرحله به مرحله انجام دهند به تایید هنرآموز و استادکار برسانند.

نکته

نوشتن گزارش کار توسط هنرجو: مطابق فرم پیوست در پایان کتاب

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه هفتم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو کل نمره: ۵/۰ نمره		
مؤلفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر
میانگین دمای پیش گرم کردن قالب‌های فلزی را می‌دانم.		
وسایل و تجهیزات پیش گرم کردن را می‌شناسم و نحوه پیش گرم کردن قالب‌های فلزی را می‌دانم.		
در حفاظت از ابزار جدیت دارم.		
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهم.		
بارم کل		

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مولفه‌های ارزشیابی
	۰/۲۵	میانگین دمای پیش گرم کردن قالب‌های فلزی را می‌داند.
	۰/۵	عملکرد پیش گرم کردن قالب‌های فلزی را می‌داند.
	۰/۵	وسایل و تجهیزات پیش گرم کردن را می‌شناسد.
	۰/۵	بطور صحیح قالب را پیش گرم کرده، به میانگین دمای مورد نظر رسانده است.
	۰/۵	برای هر قالب از تجهیزات پیش گرم کننده متناسب با آن استفاده نموده است.
	۰/۲۵	در حفاظت از ابزار جدیت دارد.
	۰/۲۵	نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهد.
	۰/۲۵	نکات زیست محیطی را رعایت می‌کند.
	۰/۲۵	اخلاق حرفه‌ای را رعایت می‌کند.
	۰/۲۵	میزان مؤثر بودن در کار گروهی
	۰/۵	میزان واقعی بودن نمره خود ارزیابی هنرجو
	۱	نمره گزارش کار هنرجو
	۵	جمع

واحد یادگیری: پوشان کاری

لایه پوشش از خوردگی و جوش خوردن فلز مذاب به قالب جلوگیری می کند و عمر آن را افزایش می دهد. برای درک بهتر از اثر پوشش، ذهن هنرجویان به ظرفی که جداره داخلی شان با لایه ای از تفلون پوشش داده شده است و ظروف بدون پوشش که غذا به سطح داخلی شان می چسبد سوق داده شود شکل (۱۲). یا چرب کردن سطح داخلی قالب های شیرینی پزی با روغن و گذاشتن کاغذهای روغنی در داخل شان جهت جلوگیری از چسبیدن مواد به سطح، می تواند مثالی دیگر از پوشش دادن باشد که توضیحات بعدی و کامل پوشان کاری، برای قالب های فلزی را قابل فهم نماید.



شکل (۱۲) جداره داخلی ظرف که با لایه ای از تفلون پوشان کاری شده است

مشخصات لازم پوشش‌ها: به منظور طولانی کردن عمر قالب، پوشش نباید خورنده باشد. پوشش باید به خوبی به قالب بچسبد. پوشش قالب باید نسبت به ایجاد ترکیب شیمیایی با مذاب خنثی بوده، غیرفعال باشد و تولید گاز ننماید شکل (۱۳).



شکل (۱۳) پوشان کاری قالب با استفاده از اسپری

قبل از استفاده از پوشش قالب، سطوح قالب باید تمیز بوده و عاری از هر گونه چربی و روغن باشد. لازم است قسمت‌هایی که باید پوشش داده می‌شوند، با روش ماسه پاشی به کمک هوای فشرده (sandblast) تمیز شده باشند.

نکات مهم مورد استفاده از پوشان‌ها: الف- زمانی قطعه دارای مطلوب‌ترین سطح ریختگی است که سطح پوشش به کار رفته نیمه خشن باشد. ب- استفاده از پوشش‌های با سطح بسیار صیقلی و صاف، اجتناب گردد.

مراحل پوشان کاری قالب‌های فلزی:

مراحل پوشش دهی جداره داخلی قالب‌های فلزی با فیلم یا اسلاید توضیح داده شود و پس از آن، مراحل پوشان کاری قالب‌های فلزی، توسط هنرآموز یا استادکار و در آخر توسط هنرجویان به صورت عملی انجام شود.

مواد و تجهیزات لازم:

قالب فلزی پیش گرم شده ۲- میکسر ۳- پیستوله (افشانک) ۴- قلم مو (فرچه) ۵- مواد پوشان کاری از نوع روان کننده یا عایق که می‌توانند مطابق جدول (۲) انتخاب و آماده‌سازی شوند.

درصد ترکیب وزنی در آب						شماره پوشش
روان کارها		عایق ها				
گرافیت	پودر تالک	پودر سیلیس	اکسید فلزی	گل آتش خوار	سیلیکات سدیم	
۱				۴	۲	۱
				۴	۸	۲
			۱۷		۱۱	۳
	۲۰				۲۳	۴
	۱۰	۵			۳۰	۵
		۴۱			۱۸	۶
			۶۰		۸	۷
	۶۳				۷	۸

جدول (۲) ترکیب مواد پوششی مورد استفاده در قالب‌های فلزی

نکات ایمنی و حفاظتی:

نکات ایمنی حفاظتی

مواردی که منجر به ایجاد آسیب، هنگام پوشان کاری قالب‌های فلزی می‌شود، شرح داده شود. در صورت لزوم از فیلم و یا انیمیشن استفاده شود. در صورتی که از پیستوله یا قلم‌مو جهت پوشان کاری قالب‌ها استفاده می‌شود، استفاده از ماسک تنفسی و عینک و روشن کردن تهویه کارگاه، هنگام پوشان کاری قالب‌ها یادآوری گردد.

نکات زیست محیطی:

با استفاده از فیلم و انیمیشن‌های آموزشی، عکس و اسلاید، اثرات ذرات معلق و پخش شونده مواد پوشان‌کاری، در آلودگی کارگاه و محیط زیست و... توضیح داده شود.

نکات
زیست‌محیطی

گفتگو و مشارکت دادن هنرجویان در فرآیند آموزش:

هنگام آموزش عملی در کارگاه، به هنرجویان فرصت داده شود تا سوالات خود را مطرح نمایند، به پاسخ‌های داده شده از جانب هنرجویان نظارت نمایید. پاسخ صحیح پرسش‌ها را تایید کرده، به هنرجویان فرصت طرح سوال جدید داده شود که چرا قالب‌های فلزی پوشان‌کاری می‌شوند؟ چه نوع مواد پوشش دهی قالب‌های فلزی وجود دارد؟ با توجه به نوع قالب و آلیاژ از چه نوع مواد پوشش دهنده ای، می‌توان استفاده کرد؟ و در پایان، از پاسخ‌های داده شده ارزشیابی به عمل آید.

کار گروهی

دانش افزایی:

استفاده از روغن برای پوشش دهی قالب آلیاژهای منیزیم:

سطوح داخلی قالب‌هایی که برای آلیاژهای منیزیم استفاده می‌شود، مقداری روغن کاری شده و برای روغن کاری این نوع قالب‌ها، ذرات ریز روغن توسط پیستوله بر روی نقاط مورد نیاز قالب پاشیده می‌شود.

استفاده از روغن برای پوشش دهی قالب آلیاژهای مس:

قالب‌های فلزی که برای آلیاژهای مس مورد استفاده قرار می‌گیرند، روغن کاری حفره‌های این گونه قالب‌ها کم انجام شده، یا اصلاً انجام نشود. زیرا به علت تمرکز حرارتی در حفره‌ها، روغن در مجاورت گرمای زیاد می‌سوزد. اغلب از ترکیبات روغن و گرافیت برای روغن کاری بوش تزریقی و سطوحی از حفره که احتمال چسبیدن قطعه به آن وجود دارد استفاده می‌شود. روغن کاری را می‌توان به وسیله قلم مو یا از طریق اسپری کردن انجام داد.

دانش افزایی

پوشش‌های قالب به دو نوع کلی تقسیم می‌شوند:

۱ پوشان عایق: حرارت قطعه را به صورت پیوسته و با سرعت کمتر به قالب منتقل می‌کند.

نکته

یک پوشش عایق خوب از یک واحد وزنی سیلیکات سدیم، و دو واحد وزنی کائولین و مقدار کافی آب تهیه می‌شود. مقدار آب باید به حدی باشد که بتوان محلول را به صورت پودر (اسپری) استفاده کرد.

۲ پوشان روان کننده: معمولاً حاوی میکا^۱، تالک^۲ و گرافیت در یک حامل ریز یواسطه می‌باشد.

دانش افزایی:

دانش افزایی

ترکیبات و مشخصات کلی مواد پوششی:

- ۱ - دیرگداز: مواد با دیرگدازی بالا و تا حد امکان خنثی از نظر شیمیایی مثل: کرمیت، زیرکنیم، گرافیت، منگنزیت
- ۲ - عامل ناقل یا حلال: آب، الکل، نفتالین و حلال‌های کلریدی
- ۳ - عامل تعلیق (سوسپانسیون): برای جلوگیری از ته نشین شدن ذرات محلول

۱ - طلق هندی هم نامیده می‌شود. عمومی‌ترین نوع میکا، سیلیکات پتاس $H_2KAl_3(SiO_4)_3$ می‌باشد. مقاوم در مقابل گرما بوده نرم و دارای رنگ زرد مایل به قهوه ای است.

۲ - کانی نرم خرد شونده ای از ذرات نرم کلونیدی با نام علمی سیلیکات هیدراته منیزیم ، وزن مخصوص ۲/۸ و سختی ۱ مو است. اگر خالص باشد سفید رنگ است. برای عایق های الکتریکی و گرمایی به کار برده می‌شود. مقاومت گرمایی آن ۹۲۷ درجه سانتی گراد است. به عنوان لعاب دهنده و پخش رنگ دانه، در رنگ ها استفاده می‌شود. به عنوان جذب کننده رطوبت در مواد شیمیایی هم استفاده می‌شود.

۴- عامل چسب: معمولاً چسب‌های آلی (صمغ)
اصلاح کننده شیمیایی: باعث افزایش قابلیت تر کنندگی

انتخاب روغن برای پوشش دهی قالب آلیاژهای آلومینیم:

۱- ترکیبات شیمیایی رنگین ۲- گریس گرافیتی ۳- گرافیت کلوئیدی^۱ در روغن
۴- ترکیبات حل شده در آب

۱- ترکیبات شیمیایی رنگین: مخلوط رنگ دانه و روغن هستند. روغن، رسوبات کربن‌دار بر روی سطح قالب ایجاد می‌کند و در نتیجه، عمل پران قطعه آسان می‌شود. وقتی سطح حفره قالب ساییده شده یا دچار ترک انقباضی سطحی شده باشد و یا اینکه شیب مناسب در آن رعایت نشده باشد، با استفاده از این نوع روان‌ساز می‌توان قطعه‌ای بدون مک تولید کرد. عیبی که ترکیبات شیمیایی رنگین دارند این است که به قالب می‌چسبند، و دقت ابعاد حفره را بر هم می‌زنند که این عیب را می‌توان با تمیز کردن حفره قالب برطرف کرد. برای قالب‌هایی که در دمای پایین تا متوسط کار می‌کنند. بهترین روغن، گریس گرافیتی است. موم یا واکسی که در این ترکیب وجود دارد نقش یک مرطوب‌کننده را دارد و روغن گریس و روغن گرافیت، روان‌سازهای این ترکیب هستند. گریس گرافیتی با نسبت ۱۵ درصد نفت سفید و روغن مخلوط شده و سپس بر سطح قالب اسپری

۱- واژه **کلوئید**، به طور کامل در شیمی پایه دهم شرح داده شده است.
گرافیت کلوئیدی در روغن: ذرات مخلوط شده گرافیت در روغن که وضعیتی بین محلول و سوسپانسیون را دارا است.

می‌شود. قبل از مصرف باید به خوبی تکان داده شود، تا گرافیت آن رسوب نکند از مخلوط گرافیت کلئیدی در دمای قالب‌هایی متوسط تا دمای بالا استفاده می‌کنند، مخلوط به کندی کربونیزه می‌شود. لذا اگر قالب به حد کافی داغ نباشد، گلوله‌های روغن بر روی سطح قطعه پدیدار می‌شود.

نکته

یکی از مشکلات یادگیری که هنرجویان در این فعالیت با آن روبه رو خواهند شد، غیریکنواختی ضخامت لایه پوشش داده شده بر روی جداره داخلی قالب‌های فلزی است. در استفاده از پیستوله برای پوشان کاری، مقدار مواد خروجی از نازل پیستوله، سرعت حرکت نوک افشانک و دفعات اسپری کردن مواد پوششی بر یک قسمت قالب، از موارد موثر بر ضخامت و یکنواختی لایه پوشش داده شده است، که باید نظارت شود تا هنرجویان آن را صحیح انجام داده باشند. یا موقع استفاده از فرچه (قلم مو) بر چگونگی حرکت قلم مو بر روی سطح پوشان کاری و تعداد دفعات پوشان کاری و شوره نکردن محلول سوسپانسیون پوشش نظارت شود.

فعالیت عملی:

فعالیت

۱ در انتخاب محلول پوششی، طبق جدول (۲) برای روش‌های استفاده از قلم مو یا پاشیدن (اسپری) و... توجه داشته باشید که چه نوع پوششی (عایق یا روان کار) و به چه درجه دیرگدازی از پوشانکاری می‌خواهید برسید؟ چنانکه ملاحظه می‌کنید هر کدام از ترکیبات پوششی با درصد‌های مختلفی از مواد را که دارا می‌باشند، می‌توانند درجات مختلفی از دیرگدازی و کیفیت مواد پوششی را به وجود آورند.

۲ یادآوری نمائید که قالب‌های فلزی قبل از پوشانکاری تا دمای مناسب پیش گرم شوند، به نحوی که پس از پوشش دهی بر روی سطح قالب فلزی، آب یا حامل محلول سریعاً تبخیر شود.

۳ موقع پوشان کاری تاکید نمائید لایه پوشان برای سطوح راهگاه‌ها و تغذیه‌ها ضخیم تر شود زیرا ضخامت زیاد پوشش، لایه‌ای عایق در این قسمت‌ها ایجاد کرده و

سرعت انجماد مذاب این کانال‌ها را کمتر می‌نماید. برای این مورد طی چند مرحله پوشش دهی نقاط مورد نظر، ضخامت لایه پوششی این نقاط افزایش داده می‌شود.

۴ بر روی یک قالب فلزی مراحل پوشان‌کاری را توضیح داده و به صورت عملی توسط استادکار انجام شود.

۵ در پایان هنرجویان را گروه‌بندی کرده و از آنها بخواهید مراحل فعالیت پوشان‌کاری کتاب درسی را مرحله به مرحله انجام دهند و به تایید هنرآموز و استادکار برسانند.

نوشتن گزارش کار توسط هنرجو: مطابق فرم پیوست در پایان کتاب

نکته

کار برگ ارزیابی پایان جلسه هشتم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو کل نمره: ۵/۰ نمره		
مولفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر
نحوه اجرای پوشان روی قالب در ضخامت تعیین شده با ابزار مناسب را می‌دانم.		
تاثیر پوشش دادن قالب‌های فلزی بر کیفیت قطعه تولیدی و عمر قالب را می‌دانم.		
در حفاظت از ابزار جدیت دارم.		
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهم.		
بارم کل		

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مولفه‌های ارزشیابی
	۰/۲۵	انواع مواد پوششی قالب‌های فلزی را می‌شناسد.
	۰/۲۵	تاثیر پوشش دادن جداره داخلی قالب‌های فلزی بر کیفیت قطعات تولیدی و عمر قالب را می‌داند.
	۰/۲۵	وسایل و تجهیزات پوشان کاری را می‌شناسد.
	۰/۷۵	اجرای پوشان کاری بر روی جداره داخلی قالب را، در ضخامت‌های تعیین شده و با ابزار مناسب را می‌داند.
	۰/۷۵	برای هر نوع قالب و مذاب، از تجهیزات پوشش‌دهنده متناسب با آن استفاده می‌کند.
	۰/۲۵	تفاوت در درجه دیرگدازی مواد پوششی شماره‌های ۵ و ۶ جدول (۲) را می‌داند.
	۰/۲۵	مشخصات مواد پوششی را می‌داند.
	۰/۲۵	نکات زیست محیطی را رعایت می‌کند.
	۰/۲۵	اخلاق حرفه‌ای را رعایت می‌کند.
	۰/۲۵	میزان مؤثر بودن در کار گروهی
	۰/۵	نمره خود ارزیابی هنرجو
	۱	نمره گزارش کار هنرجو
	۵	جمع

انواع ماهیچه مورد استفاده در قالب فلزی و روش قراردادن آن در قالب

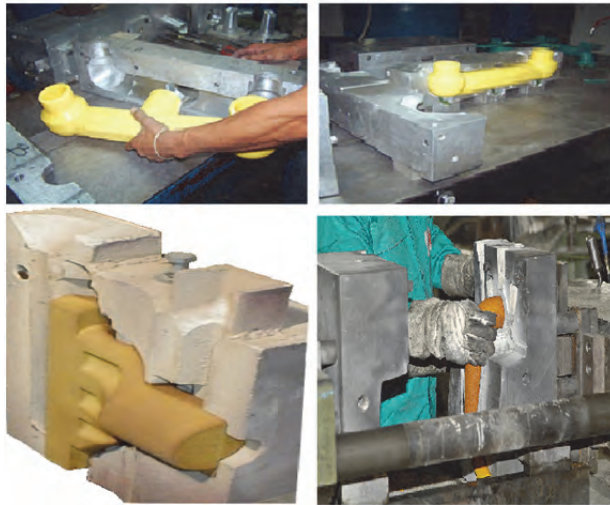
واحد یادگیری: ماهیچه گذاری در قالب فلزی

شاید وقتی صحبت از ماهیچه می شود ذهن خود به خود به طرف ماهیچه های بدن معطوف شود. اجزائی از قالب انسان، با اشکال خاصی که دارند امکان شکل دهی و حرکت پذیری اندام های بدن انسان را میسر می سازند. درست است که ماهیچه بدن انسان به ماهیچه قالب های فلزی ربط ندارد! اما این سؤال از هنرجویان پرسیده شود ذهنشان از این طریق درگیر ماهیچه و ماهیچه گذاری گردد. وارد بحث پیچیده ماهیچه بدن انسان نشوید. اما نامگذاری اجزاء و اشکال قالب های فلزی، تحت عنوان ماهیچه، که اجرامی بدون رشد و نمو و احساس هستند، هیچ سنخیت و وجه تشابهی با هم نداشته فقط این اجزاء (ماهیچه ها) با قرار گرفتن در قسمت هایی از یک قالب فلزی امکان شکل پذیری قطعات صنعتی پیچیده را فراهم می نمایند.

اصولاً دلیل استفاده از ماهیچه در قالب، برای به وجود آوردن حفره یا سوراخ متناسب با شکل نقشه مکانیکی قطعه طراحی شده می باشد. در قالب های فلزی از انواع ماهیچه های فلزی ثابت و متحرک و غیرفلزی استفاده می شود. رعایت دقیق مراحل ماهیچه گذاری بر سرعت تولید تاثیر گذاشته و راندمان تولید را افزایش خواهد داد.

قرار دادن ماهیچه های چند تکه فلزی و غیرفلزی در قالب های ریژه و تحت فشار، مستلزم داشتن آگاهی و مهارتی خاص در این زمینه است. هزینه تولید قالب فلزی با ماهیچه های چند تکه، بالا بوده و مونتاژ و خارج ساختن چنین ماهیچه هایی از داخل قطعات منجمد شده وقت گیر است. علاوه بر آن ماهیچه های چند تکه نمی توانند به خوبی ماهیچه های یک تکه در قالب مونتاژ شوند. به واسطه حرکت و جابه جایی

اجزاء چنین ماهیچه‌هایی در هنگام مذاب‌ریزی تغییرات ابعادی در قطعات ممکن است به وجود آید شکل‌های (۱۴و۵).



شکل (۱۴) قالب فلزی و ماهیچه‌گذاری

مراحل ماهیچه‌گذاری در قالب‌های فلزی:

- ۱ ماهیچه‌گذاری در قالب‌های فلزی با فیلم یا اسلاید و عکس توضیح داده شود.
- ۲ مراحل ماهیچه‌گذاری قالب‌های فلزی، توسط هنرآموز یا استادکار به صورت عملی آموزش داده شود.
- ۳ در پایان یکی از هنرجویان ماهیچه‌گذاری را به صورت عملی اجرا نماید.

مواد و تجهیزات لازم:

- ۱- قالب فلزی دارای ماهیچه ۲- ماهیچه فلزی ثابت و متحرک ۳- ماهیچه غیرفلزی
- ۴- خمیر نسوز درز گیر ۵- دستکش ۶- ماسک تنفسی

نکات ایمنی و حفاظتی:

مواردی که منجر به ایجاد آسیب هنگام ماهیچه گذاری در قالب‌های فلزی می‌شود، شرح داده شود. در صورت لزوم از فیلم و انیمیشن یا اسلاید و عکس استفاده شود. در صورتی که از ماهیچه‌های غیرفلزی برای ماهیچه گذاری قالب‌ها استفاده می‌گردد، استفاده از ماسک تنفسی و روشن کردن تهویه کارگاه، یادآوری شود.

نکات ایمنی
حفاظتی

نکات زیست محیطی:

با استفاده از فیلم و انیمیشن‌های آموزشی، عکس و اسلاید، اثرات ذرات معلق و پخش شونده ماهیچه‌های غیرفلزی را در آلودگی کارگاه و محیط زیست و... توضیح داده شود.

نکات
زیست محیطی

به هنجرویان گفته شود که مقدار ذرات معلق در هوای محیط زیست و کارگاه کمترین مقدار، در مقیاس PPM باشد.

نکته

گفتگو و مشارکت دادن هنجرویان در فرآیند آموزش:

هنگام آموزش عملی در کارگاه، به هنجرویان فرصت طرح سوال داده شود، به پاسخ‌های داده شده هنجرویان نظارت نمایید. پاسخ صحیح پرسش‌ها را تایید کرده، به هنجرویان فرصت طرح سوال جدید داده شود که چرا از ماهیچه برای قالب‌های فلزی استفاده می‌شود؟ چه نوع ماهیچه‌هایی برای قالب‌های فلزی وجود دارد؟ جنس ماهیچه‌های فلزی از چه فلز یا آلیاژی می‌باشد؟

کار گروهی

فعالیت عملی:

۱ برای هنجرویان توضیح داده شود که قبل از ماهیچه گذاری لازم است با مطالعه نقشه مکانیکی قطعه و قالب، از شکل قطعه مطلع شوند.

فعالیت

۲ هنرجویان نوع ماهیچه‌های فلزی و غیرفلزی، از انواع یک تکه و چند تکه (مرکب) که درون قالب‌های فلزی مونتاژ می‌شوند را با توجه به نقشه مکانیکی قطعه و قالب شناسائی کنند و سپس آنها را تهیه و برای ماهیچه گذاری آماده نمایند.


۳ تاکید شود ماهیچه‌های غیر فلزی و فلزی قبل از ماهیچه گذاری در داخل قالب حتماً پوشانکاری شده باشند، مخصوصاً ماهیچه‌های فلزی که امکان چسبیدن و گیر کردن شان درون قطعه ریختگی محتمل است.

۴ از نبودن پلیسه و تغییر شکل در قسمت جان ماهیچه قبل از ماهیچه گذاری نیز مطمئن شوید، چون باعث گیر کردن ماهیچه در داخل قطعه ریختگی شده و خروج ماهیچه فلزی با مشکل مواجه خواهد شد.

۵ برای مونتاژ کردن ماهیچه‌های فلزی در محل تکیه گاه‌ها از ضربه زدن با چکش‌های فلزی اجتناب شود، چون اولاً، باعث ایجاد پلیسه و تغییر شکل در محل ضربات وارد آمده به ماهیچه می‌شود. ثانیاً، طراحان و سازندگان قالب‌های فلزی مقداری لقی با تولرانس مشخص و محاسبه شده‌ای برای ریشه ماهیچه و تکیه آن در نظر می‌گیرند. پس اگر ماهیچه به خوبی در محل تکیه گاه قرار نمی‌گیرد دنبال علت باشید، شاید مقداری مذاب منجمد شده در آن ناحیه باقی مانده و به درستی تمیزکاری نشده است.

۶ موقع ماهیچه گذاری ماهیچه‌های غیرفلزی مخصوصاً ماهیچه‌های مرکب، چون با لغزش و سائیده شدن اجزاء ماهیچه‌ها بر روی هم و در محل تکیه گاه‌ها احتمال کنده شدن و ریزش ذراتی از ماهیچه به نقاطی غیر از زه ریزش ذرات ماهیچه وجود دارد، لذا با استفاده از هوای فشرده در حین ماهیچه گذاری و در پایان آن اقدام به تمیز و خارج کردن ذرات نمائید.

۷ مونتاژ کردن ماهیچه‌های مرکب فلزی و غیر فلزی را داخل قالب فلزی به طور عملی برای هنرجویان با ذکر تمامی جزئیات (استقرار دقیق ریشه ماهیچه‌های فلزی در محل تکیه گاه‌های خودشان به نحوی که وجود پلیسه یا تغییر شکل در هر کدام

منجر به ایجاد مشکل استقرار خواهد شد و در ماهیچه‌های غیرفلزی بحث سائیده شدن ذرات ماهیچه و درزگیری در ماهیچه‌های مرکب مطرح است) آن انجام دهید.  آنگاه بر روی قالب‌های مختلف فلزی دارای ماهیچه، مطابق فعالیت‌های کتاب درسی، مراحل مختلف مونتاژ کردن ماهیچه‌ها توسط هنرجویان، با نظارت هنرآموز و استادکار انجام شود.

نوشتن گزارش کار توسط هنرجو: مطابق فرم پیوست در پایان کتاب

نکته

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه نهم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو کل نمره: ۵/۰ نمره		
مولفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر
اجرای ماهیچه گذاری در قالب‌های فلزی را می‌دانم.		
انواع ماهیچه‌های مورد استفاده در قالب‌های فلزی را می‌شناسم		
در حفاظت از ابزار جدید دارم.		
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهم.		
بارم کل		

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مولفه‌های ارزشیابی
	۰/۲۵	انواع ماهیچه‌های قالب‌های فلزی را می‌شناسد.
	۰/۲۵	می‌داند که ماهیچه‌ها هم جزئی از قالب می‌باشند قبل از ماهیچه گذاری باید سطوح شان پوشان کاری شده باشد.
	۰/۵	استفاده از وسایل و تجهیزات، برای ماهیچه گذاری را می‌داند.
	۰/۷۵	اجرای ماهیچه گذاری در قالب‌های فلزی را می‌داند.
	۰/۲۵	جنس ماهیچه‌های فلزی را می‌داند.
	۰/۲۵	دلیل استفاده ماهیچه‌های غیرفلزی را در قالب‌های فلزی می‌داند.
	۰/۵	نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهد.
	۰/۲۵	نکات زیست محیطی را رعایت می‌کند.
	۰/۲۵	اخلاق حرفه‌ای را رعایت می‌کند.
	۰/۲۵	میزان مؤثر بودن در کار گروهی
	۰/۵	نمره خود ارزیابی هنرجو
	۱	نمره گزارش کار هنرجو
	۵	جمع

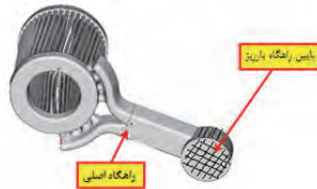
قرار دادن فیلتر در محل مناسب

نکته

برای درک صحیح هنجریان از عملکرد فیلترها و چرایی گذاشتن آنها در قالب، مثال صاف کردن آب حاوی ذراتی معلق توسط یک پارچه را مثال بزنید که آب پس از عبور از پارچه، عاری از ذرات معلق می‌شود. ارتباط ذرات معلق مضر در آب، برای اعضای بدن انسان و ذرات معلق مذاب (ناخالصی‌ها) برای شکل‌پذیری سالم قطعه‌ای صنعتی، توضیح داده شود. محل قرار گرفتن فیلتر در قالب را نیز می‌توان با محل قرار گرفتن کاغذ صافی یا پارچه در درون قیف به منظور توضیح عملکرد بهتر فیلترها توجیه کرد.

فیلتر گذاری:

فیلترها بر حسب نوع گلویی، که نحوه تغییرات جریان را مشخص می‌کنند همیشه در انتهای ناحیه جریان پرکننده قرار داده می‌شوند شکل (۱۵).



شکل (۱۵) محل‌های قرار گیری فیلتر در سیستم‌های راهگاهی

با تغییر مسیر جریان مذاب و در برخورد با ماهیچه‌های برآمده و دیوارهای قالب و هم چنین توسط یک جریان برگشتی، امکان تشکیل گرداب وجود دارد بعلاوه باقی مانده مواد جدایش با جریان تزریق همراه شده و یا توسط آن شسته می‌شوند. لذا،

بایستی هوا، گازهای قالب و یا اکسیدهای به وجود آمده توسط حرکت گردابی فلز مذاب، جمع‌آوری و از حفره قالب خارج گردند. برای این منظور، از قسمت‌هایی به نام سرباره گیر و مناطق فرز کاری شده کوچکی در صفحه قالب نزدیک کنار حفره قالب استفاده می‌شود که توسط یک گلوله نازک به حفره قالب متصل می‌شوند.

دانش افزایی:

دانش افزایی

اغلب فیلترهایی که برای تمیز کردن مذاب استفاده می‌شود، از روش همتاسازی فوم (Foam Replication) ساخته می‌شوند. در این فرآیند، فوم از دوغاب سرامیکی پوشانده می‌شود، بعد از آن خشک و سپس زینتر می‌گردد. در طول زینترینگ، فوم که از دوغاب سرامیکی پوشانده شده، بخار و از ساختار خارج و تخلخل بر جای می‌ماند.

انتخاب اندازه تخلخل فیلتر برای تصفیه مذاب مهم است. واحد اندازه گیری برای اندازه تخلخل، تخلخل در اینچ (ppi) می‌باشد. اندازه تخلخل فیلترها برای شکل‌دهی آلومینیوم متنوع و از ۲۰-۷ ppi است. انتخاب اندازه تخلخل تابع کیفیت فلز دریافتی و محصول نهایی مورد نیاز است. فیلترهای ۴۰-۲۰ ppi برای کاربردهای مشترک، ۷۰-۵۰ ppi برای تولید بالا استفاده می‌شوند. اندازه تخلخل بر دبی عبور مذاب، از فیلتر و محیط دهانه فیلتر اثر می‌گذارد.

اثر سیستم فیلترگذاری بر میزان افت فشار مذاب خروجی از فیلتر، به صورت تابعی از ارتفاع راهگاه بارریز، برای ریخته‌گری به روش ثقلی و در روش ریخته‌گری تحت فشار کاهش سرعت خروجی مذاب دمای بارریزی می‌باشد. به ازاء ثابت فرض نمودن سیستم فیلترگذاری و با تغییر اندازه تخلخل فیلتر ۳۰-۱۰ ppi تغییر ارتفاع راهگاه بارریز در محدوده ۱۵ تا ۳۸ سانتی‌متر و در تغییر دمای بارریزی مذابی مانند فلز آلومینیوم، در محدوده ۷۰۰ تا ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد سرعت مذاب خروجی از فیلتر با سرعت مذاب خروجی از سیستم بدون فیلتر، اندازه گیری و مقایسه گردیده و نتایج، حاکی از کاهش جزئی سرعت خروجی مذاب از فیلتر در اثر کاهش اندازه

تخلخل فیلتر مصرفی بود. افزایش ارتفاع بارریزی عموماً باعث افزایش سرعت خروجی شده است.

مراحل فیلتر گذاری در قالب‌های فلزی:

فیلترگذاری در قالب‌های فلزی با فیلم یا اسلاید و عکس توضیح داده شود. مراحل و محل‌های فیلتر گذاری در قالب‌های فلزی، توسط هنرآموز یا استادکار به صورت عملی آموزش داده شود. فیلترگذاری توسط هنرجویان به صورت عملی انجام شود.

مواد و تجهیزات لازم:

۱- قالب فلزی ۲- فیلترهایی از جنس انواع سرامیک^۱، شیشه و توری‌های فلزی و...
شکل (۱۶).



شکل (۱۶) فیلترهای از جنس سرامیک‌ها و شیشه‌ها و توری‌های فلزی و...

۱- به مواد جامدی که بخش عمده تشکیل دهنده آنها غیرفلزی و غیرآلی باشد، **سرامیک** گفته می‌شود؛ و همین‌طور اکسیدهای فلزی. همچنین بر اساس برخی تعاریف، از منظر شیمیایی به موادی که از مخلوط خاک رس با ماسه و فلدسپار در دمای زیاد تشکیل شده و به صورت توده‌ای شیشه مانند در می‌آیند و نیز تقریباً گداز ناپذیر و غیر حلال و بسیار سخت هستند، سرامیک گفته می‌شود.

نکات ایمنی و حفاظتی:

نکات ایمنی حفاظتی

- ۱ نکاتی که منجر به ایجاد آسیب، هنگام فیلتر گذاری در قالب‌های فلزی می‌شود، شرح داده شود، در صورت لزوم از فیلم و یا انیمیشن استفاده شود.
- ۲ از خشک بودن فیلترها قبل از استفاده مطمئن شوید.
- ۳ پیش گرم کردن فیلترها را فراموش نکنید تا احياناً مواد ذوب و بخار شونده در داخل خلل و فرج فیلترها باقی مانده از فیلترها زدوده شود.
- ۴ استفاده از دستکش هنگام فیلترگذاری در قالب، یادآوری شود.
- ۵ هنگام هوادهی با فشار فیلترها جهت پاک کردن گرد و غبار و ذرات بر جای مانده در خلل و فرج فیلترها از ماسک تنفسی و عینک محافظ استفاده شود.

نکات زیست محیطی:

نکات زیست محیطی

- ۱ اثرات ذرات معلق و ضایعات پخش شونده انواع فیلترهای سرامیکی، شیشه‌ای و توری‌های فلزی و... را در آلودگی کارگاه و محیط زیست توضیح داده شود.
- ۲ برای هنرجویان شرح داده شود چون ذرات و ضایعات پخش شونده انواع فیلترهای سرامیکی و شیشه‌ای، تجزیه ناپذیر هستند و صدها سال بدون تغییر در طبیعت باقی مانده و به طبیعت و محیط زیست آسیب می‌رسانند، لذا پس از پایان کار، ضایعات این مواد به طور کامل جمع‌آوری و توسط کارگرانی خبره به صورت اصولی معدوم شوند.

گفتگو و مشارکت دادن هنرجویان در فرآیند آموزش:

کار گروهی

موقع تدریس، به هنرجویان فرصت لازم داده شود تا سوالات خود را مطرح نمایند، به پاسخ‌های داده شده هنرجویان نظارت نمایید. پاسخ صحیح پرسش‌ها را تایید کرده، به هنرجویان فرصت طرح سوال جدید داده شود که چرا از فیلتر برای قالب‌های فلزی استفاده می‌شود؟ چه نوع فیلترهای برای قالب‌های فلزی وجود دارد؟ جنس فیلترها از چه موادی می‌باشد؟

فعالیت عملی ۱:

۱ از طریق فیلم‌های آموزشی، اسلاید و عکس یا پوستر، انواع فیلترها به هنرجویان شناسانده شود.

۲ هنرجویان را به گروه‌های چند نفره تقسیم کنید، انواع مختلفی از فیلترهای موجود در کارگاه را در اختیار هر گروه قرار داده تا با بررسی فیلترها، با آنها آشنا شوند.

۳ با توجه به وجود انواع مختلفی از اشکال و جنس فیلترها، کاربرد هر کدام را در محل‌های مناسب و برای نوع آلیاژهای خاص گروه خودشان یادآوری نمایید.

۴ با نظارت هنرآموز و استادکار محل گذاشتن فیلتر در قالب فلزی را تشخیص داده تا هنرجویان درک صحیحی از محل‌های فیلتر گذاری عایدشان شود.

۵ فیلتر گذاری در قالب‌های فلزی را تمامی هنرجویان با نظارت هنرآموز و استادکار در محل‌های پیش بینی شده قالب با ذکر دلایل انجام دهند.

۶ هنرجویان را به گروه‌های چند نفره تقسیم کنید.

۷ با توجه به امکانات و قالب‌های موجود در کارگاه، حداقل سه قالب فلزی، بدون فیلترگذاری مذاب‌ریزی شود و سه قالب دیگر با فیلترگذاری ریخته‌گری شود.

۸ از سطوح فوقانی تمامی قطعات ریخته‌گری شده نمونه‌هایی به ابعاد $2 \times 2 \times 2 \text{ cm}$ تهیه و آماده سازی کنید.

۹ سطح فوقانی نمونه‌ها با سوهان و سپس با سنباده صاف و صیقلی شود.

۱۰ با چشم غیر مسلح یا با ذره بین، کیفیت سطح نمونه‌های فیلترگذاری شده و نشده با هم مقایسه شوند و اثرات فیلتر گذاری بر کیفیت قطعات ریخته‌گری شده به بحث گذاشته شود.

۱۱ با اندازه گیری جرم نمونه‌ها با ترازوی دقیق و حجم شان توسط استوانه‌ای مدرج حاوی آب، چگالی نمونه‌های فیلتر گذاری شده و نشده را بدست آورده و چگالی‌های نمونه‌ها را با هم مقایسه کنید، در خصوص تاثیر فیلترگذاری بر کیفیت قطعات تولید شده بحث کنید.

نوشتن گزارش کار توسط هنرجو: مطابق فرم پیوست در پایان کتاب

کار برگ ارزشیابی پایان جلسهٔ دهم - پیشنهادی (فعالیت عملی ۱)

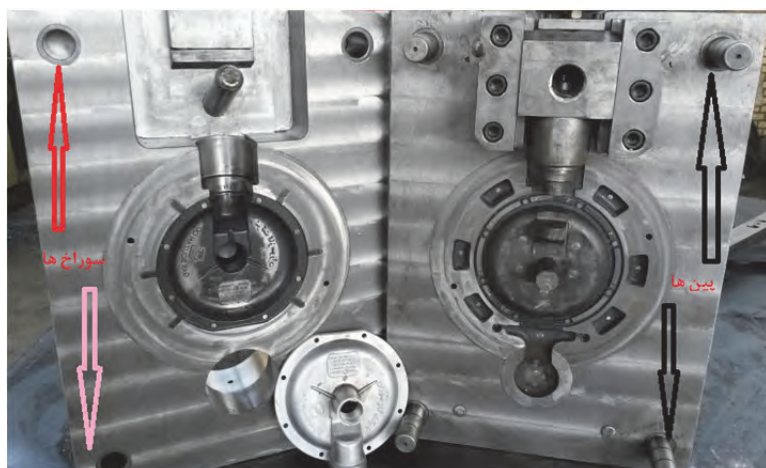
خود ارزیابی توسط هنرجو کل نمره: ۵/۰ نمره		
مولفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر
محل قرار دادن فیلتر در سیستم راهگاهی قالب فلزی را می‌دانم.		
انواع فیلترهای مذاب را می‌شناسم و اجرای عملی فیلتر گذاری را می‌دانم.		
در حفاظت از ابزار جدید دارم.		
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهم.		
بارم کل		

ارزشیابی توسط هنرآموز		
مولفه‌های ارزشیابی	بارم	نمره دریافتی
انواع فیلتر قالب‌های فلزی را می‌شناسد.	۵/۲۵	
دلایل فیلتر گذاری در سیستم‌های راهگاهی را می‌داند.	۵/۵	
محل قرار دادن فیلتر در سیستم راهگاهی قالب فلزی را می‌داند.	۵/۵	
اجرای عملی فیلتر گذاری را می‌داند.	۵/۷۵	
دلیل خشک و پیش گرم کردن فیلتر، قبل از جای گذاری در قالب را می‌داند.	۵/۲۵	
ارتباط میزان تخلخل فیلتر را برای انواع آلیاژ مورد استفاده می‌داند.	۵/۵	

نکات زیست محیطی را رعایت می کند.	۰/۲۵	
اخلاق حرفه‌ای را رعایت می کند.	۰/۲۵	
میزان مؤثر بودن در کار گروهی	۰/۲۵	
میزان واقعی بودن نمره خود ارزیابی هنرجو	۰/۵	
نمره گزارش کار هنرجو	۱	
جمع	۵	

جفت کردن نیمه‌های قالب

برای هنرجویان توضیح داده شود که یک قالب فلزی معمولاً از دو نیمه (در مواردی یک تکه و یا چند تکه) ساخته می‌شود، با جفت شدن دو نیمه قالب شکل کاملی از یک قطعه در فضای درونی یک قالب تشکیل می‌شود. پس برای به وجود آوردن محفظه داخلی یک قالب، جفت کردن دو نیمه آن ضرورت پیدا می‌کند. بر روی سطح جدایش یک نیمه قالب، دو یا چهار و بنا به ضرورت چند پین و در سطح جدایش نیمه دیگر قالب سوراخ‌های قرار گیری پین‌ها تعبیه می‌شود شکل (۱۷). وقتی نیمه‌های یک قالب فلزی از طریق این پین و سوراخ‌های مربوطه جفت می‌شوند امکان لغزش و جابه‌جایی آنها بر روی هم وجود نداشته و چنانچه در قالب‌های ریژه با اجزاء محرکه مکانیکی (نگهدارنده دو نیمه قالب در کنار هم) و در قالب‌های فلزی تحت فشار، نیروی فشاری که ماشین به نیمه متحرک قالب وارد می‌کند دو نیمه قالب، ثابت نگه داشته شود، قالب آماده استفاده برای مذاب‌ریزی شده است شکل (۱۸).



شکل (۱۷) دو نیمه یک قالب فلزی



شکل (۱۸) قالب فلزی با نگه دارنده بازوهای مکانیکی

نحوه جفت کردن قالب‌های فلزی در ریخته‌گری تحت فشار بالا

فشارهایی که در ریخته‌گری تحت فشار در فلز مذاب و به دنبال آن در قالب فلزی به وجود می‌آید، مستلزم داشتن تجهیزات ویژه جهت بسته نگه داشتن قالب می‌باشد تا از فشاری که برای باز کردن قالب در طی تزریق به وجود می‌آید و باعث پاشیدن فلز از سطح جدا کننده قالب می‌شود، اجتناب شده و تولرانس‌های اندازه قطعه ریختگی تضمین گردد. قالب‌های فلزی تحت فشار بالا معمولاً به صورت دو تکه ساخته می‌شوند یک نیمه قالب به کفشک ثابت (طرف تزریق) و نیمه دیگر به کفشک متحرک (طرف بیرون انداز) بسته می‌شود. قسمت متحرک قالب به وسیله ماشین روی خط مستقیم به جلو و عقب می‌رود و به این ترتیب قالب فلزی باز و بسته می‌شود. بسته نگه داشتن هر دو نیمه قالب، طی تزریق، بسته به طراحی ماشین ریخته‌گری تحت فشار، با روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد.

یک روش بسته نگه داشتن از طریق اعمال یک نیروی هیدرولیکی بر کفشک متحرک است. روش دیگر اتصال، به کمک قفل و بندهای مکانیکی صورت می‌گیرد، این قفل و بندها فقط با یک نیروی کوچک پیش تنش کار می‌کنند. در هر دو مورد یک بسته نگهدارنده ایجاد می‌گردد که با نیروی به وجود آمده باز کننده در قالب فلزی تحت فشار مقابله می‌کند. نیروی باز کننده نتیجه فشار تزریق است که هنگام پر کردن قالب ایجاد می‌گردد.

تحقیق هنرجویی:

در منابع آموزشی و کاتالوگ‌ها، سیستم جفت کردن قالب در ریخته‌گری تحت فشار بالا، شامل قسمت‌های زیر عنوان شده است:

- ۱ دو میز ثابت جلو و عقب و یک میز متحرک میانی
- ۲ چهار عدد بازوی راهنما و هشت عدد مهره فیکس
- ۳ سیلندر محرک میز متحرک

برای این سیستم عکس یا اسلاید و نقشه عملکرد دستگاه، یا فیلم تهیه کنید که مکانیزم‌های ذکر شده بالا برای جفت کردن نیمه‌های قالب به تایید برسد. یا در آن از طرح و مکانیزم‌های جدید و ارتقاء یافته‌ای استفاده شده باشد.

قدرت قفل شوندگی قالب بستگی به موارد زیر دارد:

۱ قدرت پمپ

۲ قدرت سیلندر محرک میز

۳ قدرت چهار عدد میله راهنما

مراحل جفت کردن نیمه قالب‌های فلزی:

۱ آماده سازی محل استقرار اجزاء قالب

۲ آماده سازی اجزاء قالب شامل: دو نیمه قالب، پین‌ها، بست‌های رکابی، گیره‌های دستی، در صورت لزوم پیچ و مهره

۳ بازبینی محور چرخش نیمه‌های قالب و گیره‌های بستن در قالب‌های کتابی (لولایی).

۴ در قالب‌های ریژه ساده: انطباق لبه قالب‌ها بر هم و کنار هم قرار دادن دو نیمه قالب، تنظیم پین و سوراخ‌ها و مهار توسط بست‌های رکابی یا پیچ و مهره

۵ در قالب‌های کتابی: دوران دادن نیمه متحرک قالب حول محور چرخش قالب و انطباق لبه‌های قالب بر هم و قفل و مهار دو نیمه قالب توسط دست گیره‌های قالب.

۶ در قالب‌های کشویی: با چرخاندن دستگیره‌های فلکه‌ای یا اهرم‌ها، نیمه متحرک قالب فلزی بر روی ریل مخصوص حرکت داده تا به نیمه ثابت قالب رسیده و با چرخاندن بیشتر دستگیره‌ها و اهرم دو نیمه قالب مهار می‌شود.

۷ نحوه جفت کردن نیمه قالب‌های فلزی با نمایش فیلم یا اسلاید و عکس توضیح داده شود.

۸ مراحل جفت کردن نیمه قالب‌های فلزی، توسط هنرآموز یا استادکار به صورت عملی آموزش داده شود.

۹ برای هنرجویان یادآوری شود که جفت کردن قالب‌ها، آخرین مرحله از آماده سازی قالب‌های فلزی بوده که قبل از آن تمیزکاری، پیش گرم کردن، پوشش دادن سطوح قالب، مونتاژ انواع ماهیچه‌های مورد استفاده در قالب‌های فلزی و قرار دادن فیلترها در محل‌های مناسب انجام شده است. لذا رعایت اصولی مراحل جفت کردن اجزای قالب الزامی بوده، به نحوی که موجب خدشه در عملکرد مراحل قبلی و بعدی آماده سازی نشود.

۱۰ در پایان، جفت کردن نیمه قالب‌های فلزی توسط هنرجویان به صورت عملی اجرا شود.

نکته

به هنرجویان یادآوری شود که تحت هیچ شرایطی نباید کوچکترین ذره ناخالصی و زائده‌ای در بین اجزای جفت شونده قالب‌ها باقی مانده باشد. چون باعث ایجاد درز و فاصله بین اجزای قالب شده و موقع بارریزی و تزریق، مذاب بیرون ریخته و به اطراف پاشیده خواهد شد. لذا دقت شود تمامی اجزای قالب کاملاً برهم منطبق شده و در بین سطوح قالب هیچ فاصله هوایی موقع جفت کردن به وجود نیاید.

گفتگو و مشارکت دادن هنرجویان در فرایند آموزش:

هنگام آموزش عملی در کارگاه، به هنرجویان فرصت مناسب داده شود تا سؤالات خود را مطرح نمایند، به پاسخ‌های داده شده هنرجویان نظارت نمایید. پاسخ صحیح پرسش‌ها را تأیید کرده، به هنرجویان فرصت طرح سؤال جدید داده شود که چرا از انواع بست یا پیچ و مهره برای بستن قالب‌های فلزی استفاده می‌شود؟ چه نوع قالب‌های فلزی نیاز به جفت کردن و بسته نگه داشتن دارند؟ مکانیزم بسته نگه داشتن قالب‌های فلزی تحت فشار به چه صورت می‌باشد؟

کار گروهی

فعالیت عملی ۲:

مواد و تجهیزات لازم: قالب‌های فلزی دو یا چند تکه از انواع: ساده، کشویی، لولایی، تحت فشار، بست‌های رکابی، گیره‌های دستی

۱ از طریق فیلم‌های آموزشی، اسلاید و عکس یا پوستر، در کلاس جوار کارگاهی، اجزاء و نحوه جفت شدن قالب‌های فلزی را برای هنرجویان یادآوری نمائید.

۱ هنرآموز نحوه جفت کردن قالب‌های فلزی (ساده، کشویی، لولایی، تحت فشار) موجود در کارگاه را برای هنرجویان با ذکر تمام جزئیات توضیح داده و استادکار به صورت عملی انجام دهد.

۲ برای انطباق سریع و صحیح نیمه‌های قالب کمک گرفتن از پین و سوراخ‌های تعبیه شده در قالب‌های فلزی را برای هنرجویان یادآوری و شرح دهید.

۳ هنگام جفت کردن قالب‌های ساده ریژه به استفاده از بست‌های رکابی، گیره‌های دستی یا پیچ و مهره برای مهار بیشتر نیمه‌های قالب توصیه شود.

۴ تفاوت خوب جفت شدن و نشدن اجزای قالب‌ها را با مقایسه دو قالب (یکی خوب جفت شده باشد، و دیگری فاصله هوایی بین اجزاء قالب وجود داشته باشد) به هنرجویان آموزش دهید.

۵ مکانیزم جفت و بسته نگه داشتن دو نیمه قالب‌های کشویی با اجزاء مکانیکی و تحت فشار را شرح داده و به طور عملی بر روی قالب‌های مذکور انجام شود.

۶ هنرجویان را به گروه‌های چند نفره تقسیم و قالب‌هایی فلزی، در اختیار هر گروه قرار دهید، از آنان بخواهید مراحل فعالیت کتاب درسی بیان شده برای جفت کردن نیمه‌های قالب‌های فلزی را به صورت مرحله‌ای انجام دهند و برای رفتن به مرحله بعدی فعالیت، حتما تایید و نظارت استادکار و هنرآموز باشد.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه دهم - پیشنهادی (فعالیت عملی ۲)

خود ارزیابی توسط هنرجو کل نمره: ۵/۰ نمره		
مولفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر
نحوه مونتاژ و جفت کردن انواع قالب فلزی را می‌دانم.		
اجرای عملی جفت کردن نیمه قالب‌های فلزی را می‌دانم.		
در حفاظت از ابزار جدید دارم.		
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهم.		
بارم کل		
ارزشیابی توسط هنرآموز		
مولفه‌های ارزشیابی	بارم	نمره دریافتی
قالب‌هایی که نیاز به جفت شدن دارند را می‌شناسد.	۵/۲۵	
مکانیزم جفت و بسته نگه داشتن قالب‌های مختلف فلزی را می‌داند.	۵/۷۵	
اجزاء منطبق کننده نیمه قالب‌های فلزی بر هم را می‌شناسد.	۵/۲۵	
اجرای عملی جفت کردن نیمه قالب‌های فلزی را می‌داند.	۵/۷۵	
در قالب‌های ریژه ابزارهای مهار کردن نیمه‌های قالب را می‌شناسد و به‌درستی از آنها استفاده می‌کند.	۵/۲۵	
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهد.	۵/۵	
مکانیزم مهار و بسته نگه داشته شدن نیمه‌های قالب‌های فلزی کشویی و تحت فشار را می‌شناسد.	۵/۲۵	
اخلاق حرفه‌ای را رعایت می‌کند.	۵/۲۵	
میزان مؤثر بودن در کار گروهی	۵/۲۵	
نمره خود ارزیابی هنرجو	۵/۵	
نمره گزارش کار هنرجو	۱	
جمع	۵	

فصل ۳

خارج کردن قطعه از قالب و جدا کردن
سیستم راهگاهی

جلسه یازدهم

خارج کردن قطعه از قالب - نقطه ذوب و فوق ذوب

راهنمای تدریس

ابتدا مقدمه‌ای درباره خروج صحیح قطعه از قالب بیان شود در این مقدمه به روش و زمان مناسب خروج قطعه، انتخاب ابزار و نوع کاربرد آن اشاره شود.

خارج کردن قطعه از قالب

به دلیل روش متفاوت خارج کردن قطعه از قالب‌های ریخته گری، تقسیم‌بندی قالب‌ها با نمایش تصویر توضیح داده شود.

گفت‌وگو کنند

به هنرجو در کلاس فرصت مناسب داده شود تا پرسش‌ها را پاسخ داده و در مورد تصاویر قالب و سوالات، بحث گروهی داشته باشند. ارائه تصویر بیشتر از انواع قالب‌ها می‌تواند به یادگیری کمک کند.

گفت‌وگو

جهت یادآوری انواع قالب‌ها به صورت مختصر توضیح داده شود. سپس به عوامل زیر که تاثیر زیادی بر زمان خارج کردن قطعه از درون قالب دارد اشاره شود.

۱ نقطه ذوب و فوق ذوب

۲ انجماد

۳ شکل قالب

نقطه ذوب و فوق ذوب

نقطه ذوب و فوق ذوب را تعریف کرده و برای یادآوری بیشتر تعدادی از فلزات را نام برده و به نقطه ذوب آن اشاره شود.

فعالیت ۱ (کار گروهی): قالبگیری، مذاب‌ریزی و اندازه‌گیری زمان انجماد توصیه‌های ایمنی و حفاظتی

نکات ایمنی
حفاظتی

از هنرجویان خواسته شود قبل از ورود به کارگاه تجهیزات ایمنی شخصی شامل لباس کار، کفش ایمنی، دستکش، کلاه ایمنی، ماسک و عینک را حتماً استفاده نمایند و سپس وارد کارگاه شوند و از ورود هنرجویانی که از تجهیزات ایمنی شخصی استفاده نکرده‌اند به کارگاه جداً جلوگیری به عمل آید.

وسایل و مواد مورد نیاز

۱-	درجه قالب گیری	۸ عدد
۲-	جعبه ابزار قالبگیری	۸ عدد
۳-	کوره زمینی ترجیحاً بوته ثابت	۱ عدد
۴-	بوته نمre ۶۰	۱ عدد
۵-	شارژ آلومینیم	۱۶ کیلوگرم
۶-	ابزار کمک ذوب مانند (همزن، سرباره گیر، ملاقه، انبر شارژ و کلاهک خورنده)	هر کدام ۲ عدد
۷-	لوازم کیفی مذاب مانند (کاورال، قرص دگازور، قرص جوانه‌زا)	به مقدار کافی
۸-	لوازم ایمنی مانند (لباس کار نسوز، کفش ایمنی،	هر کدام ۳ عدد

	دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک تنفسی و عینک (ایمنی)	
۹-	ترموکوپل	۲ عدد
۱۰-	زمان سنج	۳ عدد

کار عملی

در ابتدا توضیحات جامع و کامل در ارتباط با نکات ایمنی و بهداشتی خارج کردن مدل از قالب در کارگاه ارائه شود. گروه‌های دو نفری تشکیل شود تا مدل داده شده در شکل ۲ کتاب درسی را قالبگیری کنند.

هنرجویان در هنگام قالبگیری نکات زیر را کاملاً رعایت کنند تا نتایج کار عملی دقیق‌تر باشد.

- ۱ برای هر فوق ذوب یک گروه قالبگیری انجام دهد.
- ۲ همه گروه‌ها، از لوله راهگاه تقریباً یکنواخت و یک اندازه استفاده نمایند.
- ۳ سیستم راهگاهی قالب همه گروه‌ها، شبیه همدیگر باشد.
- ۴ با نظارت خود درجه حرارت فوق ذوب را با شرایط جدول ۱ کتاب درسی به وسیله ترموکوپل کنترل نمایند.
- ۵ در هنگام مذاب‌ریزی، یکنواختی در جریان مذاب وجود داشته باشد.
- ۶ پس از پر شدن کامل قالب به‌وسیله زمان سنج شروع به اندازه‌گیری زمان انجماد کنند.
- ۷ نتایج کار گروهی (سه گروه) را در جدول زیر ثبت کرده و نتایج آن را بررسی کنند.

جدول ۱

مراحل آزمایش	گروه‌ها
زمان انجماد قطعه (برحسب ثانیه)	
ذوب‌ریزی با فوق ذوب ۲۰۰°C	
ذوب‌ریزی با فوق ذوب ۱۰۰°C	
ذوب‌ریزی بدون فوق ذوب	
بررسی نتایج	

راهنمای تدریس

در هنگام بررسی نتایج می‌توان به هنرجویان در مورد اهمیت نظارت بر فوق ذوب در صنعت ریخته‌گری توضیح داد که با افزایش فوق ذوب زمان انجماد تغییر می‌کند همچنین در صورت افزایش فوق ذوب سرعت تولید کاهش یافته و به دلیل افزایش قطعات معیوب باعث کاهش بهره‌وری می‌گردد.

همچنین می‌توان با توجه به کار عملی صورت گرفته و بررسی نتایج، مناسب‌ترین دمای فوق ذوب برای مذاب‌ریزی فعالیت ۱ مشخص کرد.

توصیه‌های ایمنی و حفاظتی برای هنرآموز

نکات ایمنی
حفاظتی

- ۱ هنرجویان باید در هنگام مذاب‌ریزی لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک تنفسی و عینک ایمنی به تن داشته باشند.
- ۱ از خشک بودن قالب کاملاً اطمینان حاصل کنند.
- ۱ در هنگام ذوب‌ریزی نظارت کامل صورت گیرد.
- ۱ از دستکش نسوز و انبر جهت انتقال قطعه استفاده نمایند.
- ۱ از شوخی کردن در هنگام کار بپرهیزند.

نکته زیست محیطی

سرباره‌های را جمع‌آوری نموده و درون مخزن سرباره بریزند.

نکات
زیست محیطی

نکته کلیدی برای هنرآموزان

هرگز قطعه خارج شده از قالب را با آب سرد نکنند.

نکته

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه یازدهم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو کل نمره: ۱ نمره		
خیر	بلی	مولفه‌های خود ارزیابی
		عوامل موثر بر زمان خارج کردن قطعه و تعریف نقطه ذوب و فوق ذوب را یاد گرفتم.
		مدل شکل ۲ را می‌توانم قالبگیری کنم.
		کارکرد دستگاه ترموکوپل و زمان سنج را می‌دانم و با آنها می‌توانم کار کنم.
		تاثیر فوق ذوب بر زمان خارج کردن قطعه را فهمیدم.
		در حفاظت از ابزار جدید دارم.
		نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهم.
		بارم کل

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره ریافتی	بارم	مولفه‌های ارزشیابی
	۰/۵	عوامل موثر بر زمان خارج کردن قطعه و تعریف نقطه ذوب و فوق ذوب را یاد گرفته و می‌تواند توضیح دهد.
	۰/۵	مدل شکل ۲ را می‌تواند قالبگیری کند.
	۰/۵	کارکرد دستگاه ترموکوپل و زمان سنج را می‌داند و با آنها می‌تواند کار کند.
	۰/۵	تاثیر فوق ذوب بر زمان خارج کردن قطعه را فهمیده است.
	۰/۵	نتایج را به درستی بررسی کرده است.
	۰/۲۵	در حفاظت از ابزار جدیت دارد.
	۰/۲۵	نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهد.
	۰/۲۵	نکات زیست محیطی را رعایت می‌کند.
	۰/۲۵	به اخلاق حرفه‌ای آگاهی دارد.
	۰/۲۵	میزان مؤثر بودن در کار گروهی
	۰/۲۵	نمره گزارش کار هنرجو
	۱	نمره خود ارزشیابی هنرجو
	۵	جمع

جلسه دوازدهم

نقطه ذوب

در ابتدا نقطه ذوب با ذکر مثال هایی مانند ذوب یخ توضیح داده شود. جدول زیر می تواند به این موضوع کمک کند.

جدول نقطه ذوب

نام عنصر	نماد شیمیایی	نقطه ذوب	نام عنصر	نماد شیمیایی	نقطه ذوب
آلومینیم	Al	۶۶۰	سدیم	Na	۹۷/۵
آنتیموان	Sb	۶۳۰	سرب	Pb	۳۲۷
آهن	Fe	۱۵۳۹	سلنیوم	Se	۲۱۷
استرانسیم	Sr	۱۵۴۰	سیلیسیم	Si	۱۴۱۰
اورانیوم	U	۱۱۳۲	طلا	Au	۱۰۶۳
ایریدیم	Ir	۲۴۵۵	قلع	Sn	۲۳۲
ایندیوم	In	۱۵۶	کادمیوم	Cd	۳۲۱
باریم	Ba	۷۱۴	کیالت	Co	۱۴۹۵
بر	B	(۲۱۰۰)	کربن	C	۳۷۰۰
برلیوم	Be	۱۲۷۷	کرم	Cr	۱۸۷۵
بیسموت	Bi	۲۷۱	کلسیم	Ca	۸۳۹
پتاسیم	K	۶۳/۷	گالیوم	Ga	۳۰
پلاتین	Pt	۱۷۶۹	لیتیم	Li	۱۸۰
پلونیوم	Pu	۲۵۰	مس	Cu	۱۰۸۳
تنگستن	W	۳۴۱۰	منگنز	Mn	۱۲۴۵
توریم	Th	۱۷۵۰	منیزیم	Mg	۶۵۱
تیتانیوم	Ti	۱۶۷۰	مولیبدن	Mo	۲۶۱۰
جیوه	Hg	(-۳۹)	نقره	Ag	۹۶۰
رادیوم	Ra	۷۰۰	نیکل	Ni	۱۴۵۳
روی	Zn	۴۱۹	نیوبیوم	Nb	۲۴۷۰
زیرکونیوم	Zr	۱۸۵۲	وانادیوم	V	۱۸۶۰
ژرمنیوم	Ge	۹۳۷			

فعالیت ۲ (کار گروهی)

از هنرجویان خواسته شود به صورت گروهی با استفاده از کتاب هنرجو نقطه ذوب فلزات مختلف موجود در جدول ۲ کتاب درس را مشخص نموده و ثبت نمایند. همچنین با توجه به نقطه ذوب تعیین کنند که زمان خارج کردن قطعه از قالب کوتاه است یا طولانی. پس از بررسی پاسخ‌های ارائه شده در صورت وجود اشکال با استفاده از بحث گروهی و ارائه توضیحات نسبت به برطرف کردن آن‌ها اقدام شود. در ادامه سئوالاتی در مورد ارتباط زمان انجماد و زمان تخلیه قالب با نقطه ذوب در کلاس مطرح شود و پس از شنیدن پاسخ هنرجویان به روش بحث گروهی و ارائه توضیحات نسبت به رفع اشکال اقدام شود. در ادامه توضیحات لازم در مورد نقطه ذوب و ارتباط آن با زمان تخلیه قالب در کلاس ارائه گردد. و در صورت وجود اشکال نسبت به برطرف کردن آن اقدام شود.

گفت‌وگو

با نمایش تصویر اشکال مختلف آب به هنرجو در کلاس فرصت مناسب داده شود تا پرسش‌ها را پاسخ داده و در مورد تصاویر و سوالات بحث گروهی داشته باشند.

انجماد و انواع آن توضیح داده شود. با کمک تصاویر انواع انجماد به طور جداگانه توضیح داده شده و با هم مقایسه شود. همچنین تاثیر انواع انجماد بر زمان انجماد توضیح داده شود.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه دوازدهم (پیشنهادهی)

خود ارزیابی توسط هنرجو کل نمره: ۱ نمره		
مولفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر
تاثیر نقطه ذوب بر زمان تخلیه قالب را می دانم.		
تعریف انجماد و انواع آن را می دانم.		
در حفاظت از ابزار جدید دارم.		
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می دهم.		
بارم کل		

ارزشیابی توسط هنرآموز		
مولفه‌های ارزشیابی	بارم	نمره دریافتی
تاثیر نقطه ذوب بر زمان تخلیه قالب را فهمیده است.	۱	
انجماد و انواع آن را می داند.	۰/۷۵	
نتایج را به درستی بررسی کرده است.	۰/۷۵	
در حفاظت از ابزار جدید دارد.	۰/۲۵	
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می دهد.	۰/۲۵	
نکات زیست محیطی را رعایت می کند.	۰/۲۵	
به اخلاق حرفه‌ای آگاهی دارد.	۰/۲۵	
میزان مؤثر بودن در کار گروهی	۰/۲۵	
نمره گزارش کار هنرجو	۰/۲۵	
نمره خود ارزیابی هنرجو	۱	
جمع	۵	

جلسه سیزدهم

انجماد- قالبگیری، مذابریزی و اندازه گیری زمان انجماد

فعالیت ۲ (کار گروهی): قالبگیری، مذابریزی و اندازه گیری زمان انجماد
توصیه های ایمنی و حفاظتی

نکات ایمنی
حفاظتی

از هنرجویان خواسته شود قبل از ورود به کارگاه تجهیزات ایمنی شخصی شامل لباس کار، کفش ایمنی، دستکش، کلاه ایمنی، ماسک و عینک را حتماً استفاده نمایند و سپس وارد کارگاه شوند و از ورود هنرجویانی که از تجهیزات ایمنی شخصی استفاده نکرده اند به کارگاه جداً جلوگیری به عمل آید.

وسایل و مواد مورد نیاز

۱-	درجه قالب گیری	۸ عدد
۲-	جعبه ابزار قالبگیری	۸ عدد
۳-	کوره زمینی ترجیحاً بوته ثابت	۱ عدد
۴-	بوته نمره ۶۰	۱ عدد
۵-	شارژ برنج قرمز (از برنج قرمز موجود در کارگاه برای ذوب استفاده نمایید و در صورت امکان آلیاژ سازی نکنید)	۵۰ کیلوگرم
۶-	ابزار کمک ذوب مانند (همزن، سرباره گیر، ملاقه، انبر شارژ و کلاهک خورنده)	هر کدام ۲ عدد
۷-	لوازم کیفی مذاب مانند (براکس، کرین و یا کلسیم)	به مقدار کافی
۸-	لوازم ایمنی مانند (لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک تنفسی و عینک)	هر کدام ۳ عدد

	ایمنی)	
۲ عدد	ترموکوپل	۹-
۳ عدد	زمان سنج	۱۰-

کار عملی

در ابتدا توضیحات جامع و کامل در ارتباط با نکات ایمنی و بهداشتی خارج کردن مدل از قالب در کارگاه ارائه شود.
از هنرجویان خواسته شود گروه‌های دو نفری تشکیل داده تا مدل شکل ۶ کتاب درسی را قالبگیری کنند.

در هنگام قالبگیری نکات زیر را کاملاً رعایت کنند تا نتایج کار عملی دقیق تر باشد.

- ۱ برای هر فوق ذوب یک گروه قالبگیری انجام دهد.
- ۲ همه گروه‌ها، از لوله راهگاه تقریباً یکنواخت و یک اندازه استفاده نمایند.
- ۳ سیستم راهگاهی قالب همه گروه‌ها، شبیه همدیگر باشد.
- ۴ با نظارت خود درجه حرارت فوق ذوب را با شرایط جدول ۴ کتاب درسی به وسیله ترموکوپل کنترل نمایند.
- ۵ در هنگام مذاب‌ریزی یکنواختی در جریان مذاب وجود داشته باشد.
- ۶ پس از پر شدن کامل قالب به وسیله زمان سنج شروع به اندازه گیری زمان انجام کنند.
- ۷ نتایج کار گروهی (سه گروه) را در جدول زیر ثبت کرده و نتایج آن را بررسی کنند.

جدول ۴

مراحل آزمایش	زمان انجماد قطعه (برحسب ثانیه)
	گروهها
ذوبریزی با فوق ذوب ۲۰ °C	
ذوبریزی با فوق ذوب ۱۰ °C	
ذوبریزی بدون فوق ذوب	
بررسی نتایج	----- ----- -----

توصیه‌های ایمنی و حفاظتی برای هنرآموز

نکات ایمنی حفاظتی

- ۱ هنرجویان باید در هنگام مذابریزی لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک تنفسی و عینک ایمنی به تن داشته باشند.
- ۲ از خشک بودن قالب کاملاً اطمینان حاصل کنند.
- ۳ برای جلوگیری از فشار مذاب به سمت بالا روی درجه‌ها وزنه گذاری کنند.
- ۴ به دلیل تولید گاز زیاد در کارگاه از تهویه مناسب استفاده کنید
- ۵ در هنگام ذوبریزی نظارت کامل صورت گیرد.
- ۶ از دستکش نسوز و انبر جهت انتقال قطعه استفاده نمایند.
- ۷ از شوخی کردن در هنگام کار بپرهیزند.

نکته زیست محیطی

نکات زیست محیطی

سرباره‌های را جمع‌آوری نموده و درون مخزن سرباره بریزند.

نکته کلیدی برای هنرآموزان

برای جلوگیری از تبخیر شدن روی، از فلاکس (براکس و یا شیشه) استفاده نمایید هرگز قطعه خارج شده از قالب را با آب سرد نکنند.

نکته

نتایج جلسه یازدهم، دوازدهم و سیزدهم را با هم مقایسه کنند. تا بیشتر با انجماد پوسته‌ای و خمیری آشنا شوند.

گفت‌وگو

گزارش کار هنرجویان را بررسی کنید تا تاثیر بیشتر انجماد پوسته‌ای و خمیری را درک کرده باشند.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه سیزدهم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو			کل نمره: ۱ نمره
مولفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر	
تعریف انجماد و انواع انجماد را یاد گرفتم.			
مدل شکل ۶ را می‌توانم قالبگیری کنم.			
تاثیر نوع انجماد را بر زمان خارج کردن قطعه فهمیدم.			
در حفاظت از ابزار جدیت دارم.			
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهم.			
بارم کل			

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مولفه‌های ارزشیابی
	۰/۵	تعریف انجماد و انواع انجماد را یاد گرفته است.
	۰/۵	مدل شکل ۶ را می‌تواند قالبگیری کند.
	۰/۵	نتایج را به درستی بررسی کرده است.
	۰/۵	تاثیر نوع انجماد را بر زمان خارج کردن قطعه فهمیده است.
	۰/۵	با دستگاه ترموکوپل و زمان سنج می‌تواند کار کند.
	۰/۲۵	در حفاظت از ابزار جدیت دارد.
	۰/۲۵	نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهد.
	۰/۲۵	نکات زیست محیطی را رعایت می‌کند.
	۰/۲۵	به اخلاق حرفه‌ای آگاهی دارد.
	۰/۲۵	میزان مؤثر بودن در کار گروهی
	۰/۲۵	نمره گزارش کار هنرجو
	۱	نمره خود ارزیابی هنرجو
	۵	جمع

جلسه چهاردهم

شکل قالب

شکل قالب

گفت و گو کنند

به هنرجو در کلاس فرصت مناسب داده شود تا پرسش‌ها را پاسخ داده و در مورد تصاویر کتاب و سوالات بحث گروهی داشته باشند.

گفت‌وگو

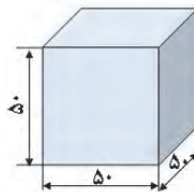
به کمک تصاویر کمکی تفاوت سطح به حجم اشکال مقایسه شود. بعد از این مقایسه تاثیر این دو پارامتر را به وسیله قانون چورنیف توضیح داده شود.

نکته کلیدی برای هنرآموزان: مثال زیر را روی وایت برد نوشته و حل کنید

نکته

مثال: زمان انجماد قطعه‌ای از جنس آلومینیم که در قالب ماسه‌ای ریخته‌گری شده با مشخصات زیر را محاسبه نمایید؟

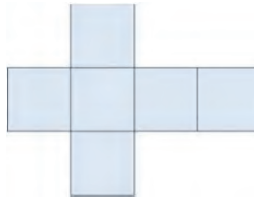
طول، عرض و ارتفاع $a=b=c=50\text{ Cm}$ و $K=2/3 \frac{\text{Min}}{\text{cm}^2}$



شکل قطعه ریختگی

یک ضلع به توان $V=3$

$$V = a^3 \quad V = 50^3 = 125000 \text{ cm}^3$$



شکل سطح گسترده مکعب

$$A = 6 \times \text{مساحت مربع}$$

$$A = a^2 \times 6$$

$$A = 50 \times 50 \times 6 = 15000 \text{ cm}^2$$

$$\text{زمان برحسب ثانیه } 159/72 \times 60 = 9583/2$$

$$t = K_0 \left(\frac{V}{A} \right)^2 \quad t = 2/3 \times \left(\frac{125000}{15000} \right)^2 = 159/72 \text{ Min}$$

یا

$$\text{زمان برحسب ثانیه } 159/72 \times 60 = 9583/3$$

$$t = 2/3 \times \text{دقیقه}$$

$$t = K_0 \left(\frac{V}{A} \right)^2 \left(\frac{50}{6} \right)^2 = 159/72 \text{ Min} \quad t = K_0 \left(\frac{a^3}{6a^2} \right)^2$$

فعالیت ۴ (کار گروهی): محاسبات زمان انجماد


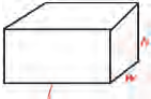
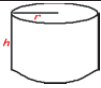

در صورتیکه حجم اشکال جدول (۳-۴) 1000 cm^3 و ثابت انجماد برای قطعه فولادی ریخته‌گری شده در قالب ماسه ای $k=2/1$ باشد زمان انجماد را برای این اشکال محاسبه کرده و جدول زیر را کامل کنید. (جهت یاد آوری فرمول‌های سطح از دستینه استفاده کنید).

جدول

زمان انجام (نسبت به کره)	زمان انجام (برحسب دقیقه)	مدول انجماد (M)	محاسبات	اشکال
۱			$D=۱۲۴/۱\text{ mm}$	کره
			$D=H=۱۰۸/۴\text{ mm}$	استوانه
			$A=۱۰۰\text{ mm}$	مکعب
			$A=B=۴۶/۴\text{ mm}$ و $C=۴۶۴\text{ mm}$	مکعب مستطیل
.....			بررسی نتایج	

با کمک جدول زیر روی محاسبات اشکال نظارت شود.

جدول

	$\text{حجم } V = L^3$ $\text{سطح } S = 6L^2$
	$\text{حجم } V = Lwh$ $\text{سطح } S = 2Lw + 2Lh + 2wh$
	$\text{حجم } V = \pi r^2 h$ $\text{سطح } S = 2\pi r h + 2\pi r^2$
	$\text{حجم } V = \frac{4}{3}\pi r^3$ $\text{سطح } S = 4\pi r^2$

به هنرجو در کلاس فرصت مناسب داده شود تا پرسش‌ها را پاسخ داده و همچنین نتایج محاسبات را بررسی نمایند.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه چهاردهم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو کل نمره: ۱ نمره		
مولفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر
محاسبه زمان انجام را یاد گرفتم و می‌توانم محاسبات را انجام دهم.		
در حفاظت از ابزار جدیت دارم.		
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهم.		
بارم کل		

ارزشیابی توسط هنرآموز		
مؤلفه‌های ارزشیابی	بارم	نمره دریافتی
محاسبه زمان انجماد را یاد گرفته است.	۱	
محاسبات زمان انجماد را انجام می‌دهد.	۱/۵	
در حفاظت از ابزار جدیت دارد.	۰/۲۵	
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهد.	۰/۲۵	
نکات زیست محیطی را رعایت می‌کند.	۰/۲۵	
به اخلاق حرفه‌ای آگاهی دارد.	۰/۲۵	
میزان مؤثر بودن در کار گروهی	۰/۲۵	
نمره گزارش کار هنرجو	۰/۲۵	
نمره خود ارزیابی هنرجو	۱	
جمع	۵	

جلسه پانزدهم شبیه سازی انجماد

شبیه سازی انجماد

شبیه سازی انجماد بصورت کلی توضیح داده شود.

نمایش فیلم

فیلمی در ارتباط با شبیه سازی مراحل انجماد در قطعات ریختگی در کلاس نمایش داده شود.

پس از نمایش فیلم از هنرجویان خواسته شود برداشت خود از فیلم را در کلاس ارائه نمایند. در صورت وجود اشکال به صورت بحث گروهی و ارائه توضیحات نسبت به برطرف نمودن اشکالات اقدام لازم صورت پذیرد. سپس مجدد فیلم در کلاس نمایش داده شود و هر مرحله به طور کامل توضیح داده شود.

نکته

استفاده از نرم افزار شبیه سازی: استفاده از نرم افزار شبیه سازی علاوه بر دیدن فیلم به یادگیری این موضوع کمک بیشتری می کند.

فعالیت ۵ (کار گروهی): قالب گیری، مذاب ریزی و اندازه گیری زمان انجماد

توصیه های ایمنی و حفاظتی

نکات ایمنی حفاظتی

از هنرجویان خواسته شود قبل از ورود به کارگاه تجهیزات ایمنی شخصی شامل لباس کار، کفش ایمنی، دستکش، کلاه ایمنی، ماسک و عینک را حتماً استفاده نمایند و سپس وارد کارگاه شوند و از ورود هنرجویانی که از تجهیزات ایمنی شخصی استفاده نکرده اند به کارگاه جداً جلوگیری به عمل آید.

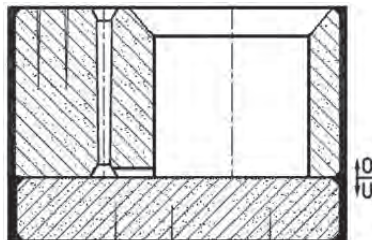
وسایل و مواد مورد نیاز

۸ عدد	درجه قالب گیری	۱-
۸ عدد	جعبه ابزار قالبگیری	۲-
۱ عدد	کوره زمینی ترجیحاً بوته ثابت	۳-
۱ عدد	بوته نمره ۶۰	۴-
۱۶ کیلوگرم	شارژ آلومینیوم	۵-
هر کدام ۲ عدد	ابزار کمک ذوب مانند (همزن، سرباره گیر، ملاقه، انبر شارژ و کلاهک خورنده)	۶-
به مقدار کافی	لوازم کیفی مذاب مانند (کاورال، قرص دگازور، قرص جوانه زا)	۷-
هر کدام ۳ عدد	لوازم ایمنی مانند (لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک تنفسی و عینک ایمنی)	۸-
۲ عدد	ترموکوپل	۹-
۳ عدد	زمان سنج	۱۰-

کار عملی

در ابتدا توضیحات جامع و کامل در ارتباط با نکات ایمنی و بهداشتی خارج کردن مدل از قالب در کارگاه ارائه شود.

گروه‌های دو نفری تشکیل داده تا یکی از مدل‌های ساخته شده جدول ۶ را بصورت رو باز مانند نقشه قالبگیری شکل زیر قالبگیری کنند.



شکل نقشه قالبگیری

در هنگام قالبگیری نکات زیر را کاملاً رعایت کنند تا نتایج کار عملی دقیق تر باشد.

- ۱ هر مدل را یک گروه قالبگیری کند.
- ۲ همه گروه‌ها، از لوله راهگاه تقریباً یکنواخت و یک اندازه استفاده نمایند.
- ۳ همه گروه‌ها، سیستم راهگاهی قالب شان شبیه همدیگر باشد.
- ۴ در هنگام مذاب‌ریزی یکنواختی در جریان مذاب وجود داشته باشد.
- ۵ با پر شدن کامل قالب به وسیله زمان سنج شروع به اندازه گیری زمان انجماد کنند.
- ۶ نتایج کار گروهی (سه گروه) را در جدول زیر ثبت کرده و نتایج آن را بررسی کنند.

جدول

محاسبات	مدل‌ها	زمان انجماد عملی (بر حسب دقیقه)	درصد زمان انجماد (نسبت به استوانه)
	استوانه		۱۰۰
	استوانه		
	مکعب		
	مکعب مستطیل		
بررسی نتایج			

توصیه‌های ایمنی و حفاظتی برای هنرآموز

- ۱ در هنگام مذاب‌ریزی لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک تنفسی و عینک ایمنی به تن داشته باشند.

۲ از خشک بودن قالب کاملاً اطمینان حاصل کنند.

۳ در هنگام ذوب‌ریزی نظارت کامل صورت گیرد.

۴ از دستکش نسوز و انبر جهت انتقال قطعه استفاده نمایند.

۵ از شوخی کردن در هنگام کار بپرهیزند.

نکته زیست محیطی

سرباره‌های را جمع‌آوری نموده و درون مخزن سرباره بریزند.

نکته کلیدی برای هنرآموزان هرگز قطعه خارج شده از قالب را با آب سرد نکنند.

فعالیت تکمیلی

نتایج را با فعالیت ۳ مقایسه و بررسی کنید. همچنین گزارش آن را در کلاس ارائه نمایند

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه پانزدهم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو کل نمره: ۱ نمره		
خیر	بلی	مolfه‌های خود ارزیابی
		استفاده از نرم افزار شبیه سازی انجماد را یاد گرفتیم.
		مدل شکل های داده را می‌توانم قالبگیری کنم.
		تاثیر شکل قالب بر زمان خارج کردن قطعه را فهمیدیم.
		در حفاظت از ابزار جدیت دارم.
		نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهم.
		بارم کل

نکات

زیست محیطی

نکته

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مولفه‌های ارزشیابی
	۰/۵	استفاده از نرم افزار شبیه سازی انجماد را یاد گرفته است.
	۰/۵	مدل شکل‌های داده شده را می‌تواند قالبگیری کند.
	۰/۵	نتایج را به درستی بررسی کرده است.
	۰/۵	تاثیر شکل قالب بر زمان خارج کردن قطعه را فهمیده است.
	۰/۵	نتایج این فعالیت را با فعالیت ۳ مقایسه و به درستی بررسی کرده است.
	۰/۲۵	در حفاظت از ابزار جدیت دارد.
	۰/۲۵	نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهد.
	۰/۲۵	نکات زیست محیطی را رعایت می‌کند.
	۰/۲۵	به اخلاق حرفه‌ای آگاهی دارد.
	۰/۲۵	میزان مؤثر بودن در کار گروهی
	۰/۲۵	نمره گزارش کار هنرجو
	۱	نمره خود ارزیابی هنرجو
	۵	جمع

جلسه شانزدهم

خارج کردن قطعه از قالب دائم

خارج کردن قطعه از قالب دائم

گفت‌وگو

با نمایش تصویرهای قالب دائم به هنرجو در کلاس فرصت مناسب داده شود تا پرسش‌ها را پاسخ داده و در مورد تصاویر و سوالات بحث گروهی داشته باشند.

جهت یادآوری قالب‌های دائم را تعریف کرده و انواع آن نام برده شود. ابزارخارج کردن قطعه از درون قالب‌های دائم توضیح داده شود. همچنین به این نکته اشاره شود که از صفحه پران برای خارج کردن قطعه در قالب‌ها دایکاست (تحت فشار) استفاده می‌شود.

نمایش فیلم

فیلمی در ارتباط با دستگاه ریخته‌گری تحت فشار (دایکاست) که با استفاده از پران، قطعه از قالب خارج می‌شود در کلاس نمایش داده شود.

در ادامه سؤالاتی در مورد ابزار خارج کردن قطعه از درون قالب پاسخ در کلاس به صورت تعاملی طرح و پاسخ داده شود.

نکات مهم

نکته

- بر اساس حجم و وزن قطعه، صفحه پران هم از نظر ضخامت و شکل تغییر می‌کند.
- در قالب‌های بدون صفحه پران برای خروج قطعه به قسمت سیستم راهگاهی ضربه وارد می‌گردد تا قطعه لق شده و خارج گردد.

- برای قطعات بزرگ که احتمال افتادن آن و تخریب قطعه وجود دارد به کمک جرثقیل قطعه نگه داشته شده سپس توسط صفحه پران از قسمت دوم قالب قطعه جدا می‌گردد.

جدا کردن سیستم راهگاهی، تغذیه و تمیزکاری

مقدمه‌ای درباره جدا کردن سیستم راهگاهی، تغذیه و تمیزکاری قطعه بیان شود.

مراحل تمیزکاری

به مرحله‌ای که به منظور تمیزکاری قطعات ریختگی در بخش تمیزکاری کارگاه انجام اشاره شود.

نمایش فیلم

فیلمی در ارتباط با مراحل تمیزکاری قطعات در کارخانجات ریختگی مطابق با دستورالعمل نمایش فیلم آموزشی در کلاس نمایش داده شود

در ادامه سولاتی در مورد مراحل تمیزکاری قطعات در کارخانجات در کلاس به صورت تعاملی طرح و پاسخ داده شود.

جدا کردن راهگاه و تغذیه قطعه ریختگی

گفت‌وگو

به هنجار در کلاس فرصت مناسب داده شود تا پرسش‌ها را پاسخ داده و بحث گروهی داشته باشند.

برای جداسازی سیستم راهگاهی و تغذیه به دو روش شکستن و برشکاری اشاره شود.

شکستن (جداسازی به وسیله ضربه)

توضیح داده شود که چنانچه آلیاژ شکننده باشد (مانند چدن خاکستری) می توان آن را توسط ضربه به وسیله چکش و یا در محل ویبره قالب (برای جدا کردن قطعه ریختگی از ماسه) شکست. اما این روش دارای این عیب است که امکان ادامه منطقه شکست تا داخل قطعه ریختگی وجود دارد. با توجه به نمودار کتاب می توان این نوع شکست را با نمونه های آزمایش شده مقایسه کرد.

برش کاری

توضیح دهید که اتصالات را می توان توسط ابزار مختلفی مانند اره دستی یا ماشینی، دستگاه های برش، پیکور، هوا برش، دستگاه جوش و برش اکسیژن جدا کرد.

اره های ماشینی

با توجه به اشکال کتاب انواع اره ها را به صورت کلی معرفی شود و بعد از دسته بندی آن ها در مورد هر کدام توضیح داده شود.

در برش کاری دستی احتمال آسیب دیدن فرد وجود دارد.

نکته

دانش افزایی

جدول زیر شرایط مناسب جهت برش کاری آلیاژهای مختلف در هنگام کار با یک ماشین اره نواری، برای بریدن راهگاهها و تغذیه را نشان می دهد.

دانش افزایی

نام آلیاژ	سرعت متر بر دقیقه		فشار برش	ماده خنک کننده	اطلاعات کلی
	دور کم	دور زیاد			
آلیاژهای مس	۱۲۰	۶۰۰	۱۲/۵ کیلو گرم برای ۲۵ میلی متر ضخامت	در صورت چسبیدن براده به ابزار برش باید استفاده شود	با افزایش سختی قطعه سرعت براده برداری کاهش می یابد
آلیاژهای آلومینیم و منیزیم	۱۵۰	۱۰۶۰	کم	در صورت چسبیدن براده به ابزار برش باید استفاده شود	ضخامت بیش از ۱۲/۵ میلی متر سرعت برش را کاهش می دهد
آلیاژهای آهنی (برش نواری)	۱۵۰	۴۵۰	متوسط	در صورت چسبیدن براده به ابزار برش باید استفاده شود	_____

جدول

ماشین های برش

با توجه به تصاویر کتاب انواع اره ها را به صورت کلی معرفی شود و بعد از دسته بندی آنها در مورد هر کدام توضیح مختصری داده شود.

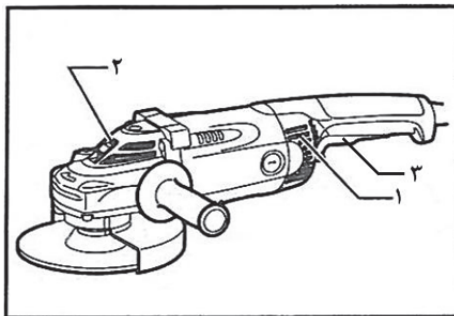
در انواع ماشین‌های برش‌کاری لازم است شرایط مناسب کار نظیر سرعت و فشار برش، ضخامت قطعه ریختگی، نوع خنک‌کننده، نوع وسیله برشی و نوع آلیاژ با دقت تعیین گردند.

فیلمی از نحوه عمل کرد دستگاه ماشین‌های برشی مطابق با دستور العمل نمایش فیلم آموزشی در کلاس نمایش داده شود و سپس درمورد چگونگی برش‌کاری بحث کنند

سنگ برش

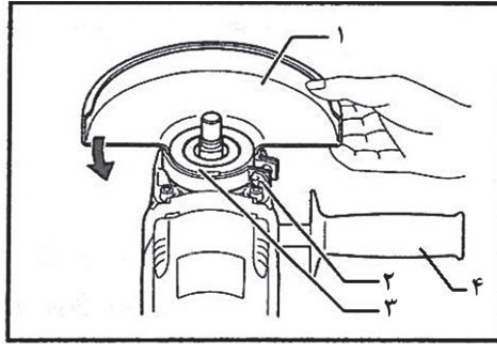
کاربرد گسترده دستگاه سنگ دستی در صنعت برای برش‌کاری و ساب‌کاری قطعات توضیح داده شود.

قسمت‌های دستگاه سنگ زنی



- ۱- مجرای تهویه مکش هوا ۲- مجرای تهویه خروج هوا
۳- کلید خاموش و روشن دستگاه

شکل ۱۲ الف قسمت‌های دستگاه سنگ زنی

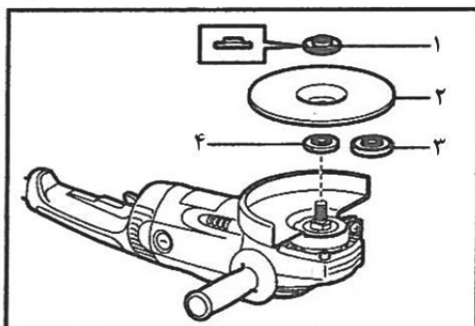


۱- حفاظ صفحه سنگ
۲- پیچ تنظیم حفاظ
۳- محفظه یا تاقان
۴- دسته سنگ
شکل ۱۲ ب قسمت‌های دستگاه سنگ زنی

توصیه‌های ایمنی و حفاظتی برای هنرآموز

نکات ایمنی حفاظتی

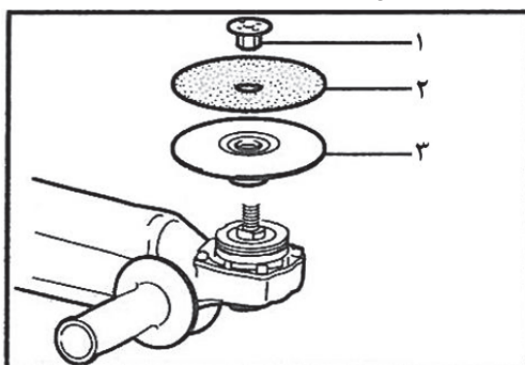
- ۱ در شکل ۱۲ الف برای عمر بیشتر دستگاه باید مجاری ۱ و ۲ کاملاً باز باشد بنابراین مجاری ورودی و خروجی هوا را به هنجریان نشان داده شود.
- ۲ کلید خاموش روشن دستگاه‌ها عموماً با قفل ایمنی همراه بوده که باید با همدیگر گرفته شود تا دستگاه روشن شود.
- ۳ بیشتر هنجریان در لحظه اول که دستگاه روشن می‌شود دچار ترس می‌گردند.
- ۴ برای سلامتی هنجرو حتماً اولین بار به هنجرو کمک کنید تا دستگاه را روشن کند.



۱- مهره قفلی ۲- صفحه سنگ (برش یا ساب)

۳- سوپر فلانچ ۴- فلانچ داخلی

شکل ۱۳ الف قطعات سنگ ساب



۱- مهره قفلی مخصوص ۲- صفحه سنباده

۳- صفحه پلاستیکی

شکل ۱۳ ب قطعات صفحه سنباده

صفحه سنباده و صفحه پلاستیکی به وسیله چسب آهن به هم متصل شده و ثابت می‌گردد.

نکته

توصیه‌های ایمنی و حفاظتی برای هنرآموز

۱ فلانچ داخلی حفره داخلی آن به شکل لبه دار می‌باشد.



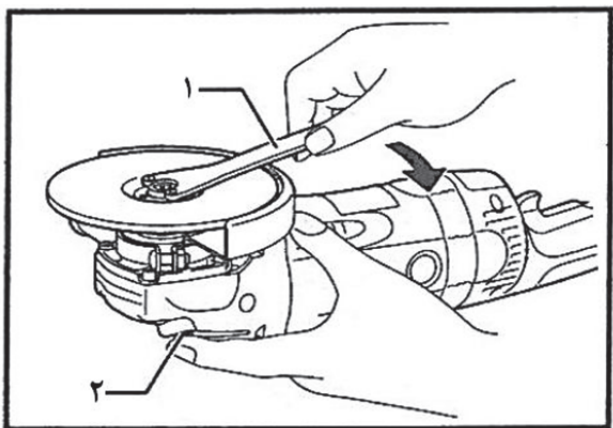
شکل فلانچ داخلی

۲ سوپر فلانچ دو طرف آن لبه برجسته دارد که یک طرف آن لبه کوتاه برای نصب صفحه برش و طرف دیگر داری لبه بلندتر برای نصب صفحه ساب می‌باشد.

۳ در صورتیکه قفل محور دستگاه خراب باشد باید از آچار تخت استفاده شود. بدین صورت که آچار تخت مورد نظر را باید در قسمت پایین محور که دارای لبه تخت است قرار داد و سپس توسط آچار مخصوص مهره قفلی را باز کرد.

طریقه نصب صفحه برش یا ساب روی دستگاه

شکل ۱۴ طریقه نصب صفحه برش نشان می‌دهد که برای توضیح بیشتر به آن دقت شود.



۱- آچار مخصوص مهره قفلی ۲- قفل محور

شکل ۱۴ طریقه نصب صفحه برش

توصیه‌های ایمنی و حفاظتی برای هنرآموز

- دو شاخه دستگاه را از پریز برق خارج کنند.
- با قرار دادن آچار مخصوص درون حفره‌های پیچ مخصوص و گرفتن ضامن دستگاه، آچار را در جهت خلاف عقربه ساعت بچرخانند تا پیچ باز شود.
- پس از باز شدن کامل پیچ، صفحه مستهلک شده را خارج کنند.
- صفحه جدید را روی محور گذاشته و پیچ مخصوص را محکم کنند.

نکات ایمنی
حفاظتی

نکات مهم:

- از درست قرار گرفتن فلانچ داخلی و سوپر فلانچ اطمینان کامل حاصل شود.
- سوپر فلانچ دو رویه بوده و با زیر و رو شدن آن صفحه‌های متفاوت سنگ (ساب و برش) را می‌توان نصب کرد.
- در صورت درست قرار ندادن سوپر فلانچ، صفحه سنگ لق بوده بنابراین نباید از دستگاه استفاده شود.

نکته

برش کاری

برش کاری به وسیله مشعل گازی

با توجه به تصاویر کتاب، برش کاری با مشعل گازی توضیح داده شود. همچنین در مورد برش کاری انواع آلیاژهای آهنی نظیر چدن‌ها و فولادهای آلیاژی که در مقابل اکسیداسیون مقاوم بوده بیان شود که نمی‌توان آنها را براساس روش‌های توضیح داده شده برش کاری نمود. لذا برای رفع این مشکل مشعل هائی وجود دارند که توسط آنها از یک طرف پودر آهن (پیش گرم شده توسط مشعل) را روی محل برش کاری پاشیده و از طرف دیگر شعله اکسی استیلن را در آن نقطه متمرکز می‌نمایند. در این شرایط مجموعه جریان اکسیژن و پودر آهن که در اثر تماس با حرارت گرم شده، به شدت اکسید می‌گردد، بنابراین برش کاری راهگاه‌ها و تغذیه‌ها در این گونه آلیاژها امکان پذیر می‌شود.

دانش افزایی

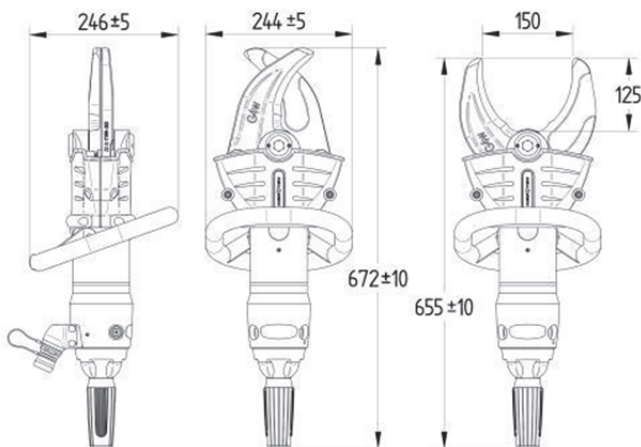
دانش افزایی

قیچی‌های برش کاری (پیکور)

شکل زیر قیچی برش کاری را نشان می‌دهد.



شکل قیچی برش کاری



نمای جانبی

نمای روبرو

شکل شماتیک قیچی برش کاری

برای جدا کردن سیستم راهگامی و تغذیه قطعات آهنی و غیر آهنی از قیچی‌های برش کاری استفاده می‌شود. نیروی محرکه این قیچی‌ها برقی و یا بادی (پنوماتیکی) می‌باشد. قیچی‌های برش کاری دستی که امروزه استفاده می‌شوند بیشترین نسبت فشار برش کاری به قدرت اعمالی را در اختیار دارند. با طراحی دقیق تیغه‌ها، برش کنترل شده و یکنواختی بوجود می‌آید. همچنین قیچی‌های بادی عاری از هرگونه شوک حرکتی به کاربر می‌باشد.

در ذیل به مزیت این قیچی‌ها اشاره شده است ولی مهمترین مزیت این قیچی‌ها نیروی برش کاری بسیار بالای آن است.






- بیشترین نسبت فشار به قدرت
- توانایی برش انواع سطوح
- توانایی برش سخت‌ترین اتصالات
- قابلیت تعویض تیغه‌ها برای رسیدن به مقطع برش مناسب

- بدون اعمال شوک حرکتی به کاربر در زمان برش کاری

شکل قبل چگونگی عملکرد قیچی بادی را نشان می‌دهد این قیچی‌ها وزنی حدود ۱۲ تا ۱۳ کیلوگرم دارد.

جدول زیر شکل و اندازه مقطع برش را که می‌توان به وسیله قیچی‌های برش بادی برش داد برحسب اینچ و میلی‌متر نشان داده شده است.

جدول

شکل مقطع برش	میلگرد		تسمه		لوله		پروفیل		نبشی	
اندازه مقطع برش ↓										
	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm
1	3/8	9.5	1/4 x 1/2	6.4 x 13.7	3/8 0.68 x 0.09	17.2 x 2.2	1/2 x 0.06	12.7 x 1.5	1/2 x 1/8	12.7 x 3.17
2	1/2	12.7	1/4 x 1	6.4 x 25.4	3/4 1.05 x 0.11	26.6 x 2.79	1 3/4 x 0.06	19.1 x 1.5	1 x 1/8	25.4 x 3.17
3	5/8	15.8	1/4 x 2	6.4 x 50.8	1 1.32 x 0.13	33.5 x 3.3	1 x 0.08	25.4 x 2	1 1/4 x 3/16	31.7 x 4.8
4	3/4	19.1	1/4 x 3	6.4 x 76.2	1 1/4 1.66 x 0.14	42.2 x 3.2	1 1/4 x 0.12	31.7 x 3	1 1/2 x 3/16	38.1 x 4.8
5	7/8	22.2	1/4 x 4	6.4 x 101.6	1 1/2 1.90 x 0.15	48.3 x 3.2	1 1/2 x 0.12	38.1 x 3	1 1/2 x 1/4	38.1 x 6.35
6	1	25.4	3/8 x 3	9.5 x 76.2	2 2.38 x 0.15	60.5 x 3.8	1 3/4 x 0.12	44.5 x 3	1 3/4 x 1/4	44.5 x 6.35
7	1 1/4	31.8	3/8 x 4	9.5 x 101.6	2 1/2 2.88 x 0.20	73.2 x 5.1	2 x 0.15	50.8 x 3.8	1 1/2 x 3/8	38.1 x 9.5
8	1 1/2	38.1	3/8 x 5	9.5 x 126	3 3.50 x 0.22	88.9 x 5.6	2 1/2 x 0.19	63.5 x 4.6	2 x 3/8	50.8 x 9.5
9	1 3/4	44.45	3/8 x 6	9.5 x 152.4	3 1/2 4.00 x 0.23	101.6 x 5.8	3 x 0.19	76.2 x 4.8	2 1/2 x 3/8	63.5 x 9.5

به وسیله این روش می‌توان اضافات قطعات ریختگی مقاوم در مقابل اکسیداسیون نظیر چدن‌ها، فولادها ۸- ۱۸ (۱۸ درصد کرم و ۸ درصد نیکل)، فولادهای پر کرم و فولادهای مقاوم در مقابل حرارت را جدا کرد.

دانش افزایی

دانش افزایی

انتخاب نازل و فشار اکسیژن مناسب برای مشعل بستگی به ضخامت اتصال راهگاه و یا تغذیه به قطعه ریختگی دارد. در جدول ۸ این شرایط نشان داده شده اند.

جدول ۸

مقدار اکسی استیلین M^3/h	مقدار اکسیژن M^3/h	سرعت برش mm/min	فشار اکسیژن $10^6 N/mm^2$	قطر نازل مشعل cm	ضخامت قطعه ریخته گری cm
۰/۳۶-۰/۴۵	۳/۶۰-۴/۵۰	۲۲۸/۶-۴۵۷/۲	۱۹۳۰۶۰-۲۷۵۸۰۰	۰/۱۱-۰/۱۵	۲/۵۴
۰/۴۵-۰/۵۶	۵/۲۳-۶/۵۴	۱۵۲/۴-۲۲۰/۲	۱۵۱۶۹۰-۲۴۴۷۵۰	۰/۱۷-۰/۲۰	۵/۰۸
۰/۴۵-۰/۶۵	۵/۸۶-۸/۲۱	۱۰۱/۶-۲۵۴	۲۲۷۵۳۵-۳۷۹۲۲۵	۰/۱۷-۰/۲۰	۱۹/۳۵
۰/۵۶-۰/۷۳	۶/۶۵-۱۰/۹۸	۱۰۱/۶-۲۰۳/۲	۲۸۹۵۹۰-۴۱۳۷۰۰	۰/۲۰-۰/۲۱	۱۰/۱۶
۰/۷۰-۰/۹۰	۱۱/۳۲-۱۶/۰۵	۷۶/۲-۱۳۷/۱۶	۲۴۸۲۲۰-۵۵۱۶۰۰	۰/۲۴-۰/۲۵	۱۵/۲۴
۱-۱/۳۰	۱۷/۲۷-۲۱/۲۴	۴۸/۲۶-۸۱/۲۸	۴۵۵۰۷۰-۶۶۱۹۲۰	۰/۲۵-۰/۲۷	۲۵/۴
۱/۱۸-۱/۵۵	۲۰/۳۹-۲۵/۶۲	۳۵/۵۶-۶۶/۰۴	۲۹۹۹۱۰-۵۹۲۹۷۰	۰/۲۷-۰/۳۰	۳۰/۴۸
	۴۵/۳۱-۸۴/۹۶		۱۵۱۶۹۰-۳۳۰۹۶۰	۰/۵۶-۰/۸۴	۶۰/۹۶
	۸۴/۹۶-۱۳۰/۲۷		۸۲۷۴۰-۲۶۲۰۱۰	۰/۷۳-۱/۲۷	۹۱/۴۴

انبار کردن راهگاه، تغذیه و قطعات برگشتی

توضیح داده شود که جداسازی و انبار کردن قراضه و برگشتی می‌تواند بر اساس رنگ، چگالی و ربایش صورت می‌گیرد. که جداول کتاب می‌تواند به توضیح بیشتر کمک کند.

چگالی

مقدار ماده‌ای است که واحد حجم اشغال می‌کند را چگالی می‌گویند

فعالیت (کار گروهی)

برای جدا سازی هر فلز از چه عاملی استفاده می‌شود آن عامل را در جدول ۱۰ علامت بزنید.

جدول ۱۰

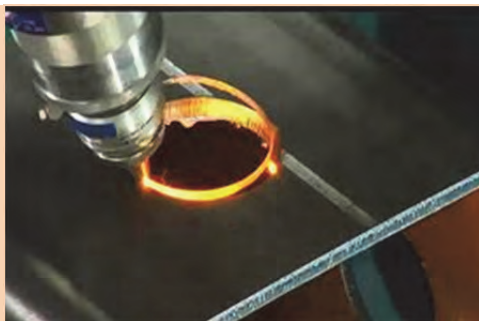
فلزات	فولاد	چدن	برنج	سرب	نیکل	روی	مس	آلومینیوم
عوامل								
رنگ ظاهری یا مقطع شکست								
وزن مخصوص								
ربایش (جذب مغناطیس)								

دانش افزایی

دانش افزایی

برش کاری لیزر

فناوری است که در آن از اشعه لیزر برای برش اجسام استفاده می‌شود که در آن قسمتی از جسم مورد نظر بریده، ذوب، سوخته و یا تصعید می‌گردد و سرباره برش کاری توسط فشار گاز از روی جسم پاک می‌شود و در انتها سطح بریده شده با کیفیت خیلی عالی ایجاد می‌گردد. در این تکنولوژی مواد مختلف با دقت زیاد، سرعت بالا و با قدرت زیادی برش داده می‌شود. به دلیل قطر کم لیزر، برش لیزری، برش بسیار دقیقی بوده و هیچ گونه خطایی ندارد. تقریباً می‌توان روی اکثر فلزات برش لیزری انجام داد، ولی برش لیزری روی فلزاتی مانند فولاد، آهن و آلومینیوم کاربردی تر است. شکل زیر برش کاری لیزری را نشان می‌دهد.



شکل برش کاری لیزری

برش کاری پلاسما

پلاسما یکی از حالت‌های ماده مثل جامد، مایع و گاز است. در واقع حالت چهارم ماده شبیه گاز است و از اتم‌ها تشکیل شده است که تمام یا تعدادی از الکترون‌ها را از دست داده اند (یونیزه شده اند).

برش پلاسما پروسه‌ای است که در آن فولاد یا سایر فلزات در قطرهای مختلف به وسیله یک مشعل برش داده می‌شود. در این برش یک گاز نجیب در برخی موارد (هوای فشرده) با سرعت بالا از نازل دمیده شده و در همان لحظه یک قوس الکتریکی (Electrical ARC) بین گاز در سر نازل با سطح برش ایجاد می‌گردد و گاز به حالت پلاسما در می‌آید. پلاسما به اندازه کافی گرم است تا فلز را ذوب کند و برش صورت پذیرد. هوای فشرده نیز به اندازه‌ای فشار دارد که فلز ذوب شده را از مسیر برش دور کند. شکل زیر برش کاری پلاسما را نشان می‌دهد.



شکل برش کاری پلاسما

فعالیت ۶، ۷ و ۸ (کار گروهی)

توصیه های ایمنی و حفاظتی

نکات ایمنی
حفاظتی

از هنرجویان خواسته شود قبل از ورود به کارگاه تجهیزات ایمنی شخصی شامل لباس کار، کفش ایمنی، دستکش، کلاه ایمنی، ماسک و عینک را حتماً استفاده نمایند و سپس وارد کارگاه شوند و از ورود هنرجویانی که از تجهیزات ایمنی شخصی استفاده نکرده اند به کارگاه جداً جلوگیری به عمل آید.

وسایل و مواد مورد نیاز

۱-	درجه قالب گیری	۸ عدد
۲-	جعبه ابزار قالبگیری	۸ عدد
۳-	کوره زمینی ترجیحاً بوته ثابت	۱ عدد
۴-	بوته نمره ۶۰	۱ عدد
۵-	شارژ چدن خاکستری	۵۰ یا ۱۶ کیلوگرم
۶-	ابزار کمک ذوب مانند (همزن، سرباره گیر، ملاقه، انبر شارژ و کلاهک خورنده)	هر کدام ۲ عدد
۷-	لوازم کیفی مذاب مانند (فرو سیلیسیم)	به مقدار کافی

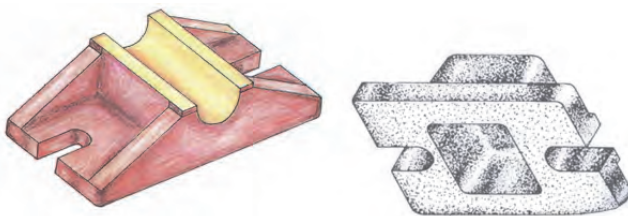
هر کدام ۳ عدد	لوازم ایمنی مانند (لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک تنفسی و عینک ایمنی)	۸-
۷ عدد	چکش	۹-
۲ عدد	دستگاه سنگ زنی	۱۰-
۱ عدد	مشعل گاز	۱۱-
۲ عدد	صفحه ساب و برش	۱۲-
۸ عدد	سوهان	۱۳-

کار عملی

در ابتدا توضیحات جامع و کامل در ارتباط با نکات ایمنی و بهداشتی خارج کردن مدل از قالب در کارگاه ارائه شود.

از هنرجویان خواسته شود گروه‌های دو نفری تشکیل داده تا مدل شکل ۱۵ یا مشابه را قالب گیری کنند.

۱ در صورتی که مدل مذکور در انبار وجود ندارد مدل حجیم که به تعداد همه گروهها کافی باشد را در اختیار هنرجویان قرار دهید.



شکل ۱۵ دو مدل مختلف

۲ مذاب چدن خاکستری را تهیه نمایند.

۳ عملیات مذاب‌ریزی را انجام دهند.

۴ قالب را به محل تخلیه انتقال داده و قطعه را خارج کنند

۵ گروه‌هایی را مشخص کنید تا تعدادی از گروه‌ها سیستم راهگاهی و تغذیه را با ضربه زدن توسط چکش و تعدادی دیگر توسط سنگ برش و تعدادی دیگر توسط مشعل گاز برش‌کاری و جدا کنند.

۶ مشعل را با زاویه حدوداً ۴۵ درجه نسبت به خط عمود بر کار روی محل برش‌کاری یا میز کار قرار داده شود.

۷ فندک بزنید و شیر گاز را به مقدار کم باز شود.

۸ شیر هوا را باز کرده تا شعله کاملاً آبی و به شکل زیر در آید.



شعله مناسب

۹ توسط سنگ ساب قطعه را پرداخت‌کاری نمایند.

توصیه‌های ایمنی و حفاظتی برای هنرآموز

نکات ایمنی حفاظتی

۱ هنرجویان باید در هنگام مذاب‌ریزی لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک تنفسی و عینک ایمنی به تن داشته باشند.

۲ از خشک بودن قالب کاملاً اطمینان حاصل کنند.

۳ در هنگام ذوب‌ریزی نظارت کامل صورت گیرد.

۴ از دستکش نسوز و انبر جهت انتقال قطعه استفاده نمایند.

۵ از شوخی کردن در هنگام کار بپرهیزند.

- ۶ در هنگام تعویض سنگ از خارج بودن دو شاخه از برق اطمینان کامل حاصل شود.
- ۷ در هنگام تعویض سنگ از نصب صحیح صفحه سنگ اطمینان کامل حاصل شود.
- ۸ تعویض سنگ باید با نظارت کامل صورت گیرد.
- ۹ در هنگام گذاشتن سوپر فلانچ دقت نمایند تا لبه قرار گرفتن صفحه برش و یا ساب دقیقاً درون صفحه قرار گیرد.
- ۱۰ قبل از سنگ زنی از نصب بودن حفاظ صفحه سنگ، جهت صحیح آن و محکم بودن آن اطمینان حاصل شود.
- ۱۱ در هنگام کار با دستگاه سنگ استفاده از لوازم ایمنی دستکش کار، عینک و ماسک الزامی است.
- ۲ در هنگام مذاب‌ریزی لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک تنفسی و عینک ایمنی به تن داشته باشند.
- ۱۳ در هنگام کار با مشعل گاز برش‌کاری استفاده از لوازم ایمنی دستکش کار، عینک و ماسک الزامی است.
- ۱۴ با نظارت هنرآموز و استادکار عملیات برش‌کاری صورت گیرد.
- ۱۵ مشعل را با زاویه حدوداً ۱۰ تا ۲۰ درجه نسبت به خط عمود برکار روی محل برش‌کاری نگه دارند و سپس شروع به برش‌کاری کنند.

نکته زیست محیطی

- ۱ سرباره‌ها را جمع‌آوری نموده و درون مخزن سرباره بریزند.
- ۲ ماسه‌های سوخته شده را درون ماسه دان نریزند.

نکات
زیست محیطی

نکته کلیدی برای هنرآموزان: هرگز قطعه خارج شده از قالب را با آب سرد نکنند.

نکته

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه شانزدهم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو کل نمره: ۱ نمره		
مولفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر
روش‌های جدا کردن سیستم راهگاهی، تغذیه و تمیزکاری را فهمیدم.		
مدل شکل داده شده را می‌توانم قالبگیری کنم.		
می‌توانم سیستم راهگاهی، تغذیه را جداسازی کنم و تمیزکاری قطعه را انجام دهم.		
در حفاظت از ابزار جدیت دارم.		
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهم.		
بارم کل		

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مولفه‌های ارزشیابی
	۰/۵	روش‌های جداکردن سیستم راهگاهی، تغذیه و تمیزکاری را فهمیده است.
	۰/۵	مدل شکل‌های داده شده را می‌تواند قالبگیری کند.
	۰/۷۵	می‌تواند سیستم راهگاهی، تغذیه را جداسازی کند.
	۰/۷۵	می‌تواند تمیزکاری قطعه را انجام دهد.
	۰/۲۵	در حفاظت از ابزار جدیت دارد.
	۰/۲۵	نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهد.
	۰/۲۵	نکات زیست محیطی را رعایت می‌کند.
	۰/۲۵	به اخلاق حرفه‌ای آگاهی دارد.
	۰/۲۵	میزان مؤثر بودن در کار گروهی
	۰/۲۵	نمره گزارش کار هنرجو
	۱	نمره خود ارزشیابی هنرجو
	۵	جمع

فصل ۴

ذوب‌ریزی

تأثیر درجه حرارت در سلامت قطعه و وسایل اندازه گیری درجه حرارت در ریخته گری

مقدمه

برای تدریس این قسمت در ابتدا مقدمه‌ای مختصری از تعریف «ریخته‌گری» بیان کنید.

تعریف ریخته‌گری: ریخته‌گری عبارت است از ذوب فلز یا آلیاژ در دمای مشخص (توسط کوره) و ریختن آن در محفظه‌ای به نام قالب، تا پس از انجماد قطعه مورد نظر با خواص مکانیکی مطلوب بدست آید.

سپس درباره درجه حرارت و تغییراتی که بر روی ساختار اتمی فلزات در اثر افزایش دما رخ می‌دهد، صحبت کنید. سعی کنید با نمایش تصاویر مناسب یا فیلم جهت درک بهتر هنرجو، راندمان یادگیری را بالا ببرید. در هر قسمت که لازم می‌دانید یک سؤال از هنرجویان بپرسید تا ذهن هنرجویان درگیر مسئله مطرح شده گردد و فضای رقابتی بین آنها ایجاد شود. مثلاً بپرسید که درجه حرارت چه تاثیری بر روی کیفیت مذاب دارد.

۱ اگر دمای مذاب بیش از حد استاندارد (فوق ذوب) بالا رفته باشد، عموماً عیوبی چون ماسه سوزی - حفره‌های گازی و.... در قطعه ایجاد می‌شود.

۲ اگر دمای مذاب کمتر از حد استاندارد (فوق ذوب) باشد، ممکن است عیوبی چون نیامد - سردجوشی - کشیدگی و.... در قطعه ایجاد شود.

الف) کنترل دما و کیفیت ظاهری مذاب:

از هنرجویان در یک بحث گروهی بخواهید که دمای ذوب تعدادی از فلزات نظیر آلومینیوم، چدن، مس و را بگویند و از آنها بپرسید: آیا می‌توان از روی رنگ مذاب

درجه حرارت ذوب فلزات را تشخیص داد؟ پیشنهاد می‌شود هنجاریان را به کارگاه ریخته‌گری برده و مقداری آلومینیم را ذوب کنید تا به دمای بالای ۷۰۰ درجه سانتیگراد برسد. آنگاه مقداری مذاب را از کوره خارج کرده و رنگ مذاب را مرحله به مرحله درحین سرد شدن مذاب به آنها نشان دهید. (توجه کنید که این آزمایش را در زمان غروب یا تاریکی هوا انجام ندهید زیرا در فضای تاریک فلز مذاب هرچند دمایش کم شده باشد ولی رنگ آن تقریباً قرمز کم رنگ دیده می‌شود و باعث خطا در نتیجه گیری می‌شود) همچنین می‌توانید از مدل مارپیچ (spiral) استفاده کرده و میزان سیالیت مذاب را پس از تشخیص دما از روی رنگ مذاب بررسی کنید.

ب) وسایل اندازه گیری درجه حرارت در ریخته‌گری

همانطور که گفته شد ابزارهای اندازه گیری دما به دو دسته: ۱- تماسی ۲- غیر تماسی تقسیم می‌شوند

پیشنهاد می‌شود برای تکمیل جدول فعالیت (۱) کتاب عملیات ذوب از مطالب زیر کمک بگیرید:

۱ دستگاه ترموکوپل برای اندازه گیری دماهای بالا (مثلاً در کوره‌های پخت محصولات سرامیکی) استفاده می‌شود. ترموکوپل‌ها اصولاً در دمای پایین دقت لازم نیستند ولی جهت سنجش دماهای بالاتر از ۵۰۰ درجه سانتیگراد یکی از گزینه‌های خوب می‌باشند.

۲ ترموکوپل‌ها در صنعت دارای کاربردهای بسیار زیادی هستند. از جمله مهمترین کاربردهای ترموکوپل در صنایع را می‌توان در صنایع تولید لوزام گازسوز نام برد. بدین ترتیب که از ترموکوپل جهت ایمن سازی تجهیزات گاز سوز در مواردی که شعله گاز به دلایلی (از جمله باد) خاموش می‌گردد، جهت قطع کردن گاز و جلوگیری از انتشار آن استفاده می‌گردد.

۳ مزایای ترموکوپل: از مزایای آن‌ها می‌توان به سادگی، قیمت مناسب، استحکام و دوام بالا جهت مصارف صنعتی و دقت مناسب اشاره کرد. محدوده اندازه گیری دما

توسط ترموکوپل‌ها وسیع بوده و در شرایط محیطی متفاوت قابل استفاده می‌باشند. ترموکوپل‌ها دارای سرعت پاسخ دهی خوبی بدلیل ثابت زمانی کوچک می‌باشند. از معایب ترموکوپل‌ها، غیر خطی بودن، تماسی بودن (در معرض اغتشاش و شوک و...) و دقت متوسط را می‌توان نام برد. جهت استفاده ترموکوپل در مکان‌هایی که لرزش یا ضربه وجود دارد برای محافظت از سنسور از روکشی بنام ترموول یا غلاف استفاده می‌شود که باعث کاهش سرعت پاسخگویی می‌شود. امتیاز عمده ترموکوپل‌ها محدوده وسیع اندازه‌گیری آنهاست که به طور اسمی از ۱۸۰- تا ۱۸۰۰+ درجه سانتیگراد را در برمی‌گیرد.

ترموکوپل‌ها در تیپ‌های مختلفی وارد بازار می‌گردد که در جدول شماره ۱ بیان شده است.

۴ پیرومتر یا (آذرسنج) نوعی وسیله غیر تماسی است. پیرومتر نوعی ترمومتر با حسگر راه دور است که برای اندازه‌گیری دمای سطح استفاده می‌شود. پیرومترهای مدرن (ترموترهای اینفرارد) یا (مادون قرمز) دمای اشیای خنک‌تر را (زیردمای اتاق) با شار تشعشعی مادون قرمز اندازه‌گیری می‌کنند. اساس کار پیرومتر بر مبنای انرژی ساطع شده از جسم می‌باشد.

لزوم استفاده از پیرومتر

۵ به طور کلی وسایل غیر تماسی هنگامی به کار می‌رود که استفاده از یک نوع تماسی مثل ترموکوپل عملی نباشد. فرآیندهای متعددی در صنعت وجود دارد که اندازه‌گیری دمای آنها یک امر ضروری است مثل اندازه‌گیری دمای کوره‌های القایی و غیره که عدم کنترل دمای تجهیزات می‌تواند موجب خسارت‌های جبران ناپذیری شود. در چنین فرآیندهایی به دلیل بالا بودن دمای فرآیند (بیش از ۱۵۰۰ درجه) نمی‌توان از تجهیزات اندازه‌گیر دما با تماس مستقیم استفاده کرد چون که قرار دادن تجهیزات در چنین دمایی سبب ذوب شدن یا خراب شدن آنها خواهد شد. هم چنین در مواردی که تماس سنسور دما با فرآیند امکان پذیر نیست مثل وقتی که فرآیند متحرک باشد و یا دمای آن خیلی بالا باشد و یا هنگامی که فرآیند دارای

مواد مخرب و زیان آور است از پیرومتر برای اندازه گیری دمای سطح اجسام استفاده می شود.

۶ اندازه گیری دما از طریق تشعشع روش مناسبی برای شرایط بد محیط (مثل ترکیبات شیمیایی قوی و یا فشار و دمای بالا) می باشد. بیشترین کاربرد این سنسورمادون قرمز در کارخانجات و صنایع برای اندازه گیری دمای پیوسته و همچنین برای اندازه گیری دماهای بالا می باشد. معمولاً رنج دمایی این سنسورها $^{\circ}\text{C}$ ۵۰ - تا $^{\circ}\text{C}$ ۳۵۰۰ می باشد.

دانش افزایی

دانش افزایی



شکل (۱) ابزار اندازه گیری غیر تماسی (پیرومتر)

۱- صفحه نمایشگر که بر روی آن دمای مورد نظری برحسب (سانتیگراد - فارنهایت) پس از ثابت شدن درجه حرارت نمایش داده می شود

۲- این دکمه نوع درجه حرارت را برحسب سانتیگراد یا فارنهایت تعیین می کند

۳- هر بار که با این دستگاه در مراحل ذوب و فوق ذوب و... دما را اندازه گیری کنید، این دکمه دماهای مراحل قبلی را نشان می دهد. (حافظه دستگاه است)

۴- ویژگیهای دستگاه را معرفی می کند. (توانایی رنج دمایی و محدودی فاصله اپراتور با مذاب و نوع اشعه تابشی دستگاه را معرفی می کند)

۵-نمایش اشعه مادون قرمز (اینفرارد)

۶-بعد از این که فاصله اپراتور با پاتیل یا بوته مشخص شد (حدوداً ۱/۵ متر با فشار دادن تفنگی دستگاه، اشعه مادون قرمز به مذاب ساطع شده و بر روی صفحه نمایش عددی ظاهر می گردد که با افزایش دما بالا می رود تا در نهایت عدد بر روی صفحه نمایش ثابت گردد.

دانش افزایی

دانش افزایی



شکل (۲) ابزار اندازه گیری تماسی (ترموکوپل)

۱-صفحه نمایشگر که بر روی آن دمای مورد نظر برحسب (سانتیگراد - فارنهایت) پس از ثابت شدن درجه حرارت نمایش داده می شود

۲-لوله لنس (لوله ی به طول حدوداً ۱/۵ متر که به منظور تعیین فاصله اپراتور با مذاب طراحی شده است. انتهای این لوله کج شده است تا به راحتی $\frac{1}{2}$ غلاف در

مذاب قرار گیرد و اپراتور مجبور نباشد که دستگاه را نزدیک مذاب کند)

۳- غلاف (غلاف پوشش نسوزی تقریباً به طول ۳۰-۲۵ سانتی متر و به قطر تقریبی ۴-۵ سانتی متر) می باشد. که روی سر لنس ترموکوپل بسته می شود. (بصورت پین جا می خورد) و سپس توسط اپراتور کنترل کیفیت یا کوره دار به داخل مذاب هدایت می شود.



شکل (۳) غلاف

بعد از یک مرحله ۷ ثانیه‌ای عدد بر روی قسمت دیجیتالی ترموکوپل ثبت می‌شود. عمده‌تاً این غلاف‌های نسوز یکبار مصرف می‌باشند. غلاف‌های قبل از ورود به داخل مذاب رنگ آنها تقریباً "خاکی" مانند است و بعد از خروج از مذاب سوخته و سیاه شده و غیر قابل مصرف می‌شود.

دانش افزایی

دانش‌افزایی

ترموکوپل‌ها انواع مختلفی دارند که طبق جنس فلز و آلیاژ آن به شش دسته ذیل تقسیم می‌شوند.

جدول شماره ۱ (انواع جنس و کاربرد ترموکوپل)

جنس و کاربرد ترموکوپل	محدوده دمایی °C
کرومل Chromel و آلومل Alumel بخاطر استفاده از مس خاصیت ضد اکسیداسیون دارد لذا در کوره‌ها که اکسیداسیون رخ می‌دهد مناسب است.	(۱۳۰۰ تا ۲۵۰ - K)

<p>مس- نیکل Cu-Ni (کنستانتان Constantan) به دلیل احتمال اکسید شدن آهن این ترموکوپل، در صنایع قالب‌ریزی پلاستیک استفاده می‌شود.</p>	<p>J (۸۰۰ تا ۱۸۰-)</p>
<p>فلزات Ni-Cr (کرومل) و Cu-Ni (کنستانتان Constantan)</p> <p>بیشترین حساسیت را دارد و می‌توان از آن در کاربردهای خلاء و مواردی که سنسور در آن حفاظت نشده، استفاده کرد.</p>	<p>E (۹۰۰ تا ۴۰-)</p>
<p>آلیاژ Cu-Ni (کنستانتان Constantan)</p> <p>در صنعت به دلایل زیر بیشتر مورد استفاده می‌گیرد:</p> <p>۱- نسبت به تمام انواع ترموکوپل خطی تر است</p> <p>۲- رنج درجه حرارت مناسبی دارد</p> <p>۳- همچنین از حساسیت خوبی برخوردار است</p>	<p>T (۴۰۰ تا ۲۵۰-)</p>
<p>از Ni-Cr-Si (به نام تجاری نیکروسیل) و Ni-Si-Mg (به نام تجاری نیسیل Nisil) معمولاً در دماهای بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین تحمل این سنسور در برابر اکسید شدن در دماهای بالا بهتر از نوع K می‌باشد</p>	<p>(۱۳۰۰ تا ۲۷۰- N)</p>
<p>از Pt-Rh (پلاتین - رادیوم) با ترکیبات مختلف. (تفاوت این سه نوع R, S, B در میزان پلاتین آنهاست). انواع این ترموکوپل‌ها در اندازه‌گیری با دمای بالا بطور مثال در صنعت شیشه و فولاد به کار می‌روند.</p>	<p>B (۱۸۰۰ تا ۵۰-)</p>

توجه: پارامترهای (k - J- E- T-N-B) نوع تیپ در یک محدودی دمایی بر حسب سانتیگراد و معرف استاندارد ترموکوپل های می باشد.

دانش افزایی:

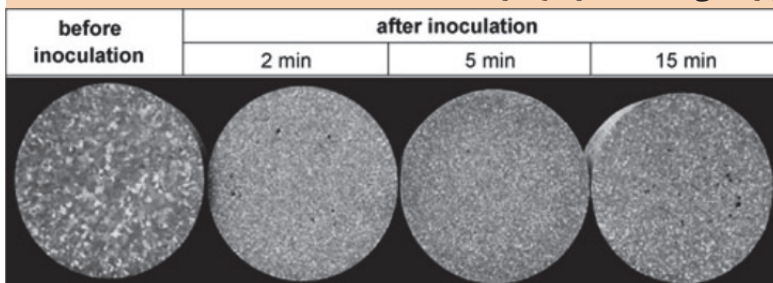
دانش افزایی مربوط به بند (ج) عملیات کیفی بر روی مذاب

اصلاح ساختار و جوانه زنی (Inoculation):

عموما ساختارهای ریز دانه دارای خواص مطلوب تری از ساختارهای درشت دانه می باشند. به این منظور همواره ریخته گران به دنبال یافتن روشهای برای ریز کردن دانه ها هستند. اضافه کردن جوانه را به مذاب متداول ترین روش ریز کردن دانه ها است.

عوامل متعدد و روشهای گوناگونی جهت ریز دانگی آلیاژهای آلومینیوم وجود دارد که در شرایط خاص مورد استفاده قرار می گیرند. بطور عمده به سه روش گرمایی (۱- سرعت سرد کردن ۲- فوق ذوب ۳- فشار)، شیمیایی (۱- مواد جوانه زا ۲- پودر فلزات) و دینامیکی (۱- لرزانش ۲- حبابهای گازی ۳- پوششهای فرار) تقسیم بندی می شوند.

ریز دانگی با استفاده از جوانه زاهای (Sc, Zr, B, Ti)



افزایش برخی عناصر آلیاژی، بدون آنکه تاثیر قابل ملاحظه ای از نظر آلیاژی کردن داشته باشند، باعث ریز شدن دانه ها می شوند.

ریز کننده‌ها ذرات معلق در مذاب هستند که مانند هسته‌های غیر یکنواخت در انجماد عمل می‌کنند و با افزایش مراکز جوانه زنی موجب کوچک و یکنواخت شدن دانه‌ها می‌شوند. نقطه ذوب بالا، شباهت ساختمان کریستالی، قابلیت چسبندگی و آغشته پذیری بالا از مشخصه‌های عمومی این ذرات است. نتایج حاصل از آزمایشات حاکی از این است که استفاده از Ti در حد ۰/۱ تا ۰/۱۵ درصد، جهت ریزدانی آلیاژهای آلومینیوم موثر است. آزمایشات بیشتر نشان داد که B اثر بیشتری در ریز کردن دانه نسبت به Ti دارد. این نتیجه زمانی معکوس می‌شود که آلومینیوم خالص یا آلیاژهای بالای ۹۸٪ آلومینیوم ریخته شود.

Zr در محدوده ۰/۳٪ - ۰/۱٪ بهترین رسوبات را برای جلوگیری از رشد دانه‌ها و بازیابی آنها در آلیاژهای کار شده آلومینیوم دارد. افزودن Zr در آلیاژهای ریختگی آلومینیوم مفید بودن آن را بر روی ریزدانی ثابت می‌کند اما تاثیر کمتری نسبت به Ti دارد.

Sc بر روی ریزدانی آلیاژهای کار شده آلومینیوم موثر است و سبب بهبودی خواص مکانیکی آنها می‌شود. افزایش ۵ - ۰/۰۱ درصد از Sc در آلیاژهای کار شده آلومینیوم سبب بهبود خواص فیزیکی و خواص کششی آن می‌شود.

نکات ایمنی

- ۱ در هنگام ورود به کارگاه، از لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه، ماسک و عینک ایمنی استفاده کنید.
- ۲ از غلاف مرطوب استفاده نکنید.
- ۳ غلاف را بیش از حد مجاز در داخل مذاب، قرار ندهید.
- ۴ پس از خارج کردن غلاف از داخل مذاب آن را در محیط کارگاه رها نکنید.
- ۵ از مواد جوانه زای مرطوب و تاریخ گذشته استفاده نکنید.

نکات ایمنی
حفاظتی

کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه هفدهم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو		کل نمره: ۱ نمره
مولفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر
اجزای ترموکوپل و پیرومتر را می‌دانم		
تعویض غلاف را می‌دانم		
تشخیص حدود دمایی مذاب آلومینیوم را از روی رنگ مذاب می‌دانم		
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دانم.		
بارم کل		

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مولفه‌های ارزشیابی
	۰/۲۵	قسمتهای دستگاه ترموکوپل را می‌شناسد
	۰/۲۵	قسمتهای دستگاه پیرمتر را می‌شناسد
	۰/۲۵	تشخیص حدود دمایی مذاب آلومینیوم را از روی رنگ مذاب می‌داند
	۰/۵	کار با ترموکوپل و پیرومتر را می‌داند
	۰/۵	عواقب ناشی از عدم کیفیت مذاب را می‌داند
	۰/۲۵	تعویض غلاف را می‌داند
	۰/۵	نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهد.
	۰/۲۵	مراحل ذوب و عملیات کیفی مذاب را می‌داند
	۰/۲۵	نقش ساختار و دانه‌بندی در کیفیت قطعه ریختگی می‌باشد
	۰/۲۵	تاثیرجوانه زاهای (Sc, Zr, B, Ti) بر مذاب آلومینیوم را می‌داند
	۰/۲۵	در حفظ ابزار اندازه گیری دما جدیت دارد
	۰/۵	گزارش کار دارد
	۱	نمره خود ارزیابی هنرجو
	۵	جمع

مقدمه

برای تدریس این قسمت در ابتدا تعریف مختصری از ویژگیهای حالت ماده (جامد - مایع - گاز) بیان کنید. سپس با چند سوال زیر، هنرجویان را به یک بحث گروهی دعوت کنید.

۱ یک قطعه ریختگی را برش داده و در سطح مقطع آن حفره‌هایی خالی را مشاهده کنید، به نظر شما علت چه می‌تواند باشد؟

۲ به نظر شما، آیا همه گازها در مذاب فلزات حل می‌شوند؟

۳ گازهایی که در مذاب حل نمی‌شوند چه تاثیری بر روی کیفیت مذاب دارند؟ (مثال بزنید)

معمولاً پس از ریخته‌گری در سطح مقطع قطعات ریختگی، حفره‌های توخالی مشاهده می‌شود. این حفره‌ها، می‌توانند بسیار ریز (درحد میکروسکوپی) و یا به حدی بزرگ باشند که با چشم غیرمسلح دیده شوند، معمولاً این حفره‌ها، در اثر وجود گاز در مذاب ایجاد می‌شود که اصطلاحاً در ریخته‌گری، به آن‌ها مُک گفته می‌شود. عموماً مک‌ها در نتیجه محبوس شدن گاز در مذاب و قطعه ریختگی در حین عملیات ریخته‌گری و انجماد به وجود می‌آیند. مک‌های گازی، از مهم‌ترین عیوب در قطعات ریخته‌گری به شمار می‌روند.

نکات مهم:

۱ مک‌های گازی از مهم‌ترین عیوب در قطعات ریختگی از آلیاژهای مختلف می‌باشد.

۲ واکنش گازها با مذاب به سه حالت می‌باشند. (فیزیکی - شیمیایی - خنثی)
الف- برخی گازها با مذاب واکنش شیمیایی می‌دهند که این واکنش‌ها منجر به تشکیل ترکیبات شیمیایی مانند اکسیدها، نیتrideها، سولفیدها و غیره می‌شود.
ب- بعضی از گازها در مذاب حل می‌شوند؛ مانند هیدروژن در مذاب آلومینیوم.
ج- بعضی از گازها نه با مذاب واکنش شیمیایی می‌دهند و نه در آن حل می‌شوند؛ مانند گازهای خنثی.

۳ منابع تولید گاز در مذاب عبارتند از: هوای محیط، سوخت و محصولات احتراق، مواد نسوز، وسایل و ابزارهای ذوب، مواد شارژ و مواد قالب و ماهیچه.

۴ مهم‌ترین گازهای محلول در مذاب عبارتند از:
($N_2, O_2, H_2, SO_2, CO_2, CO, H_2O$)

۵ گازها برای انحلال در مذاب باید از حالت مولکولی خارج شوند و به حالت اتمی در آیند.

۶ عوامل مؤثر بر انحلال گازها در مذاب عبارتند از: درجه حرارت، فشار و عناصر آلیاژی.

۷ در هنگام انجماد مذاب، گازهای محلول از حالت اتمی خارج و به صورت مولکولی درمی‌آیند. چون حلالیت گازها در حالت جامد نسبت به حالت مذاب کمتر است.

۸ میزان مک‌های ایجاد شده در قطعه‌های ریختگی به عوامل مختلفی بستگی دارد؛ مانند مذاب، نوع انجماد، سرعت سرد کردن مذاب، آخال‌ها، عناصر آلیاژی، سیستم راهگاهی، شکل، اندازه و وزن قطعه.

۹ روش‌های اندازه‌گیری گاز در مذاب عبارتند از: رادیوگرافی قطعات ریخته‌گری شده با مشاهده سطح نمونه قطعه ریخته شده، انجماد نمونه تحت شرایط خلأ، آزمایش وزن مخصوص، اشعه X، روش آلتراسونیک.

۱۰ روش‌های جلوگیری از ایجاد مک‌های گازی عبارتند از: استفاده از شارژ تمیز، کنترل احتراق، جلوگیری از طولانی شدن زمان ذوب و نگه داری مذاب، کاهش سطح مذاب، استفاده از مواد پوششی در سرباره، کنترل درجه حرارت مذاب، جلوگیری از تلاطم مذاب، طراحی سیستم راهگامی مناسب.

۱۱ روش‌های گاززدایی مذاب عبارتند از: استفاده از کاهش فشار خارجی، استفاده از افزایش فشار داخلی در مذاب.

۱۲ روش‌های گاززدایی با استفاده از افزایش فشار داخلی در مذاب عبارتند از: استفاده از گازهای بی‌اثر و استفاده از گازهای فعال

فعالیت ۲

فعالیت

هنرجویان (با توجه به نوع آلیاژ آلومینیوم که در کارگاه موجود است). به کمک هنرآموز بایستی عملیات زیر را انجام دهند:

۱ چند نمونه استوانه‌ای در ابعاد $H = 10$ و $\varnothing = 5$ سانتی‌متر آماده و قالب‌گیری (ماسه‌ای) شود. سپس مذاب (آلیاژ آلومینیوم) را آماده کرده و بدون عملیات گاززدایی اقدام به مذاب‌ریزی شود. برای نتیجه بهتر پیشنهاد می‌شود:

الف) سرعت ذوب‌ریزی را تا جایی که ممکن است ثابت نگهدارید. تا مانع از ایجاد تلاطم گردد

ب) جداره داخلی قالب را خوب بکوبید زیرا مواد قالب خود، یکی از منابع تولید گاز است.

۲ مجدداً عملیات فوق را انجام دهید و این بار با توجه به (جدول شماره ۱) اقدام به گاززدایی مذاب (آلیاژ آلومینیوم) شود.

۳ نمونه‌های ریختگی پس از انجماد و سرد شدن در راستای محور عمودی از وسط برش داده شود و پس از آماده سازی آن را از نظر حفره‌های گازی بررسی شود.

توجه: حفرات انقباضی در این نمونه اکثراً در مرکز قالب تجمع می‌کند (مرکز قالب داغ‌تر است) و هر چه از مرکز قالب به‌طرف جداره می‌روید حفرات پراکنده و کمتر هستند.

فعالیت ۳

با تشکیل گروه‌های دونفره

۱ جدول زیر کامل شود. (از جدول شماره ۲ که در ذیل آمده است یا از جدول شماره ۱ کتاب عملیات ذوب کمک بگیرید)

۲ پس از تکمیل جدول با بررسی جواب‌های دیگر گروه‌ها، نتیجه‌گیری شود

نوع فلز	گاز مضر در مذاب	عنصر مناسب جهت گاز زدایی
مس	اکسیژن	فسفر - کربن - لیتیم - کلسیم
آلومینیم	هیدروژن	ازت-گاز کربنیک و مواد قابل احتراق....
منیزیم	O_2 به صورت ترکیب $<MgO>$	کلر منیزیم - مواد کلرو - اسید بوریک فلوبرات آمونیم
فولاد	H_2 به صورت محلول $[H]_{(Fe)}$	گاز CO_2

دانش افزایی

دانش افزایی

نوع فلز اصلی	گاز	نوع واکنش	نام عملیات	مواد مؤثر بر عملیات کیفی
آلومینیوم	H ₂	انحلالی [H] _{ad}	گاززدایی	ازت، کالر، مخلوط ۷۰-۳۰ و با ۹۰-۱۰ ازت و کالر مواد قابل تبخیر نظیر CCl ₄ , C ₆ Cl ₆ , انواع کلرورها و فلونورهای چندگانه
	O ₂	ترکیبی <Al ₂ O ₃ >	آخال زدایی	کلرورها و فلونورهای سدیم، پتاسیم و گاه کلسیم
فولاد	H ₂	انحلالی [H] _{ad}	گاززدایی	گاز CO در ضمن تصفیه مقدار هیدروژن را کاهش می‌دهد.
	O ₂	انحلالی [O] _{ad} ترکیبی انواع اکسیدها	اکسیژن زدایی فلاکس زنی	منیزیم، آلومینیوم، تیتانیوم، سیلیسیم و آلیاژهای آن‌ها استفاده از فلاکس‌های حاوی کلسیم و سدیم عموماً براساس ترکیبات کربناتی و کاربردی
	S	انحلالی [S] _{ad}	گوگردزدایی	مواد حاوی منیزیم، منگنز، کلسیم، کاربید کلسیم
	N ₂	انحلالی [N] _{ad} ترکیبی نیترورها	گاززدایی	نظیر هیدروژن در آهن Al, Ti نیز می‌توانند نیترورها را خارج سازند، فلاکس‌های کلسیم و منیزیم
مس	H ₂	انحلالی [H] _{ad}	گاززدایی	ازت، گاز کربنیک و مواد قابل تبخیر و در بسیاری موارد اکسیژن زدایی کافی است
	O ₂	انحلالی [O] _{ad} ترکیبی Cu ₂ O	اکسیژن زدایی فلاکس زدایی	فسفر، کربن، لیتیوم، کلسیم فلاکس‌های حاوی سیلیس، براکس و ...
	S	انحلالی [S] _{ad} ترکیبی Cu ₂ O	فلاکس زنی فلاکس زنی	کنترل در مواد شارژ فلاکس‌های حاوی سیلیسیم، براکس و بُر
منیزیم	H ₂	انحلالی [H] _{ad}	گاززدایی	مانند آلومینیوم از ازت بیشتر و کالر کمتر استفاده می‌شود.
	O ₂	ترکیبی <MgO> (Mg, N ₂)	آخال زدایی آخال زدایی	مواد کلرورده، کلرور منیزیم، اسیدبوریک، فلوبرات آمونیم، ترکیبات حاوی گوگرد نظیر فوق

جدول شماره (۲) چگونگی گاززدایی و تصفیه مذاب از گازها و آخالها

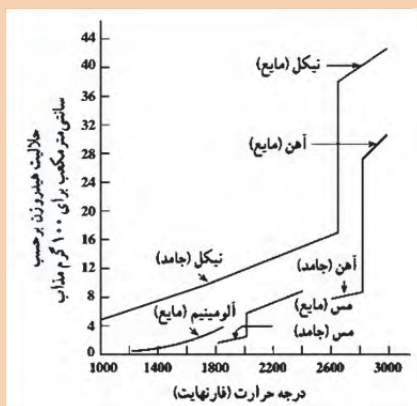
دانش افزایی

دانش افزایی

یکی از مهم‌ترین عوامل در انحلال گازها در مذاب، درجه حرارت مذاب است. انحلال گازها در مذاب با درجه حرارت رابطه مستقیم دارد. یعنی هرچه مقدار درجه حرارت بالاتر باشد انحلال گاز هم زیاد تر خواهد بود. عوامل دیگری چون فشار و عناصر آلیاژی نیز در میزان حل شدن گاز در مذاب نقش دارند. مثلاً قابلیت حل شدن

هیدروژن در مذاب آلومینیم خالص نسبت به آلیاژ آلومینیم - سیلیسیم - منیزیم بیشتر است.

بطور کلی انحلال گاز در فلزات، در حالت مایع نسبت به حالت جامد آن فلز بیشتر است. در نمودار مقابل این موضوع به وضوح نشان داده شده است. (شکل ۵)



شکل (۵) نمودار تاثیر درجه حرارت در حلالیت هیدروژن

جدول شماره (۳) اثر درجه حرارت بر انحلال هیدروژن در آلومینیوم

حالت	درجه حرارت بر حسب °C	مقدار هیدروژن حل شده CC / 100 gr
حالت جامد	۰	1×10^{-7}
حالت جامد	۳۰۰	1×10^{-3}
حالت جامد	۴۰۰	5×10^{-3}
حالت جامد	۵۰۰	12×10^{-3}
حالت جامد	۶۰۰	26×10^{-3}
حالت جامد	۶۶۰	36×10^{-3}
حالت مذاب	۶۶۰	69×10^{-2}
حالت مذاب	۷۰۰	92×10^{-2}
حالت مذاب	۷۲۵	۱/۰۷
حالت مذاب	۷۵۰	۱/۲۳
حالت مذاب	۸۰۰	۱/۶۷
حالت مذاب	۸۵۰	۲/۱۵

نکات ایمنی

نکات ایمنی
حفاظتی

- ۱ گازهای متصاعد شده در حین عملیات گاز زدایی و اکسیژن زدایی بایستی توسط هواکش از محیط کارگاه خارج شود
- ۲ قبل از عمل گاز زدایی کلاهک خوراک دهنده (فلانچ) پیش گرم کنید.
- ۳ از قرص های گاززدای رطوبت دیده و تاریخ گذشته استفاده نکنید. زیرا ممکن است تولید آخال یا مک درمذاب کند.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه هجدم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو			کل نمره: ۱ نمره
مولفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر	
طرز کار توسط فلانچ (کلاhek خوراک دهنده) را می‌دانم			
روش‌های اندازه گیری گاز را می‌دانم			
عناصر موثر جهت گاززدایی را می‌شناسم			
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دانم.			
بارم کل			

ارزشیابی توسط هنرآموز			نمره دریافتی
مولفه‌های ارزشیابی	بارم		
مواد موثر جهت گاززدایی را می‌شناسد	۰/۲۵		
کار توسط فلانچ (کلاhek خوراک دهنده) را می‌داند	۰/۵		
زمان مناسب گاززدایی را می‌داند	۰/۲۵		
روش‌های اندازه گیری گاز را می‌داند	۰/۵		
روش‌های جلوگیری از ایجاد مک‌های گازی را می‌داند	۰/۲۵		
منابع تولید گاز در مذاب را می‌داند	۰/۵		
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهد.	۰/۵		
نکات زیست محیطی را رعایت می‌کند.	۰/۲۵		
تاثیر درجه حرارت بر انحلال هیدروژن در آلومینیوم را می‌داند	۰/۲۵		
فعالیت موثر در کارگاه دارد	۰/۲۵		
گزارش کار دارد	۰/۵		
نمره خود ارزیابی هنرجو	۱		
جمع	۵		

جلسه نوزدهم

عوامل مؤثر در ارتفاع بارریزی

مقدمه

از آن جایی که بحث تعاملی بین هنرجو با هنرآموز در یادگیری و آمادگی ذهنی هنرجویان بسیار مؤثر می‌باشد لذا بهتر است بحث را با طرح چندین سوال شروع کرد.

۱ به نظر شما چند روش راهگاه گذاری وجود دارد.

۲ در روش راهگاه گذاری از بالا، راهگاه در کدام قسمت قالب قرار داده می‌شود؟

۳ در روش راهگاه گذاری از پایین، راهگاه در کدام قسمت قالب قرار داده می‌شود؟

۴ آیا می‌توان راهگاه را طوری تعبیه کرد که مذاب از قسمت‌های مختلف سطح جدایش قالب، وارد محفظه قالب شود؟

راهگاه را می‌توان در قسمت‌های مختلف قالب تعبیه کرد اما برای اینکه بتوان قطعه ریختگی سالم تولید نمود باید سیستم راهگاهی متناسب با نوع فلز آلیاژ از لحاظ خواص ریخته‌گری مانند سیالیت، شکل، ابعاد و وزن قطعه ریختگی و همچنین نوع مواد قالب از لحاظ استحکام و مقاومت در برابر نیروی حاصل از مذاب بر سطح قالب تعبیه شود. به عنوان مثال، اگر در قالب ماسه‌ای مذاب به طور مستقیم و با ضربه وارد محفظه قالب شود ممکن است سبب جداشدن قسمت‌هایی از قالب و یا شسته شدن مواد قالب توسط مذاب شود. با توجه به موارد ذکر شده سیستم راهگاهی معمولاً به سه روش کلی تعبیه می‌شوند که عبارتند از:

۱ راهگاه گذاری از بالا، راهگاه گذاری از پایین و راهگاه از سطح جدایش قالب. در

روش راهگاه گذاری از بالا مذاب از قسمت بالایی قالب وارد محفظه قالب می‌شود
شکل (۶)



شکل (۶) سیستم راهگاه گذاری از بالا

در روش راهگاه گذاری از بالا چون مذاب در این روش بطور مستقیم وارد قالب می‌شود و با کف قالب برخورد می‌کند و در هنگام رسیدن به کف قالب سرعت نسبتاً بالایی دارد، امکان تخریب قالب در قسمت کف قالب وجود دارد. بنابراین باید کف قالب طوری ساخته شود که دارای استحکام کافی باشد و در اثر برخورد مذاب تخریب نشود.

۲ روش راهگاه گذاری از پایین: در این روش مذاب از پایین‌ترین قسمت قالب وارد محفظه قالب می‌شود. شکل (۷) قالب با سیستم راهگاهی از پایین را نشان می‌دهد.



شکل (۷) سیستم راهگاهی از پایین

در این روش همان‌طور که ذکر شد مذاب از پایین‌ترین نقطه قالب وارد محفظه قالب می‌شود. در نتیجه سرعت مذاب هنگام عبور از راهگاه و اجزای سیستم راهگاهی

کاهش یافته و مذاب با جریانی آرام و کمترین تلاطم و آشفته‌گی وارد محفظه قالب می‌شود. در روش راهگاه گذاری از پایین به دلیل کاهش تلاطم و آشفته‌گی مذاب، میزان جذب هوا توسط مذاب کاهش یافته و در نتیجه امکان اکسید شدن مذاب کمتر می‌شود. همچنین در این روش امکان تخریب قالب کمتر است. بنابراین سطوح قطعه ریخته‌گی از صافی و یکنواختی بالاتری نسبت به راهگاه گذاری از بالا برخوردار است. اما در این روش شیب دمایی نامناسبی در مذاب ایجاد می‌شود که سبب تشکیل عیوب انقباضی در قطعه می‌شود. از طرف دیگر در صورت قطع جریان مذاب امکان جامد شدن مذاب موجود در قالب وجود دارد که در این صورت ممکن است تمام قسمت‌های قالب پر نشود.

۳ روش راهگاه گذاری در سطح جدایش: در این روش مذاب از طریق فصل مشترک دو نیمه قالب، وارد محفظه قالب می‌شود. بنابراین نسبت به روش راهگاه گذاری از بالا مذاب از ارتفاع کمتری وارد قالب می‌شود در نتیجه امکان تخریب دیواره‌های قالب و شسته شدن آن‌ها توسط مذاب کمتر است. از طرف دیگر نسبت به روش راهگاه گذاری از پایین، شیب دمایی بهتری در مذاب بوجود می‌آید. زیرا آخرین مذاب (گرم‌ترین مذاب) وارد تغذیه می‌شود و آخرین مرحله انجماد در تغذیه اتفاق می‌افتد. شکل (۸) روش راهگاه گذاری در سطح جدایش را نشان می‌دهد.



شکل (۸) سیستم راهگاه گذاری در سطح جدایش

فعالیت ۴:

سؤال ۱: $h_e = H$ در این حالت چگالی مذاب نقشی در ارتفاع موثر و تخریب قالب دارد؟

بله، هرچه چگالی مذاب سنگین تر باشد احتمال تخریب کف قالب حین مذابریزی بیشتر و در نتیجه معیوب شدن قطعه ریختگی بیشتر است. این روش برای کارهای کم دقت مانند (دریچه‌های فاضلاب.....) بیشتر کاربرد دارد.

سؤال ۲: $h_e = H - \frac{h_c}{2}$ در این حالت ارتفاع موثر بر زمان بارریزی تاثیری دارد؟

بله، در این روش عموماً لوله راهگاه در پایین‌ترین قسمت قالب طراحی می‌گردد. اگر زمان ذوب‌ریزی طولانی باشد (مذاب به سرعت تخلیه نشود) به دلیل کاهش درجه حرارت مذاب ممکن است قطعه معیوب (عیب نیامد) گردد.

سؤال ۳: $h_e = H - \frac{hg^2}{2h_c}$ در این حالت سلامت قطعه بیشتر است یا در دو حالت فوق؟

در این حالت چون تعبیه سیستم راهگاهی به دلیل قرارگرفتن آن در سطح جدایش راحت تر است. برای قالبها با ارتفاع بالامناسب بوده و راندمان ریخته‌گری بالا می‌رود. همچنین در این حالت انجماد جهت دار و تهیه قطعه با کیفیت مطلوب تری صورت می‌گیرد.

برای نتیجه بهتری کنید فاصله دهانه بارریزی (بوته یا ملاقه) در یک ارتفاع ثابت قرار گیرد. بنابر این می‌توانید دهانه بارریزی را بر روی یک تکیه گاه با ارتفاع معین قرار داد و سپس اقدام به بارریزی نمود.

نکات ایمنی

نکات ایمنی حفاظتی

- ۱ در هنگام ورود به کارگاه، لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه، بپوشید.
- ۲ در هنگام بارریزی حتما قالب‌ها را خشک کنید
- ۳ در حالتی که مذاب‌ریزی از بالا انجام می‌دهید. هرگز مستقیماً به داخل لوله راهگاه نگاه نکنید. زیرا ممکن است مذاب به بالا پرتاب شود.
- ۴ گازهای متصاعد شده در حین بارریزی را استنشاق نکنید
- ۵ تهویه هوا در حین عملیات بارریزی حتما روشن باشد

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه نوزدهم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو			کل نمره: ۱ نمره
مولفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر	
محل قرار گرفتن راهگاه از بالا را می‌شناسم			
محل قرار گرفتن راهگاه از پایین را می‌شناسم			
محل قرار گرفتن راهگاه از خط جدایش را می‌شناسم			
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دانم.			
بارم کل			

ارزشیابی توسط هنرآموز		
مؤلفه‌های ارزشیابی	بارم	نمره دریافتی
محل قرار گرفتن راهگاه از بالا را بشناسد	۰/۲۵	
محل قرار گرفتن راهگاه از پایین را بشناسد	۰/۲۵	
محل قرار گرفتن راهگاه از خط جدایش را بشناسد	۰/۲۵	
ارتفاع مناسب بارریزی را می‌داند	۰/۵	
روش‌های خشک کردن قالب را می‌داند	۰/۵	
عیوب راهگاه گذاری از بالا و کف و سطح جدایش را می‌داند	۰/۵	
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهد.	۰/۵	
نکات زیست محیطی را رعایت می‌کند.	۰/۲۵	
به اخلاق حرفه‌ای آگاهی دارد.	۰/۲۵	
فعالیت موثر در کارگاه دارد	۰/۲۵	
گزارش کار دارد	۰/۵	
نمره خود ارزیابی هنرجو	۱	
جمع	۵	

محاسبه زمان پرکردن قالب (بارریزی) و ارتفاع موثر

محاسبه زمان پرکردن قالب (بارریزی) و ارتفاع موثر

الف) عوامل موثر در زمان بارریزی

برای تدریس این قسمت در ابتدا تفاوت زمان بارریزی با زمان پرکردن قالب از مذاب را برای هنرجویان بگوید.

زمان بارریزی توسط دستگاه اندازه گیری درجه حرارت (ترموکوپل، ترمومتر با پیرومتر) مشخص می شود ولی زمان پرکردن قالب توسط محاسبات فنی دقیق تعیین می گردد که در کتب محاسباتی به زمان بارریزی معروف شده است. نکته مهم در زمان پرکردن قالب، کوتاه بودن آن زمان جهت جلوگیری از عیوبی مثل سرد جوشی، لب گردی، نیامد در قطعه است. اهمیت این امر به ویژه در مورد قطعاتی است که دارای ضخامت های نازک و گوشه های تیز هستند. در زمان بارریز بایستی به درجه حرارت فوق ذوب و فاصله ای که قبل از بارریزی (عملیات کیفی) انجام می شود دقت داشت. بنابراین هرچه قدر زمان بارریزی که توسط ابزار اندازه گیری دما تعیین می شود، دقیق تر باشد، نتیجه عملیات ریخته گری مطلوب تر است.

مسئله نمونه:

در ریخته گری یک قطعه چدنی به وزن کل $4/5 \text{ kg}$ (مجموع وزن قطعه و سیستم راهگاهی) زمان ریختن مذاب در قالب چند ثانیه می باشد؟ در صورتی که دبی بارریزی آن $\frac{78}{1} \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$ و وزن مخصوص چدن مذاب $\frac{72}{1} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ در نظر گرفته شود.

حل: ابتدا باید حجم قطعه ریختگی تعیین شود. این موضوع از رابطه جرم قابل

$$m = \rho \times V \text{ محاسبه است:}$$

$$v = \frac{m}{\rho} = \frac{4.5}{7.2} \Rightarrow v = 0.625 \text{ dm}^3 = 625 \text{ cm}^3$$

بنابراین برای زمان بارریزی می توان نوشت:

$$Q = \frac{v}{t} \Rightarrow 78.1 = \frac{625}{t} \Rightarrow t = \frac{625}{78.1} \approx 8 \text{ s}$$

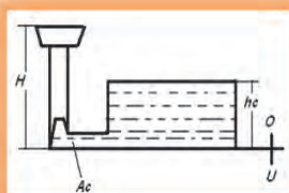
۱ شرایط بارریزی: با توجه به نوع روش بارریزی قالب (از کف یا بالا یا سطح جدایش)، زمان بارریزی متفاوت است. زمان بارریزی از بالای قالب بایستی بیشتر (یعنی مذاب به آرامی وارد قالب شود) و از کف قالب بایستی کمتر (یعنی مذاب به سریعتر وارد قالب شود) باشد.

۲ ترکیب شیمیایی مذاب: بسته به نوع عناصر آلیاژ درون مذاب زمان بارریزی کم یا زیاد میگردد. هرچه قدر عناصر آلیاژ موجود در مذاب بیشتر باشد. سرعت انجماد قطعه بیشتر می گردد و در نتیجه بایستی زمان ذوبریزی کاهش داده شود.

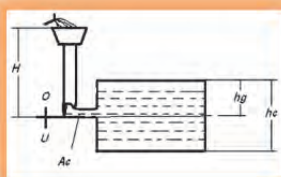
نکته

دانش افزایی

در سیستم راهگاهی ارتفاع موثر با توجه به شرایط قالب گیری به سه حالت زیر تقسیم بندی می شود.

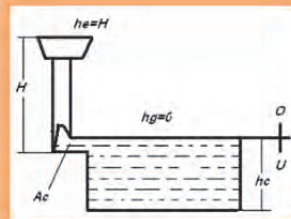


$$h_e = H - \frac{h_c}{2}$$



$$h_e = H - \frac{hg^2}{2h_c}$$

دانش افزایی



$$h_e = H$$

شکل (۹) بررسی ارتفاع موثر در قالب

در روابط بالا:

۱ ارتفاع قطعه بر حسب cm h_c

۲ ارتفاع قسمتی از قطعه که در نیمه بالایی قرار دارد بر حسب cm h_g

۳ ارتفاع لوله راهگاه بر حسب cm H

۴ سطح مقطع تنگه بر حسب cm^2 A_c

۵ ارتفاع موثر بر حسب cm h_e

مسئله نمونه: قطعه‌ای استوانه‌ای شکل به قطر ۱۶ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۲ سانتی‌متر

به طور عمودی قالب گیری شده

است، در صورتی که ارتفاع استاتیکی مذاب ۴۰ سانتی‌متر و راهباره در قسمت پایین

(کف استوانه) تعبیه شده باشد

ارتفاع موثر را به دست آورید؟

$$h_e = H - \frac{h_c}{2} \Rightarrow h_e = 40 - \frac{32}{2} = 24cm$$

مسئله: یک قطعه چدنی به ضخامت ۱۲ سانتی‌متر را (نیمی در درجه بالایی و نیمی

در درجه پایینی) قرار داده ایم. ارتفاع لوله راهگاه و حوضچه روی هم ۱۸ سانتی‌متر

است. ارتفاع موثر را بدست آورید؟

$$h_e = H - \frac{hg^2}{2h_c}$$

$$h_e = 18 - \frac{6^2}{2 \times 12} = 16.5 \text{ cm}$$

نکات ایمنی

۱ از شوخی کردن در هنگام کار بپرهیزید و با نظارت هنرآموز و استادکار عملیات ذوب‌ریزی صورت گیرد.

۲ برای جلوگیری از فشار مذاب به سمت بالا روی درجه‌ها وزنه گذاری کنید.

۳ بدلیل تولید گاز زیاد در کارگاه از تهویه مناسب استفاده کنید

نکات ایمنی
حفاظتی

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه بیستم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو			کل نمره: ۱ نمره
مولفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر	
توانایی کنترل سرعت بارریزی و تنظیم دهانه بارریزی را دارم			
توانای حل مسائل زمان بارریزی را دارم			
توانای حل مسائل ارتفاع موثر را دارم			
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دانم.			
بارم کل			

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مولفه‌های ارزشیابی
	۰/۵	تفاوت زمان بارریزی با زمان پرکردن قالب از مذاب را می‌داند
	۰/۵	توانایی حل مسائل زمان بارریزی را دارد
	۰/۵	توانایی حل مسائل ارتفاع موثر را دارد
	۰/۵	ارتفاع مناسب بارریزی را می‌داند
	۰/۵	توانایی کنترل سرعت بارریزی و تنظیم دهانه بارریزی را دارد
	۰/۲۵	نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهد.
	۰/۲۵	نکات زیست محیطی را رعایت می‌کند.
	۰/۲۵	به اخلاق حرفه‌ای آگاهی دارد.
	۰/۲۵	فعالیت موثر در کارگاه دارد
	۰/۵	گزارش کار دارد
	۱	نمره خود ارزیابی هنرجو
	۵	جمع

جلسه بیست و یکم

مواد عایق و دیرگداز

مقدمه

برای تدریس این قسمت در ابتدا تعریفی از مواد عایق داشته باشید. مواد عایق موادی هستند که مانع از زود سرد شدن یا دیر گرم شدن مواد می‌شوند. پشم شیشه اطراف لوله‌ها تاثیر زیادی در جلوگیری از یخ زدن لوله‌های آب در زمستان دارد. بنابراین پشم شیشه یک محافظ یا پوشش می‌باشد. بعد از آن با چند سؤال هنرجویان را به بحث رقابتی دعوت کنید و برای جواب‌های صحیح و منطقی آنها نمره در نظر بگیرید.

سؤال کنید که آیا می‌توان راهی پیدا کرد که از اتلاف حرارتی مذاب درون تغذیه یا سیستم راهگاهی جلوگیری کرد؟ اگر مذاب درون تغذیه زودتر از قالب منجمد گردد چه عیبی به وجود می‌آید؟ آیا می‌توان با افزایش راندمان تغذیه، عیوب ایجاد شده در قطعه ریختگی را کاهش داد؟ به نظر شما چه روش‌هایی برای افزایش راندمان تغذیه وجود دارد؟ آیا می‌توان از مواد عایق و گرمازا جهت افزایش راندمان تغذیه استفاده کرد؟ روشهای ساده زیر به شما کمک می‌کند تا راندمان تغذیه را بالا ببرید.

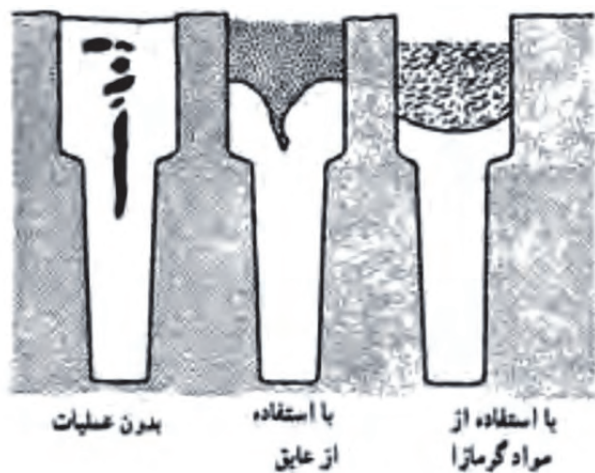
۱ استفاده از مواد عایق و گرمازا در قسمت بالایی تغذیه‌های روباز:

در این روش سطح بالایی تغذیه، که معمولاً باز می‌باشد، را با استفاده از مواد عایق می‌پوشانند، تا از انتقال حرارت مذاب داخل تغذیه به محیط اطراف از طریق تشعشع جلوگیری شود.

۴۲	فولاد
۲۶	مس
۸	آلومینیوم

۲ استفاده از سیستم‌های حرارتی نظیر شعله، میله داغ، مقاومت الکتریکی در تغذیه: با استفاده از این ابزار می‌توان از انجماد زود هنگام تغذیه جلوگیری کرد و مذاب داخل تغذیه را تا پایان انجماد قطعه ریختگی نگهداری کرد.

جدول فوق مقابل درصد تلفات حرارتی از طریق تشعشع را نشان می‌دهد. همچنین در زیر اثر مواد عایق و گرمازا را در عملکرد تغذیه مشاهده می‌کنید



شکل (۱۰) اثر مواد عایق و گرمازا را در عملکرد تغذیه

فعالیت ۵

فعالیت

گروه‌های دونفره با هنجریان تشکیل شود. سپس از آنها خواسته شود تا انواع روش‌های انتقال حرارت را مطابق جدول زیر همراه با مثال بنویسند.

انواع انتقال حرارت	چگونگی انتقال حرارت	مثال
هدایت (رسانایی)	اگر ابتدای یک میله آلومینیومی را روی شعله قرار دهیم، مشاهده می‌شود که به تدریج تمام قسمت‌های این میله گرم می‌شود؛ به طوری که پس از مدتی تمام میله گرم خواهد شد. می‌توان گفت انرژی گرمایی توسط اتم‌های آلومینیوم از ابتدای میله منتقل شده و به انتهای میله می‌رسد. این انتقال گرما به گونه‌ای است که اتم‌ها از جای خود حرکت نمی‌کنند، بلکه فقط در اثر انرژی گرمایی، ارتعاشات آن‌ها افزایش می‌یابد و این ارتعاشات را به اتم‌های کناری خود منتقل می‌کند؛ این نوع انتقال گرما را هدایت می‌نامند.	انواع فلزات
جابه‌جایی (همرفتی)	در روش انتقال گرما به روش جابه‌جایی، قسمت گرم (گرمای بیشتر) و قسمت سرد (گرمای کمتر) جای خود را تعویض می‌کنند. این جابه‌جایی تا زمانی که تمام قسمت‌های جسم به یک دما (دمای تعادل) برسند ادامه می‌یابد. در حقیقت انتقال گرما به روش جابه‌جایی، همراه با انتقال ذرات جسم است که بیشتر برای مایعات و گازها امکان‌پذیر است.	هوا- مکانیزم گرم شدن اتاق توسط شوفاژها
تشعشع	در روش انتقال گرما به روش تشعشع، انرژی گرمایی به صورت امواجی با ماهیتی نظیر ماهیت امواج نورانی منتقل می‌شود. در این روش، انرژی گرمایی مانند انرژی نورانی برای نشر، نیازی به محیط مادی ندارد و در خلاء بهتر و سریع‌تر منتشر می‌شود. به عنوان مثال، می‌توان گرم شدن زمین در اثر تابش نور خورشید را نام برد.	حرارت فلزات گداخته شده - نور خورشید

نکته

در حقیقت نقش اصلی مواد گرمازا، عایق بودن آنهاست و مزیت عمده آنها نسبت به موادی که فقط خاصیت عایق بودن دارند، این است که در صورت استفاده از مواد عایق به جای مواد گرمازا، این مواد نمی‌تواند حرارت گرفته شده از مذاب را جبران کند و فقط نقش عایق بودن را بر عهده دارند. مواد گرمازا را پس از پر شدن تغذیه یا پاتیل از مذاب و بعد از افزودن مواد واسطه روی مذاب پاتیل می‌پاشند.

هنگویان در گروه‌های دو نفره (با کمک اینترنت یا مجلات و مقالات علمی) بایستی جدول زیر کامل شود:

نام تجاری مواد گرمازا و عایق	کاربرد	مزایا	روش استفاده
فروکس (Ferrux250 N)			
فیدکس (Feedex)			
آلدکس (Aldex)			

فعالیت

فعالیت ۶ (تحقیق): این جدول را می‌توانید با استفاده از جداول شماره ۴ - ۵ - ۶ دانش افزایی ذیل کامل کنید

جدول شماره (۴) مواد گرمازا و عایق

کاربرد فروکس:	Ferrux 250 N
<p>پودر عایق و سبک فروکس پس از شروع بارریزی به تاندیش اضافه می‌گردد. برای مراحل طولانی بایستی مقادیر کمتر فروکس به تناوب اضافه گردد. کاربرد آن روی پاتیل ساده بوده و نیاز به دستورالعمل خاصی ندارد. میزان مصرف: ۱۵ الی ۲۵ کیلو گرم به ازای متر مربع ذوب استفاده می‌گردد</p> <p>مزایا: حداقل اتلاف حرارت - تمیز ماندن پاتیل بعد از ریخته‌گری - زیاد شدن عمر خاک نسوز - کاهش ناخالصی‌های غیرفلزی</p>	<p>فروکس N 250 پودری است عایق جهت گرم نگه داشتن پاتیل‌های فولادی و تغذیه با خواص اسیدی.</p> 

دانش افزایی

دانش افزایی

تاندیش به عنوان یک محفظه واسط بین پاتیل مذاب و قالب ریخته‌گری نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای در ایجاد یک جریان مناسب و تصفیه مذاب ایفا می‌کند. وظایف تاندیش عبارتند از:

- ۱- توزیع و هدایت مذاب به درون قالب‌های مسی از طریق نازل تاندیش
 - ۲- کنترل دمای بارریزی و تنظیم آهنگ بارریزی
 - ۳- جلوگیری از ورود سرباره و آخال به درون قالب
- همچنین در صورت نیاز می‌توان عملیات اکسیژن‌زدایی (آرام‌سازی فولاد) را در تاندیش انجام داد.



جدول شماره (۵) مواد گرمازا و عایق

کاربرد فیدکس:	ب) فیدکس Feedex
<p>فیدکس، ماده حرارت زا است که بصورت پودر در دسترس است. این پودر اگر با مقدار مناسبی آب حرارت داده شود به هر شکل مورد نظری قابل فرم دهی است و می توان آن را در کوره ماهیچه پزی خشک نمود. پودر فیدکس بایستی با ۵ درصد آب مخلوط شود</p> <p>مزایا: بیشترین استفاده از حجم مذاب در دسترس انجام می شود. برای تولید هر قطعه به علت کاهش حجم تغذیه راندمان ریختگی افزایش می یابد.</p> <p>در مورد تغذیه های با اشکال پیچیده (سربسته) نیز میتواند بکار گرفته شود.</p> <p>استفاده از فیدکس حرارت زا بصورت پودر، ریخته گری قطعات ویژه و پیچیده را با ایجاد انجماد جهت دار امکان پذیر می سازد.</p> <p>فیدکس برای چدن و فولاد کاربرد دارد.</p>	<p>پودرهای گرمازا برای افزایش راندمان تغذیه. فیدکس، ماده گرمایی است که شامل آلومینیوم به همراه عوامل اکسید کننده است.</p> 

جدول شماره (۶) مواد گرمازا و عایق

<p>کاربر آلدکس:</p> <p>این محصول روی سطح تغذیه در خصوص فولاد، چدن و خصوصاً جایی که با توجه به قطر تغذیه نیاز به مواد با حساسیت بالا می باشد به کار می رود. حجم کم کربن این محصول باعث می شود که کیفیت مذاب تغییر نکند.</p> <p>این محصول به گونه ای آماده شده است که دانسیته پایین و بیشترین قدرت عایق کنندگی را دارد.</p>	 <p>Aldex آلدکس:</p> <p>پودر عایق و گرمازا با قابلیت انبساط حجمی تا دو برابر، دود کم، دانسیته فوق العاده پایین و محتویات کم کربن می باشد.</p> <p>مزایا: راندمان حرارتی کاملاً خوب محصول که ناشی از تولید حرارت مناسب به همراه زمان عالی عایق گردانی آن می باشد. به راحتی روی سطح ذوب جریان می یابد و تولید گرد و غبار آن کم است. این محصول جهت شمش ریزی و ریخته گری قطعات سنگین فولاد و چدن با مقاطع بزرگ قابل کاربرد می باشد</p>
---	---

نکات ایمنی

۱ کاربردهای معمول مواد گرمازا هیچ گونه خطر سلامتی وجود ندارد ولی استنشاق زیاد گازهای متصاعد از سوختن محصول زیان آور است. از گرد و غبار زیاد محصول دوری شود و همچنین دست و صورت را در صورتی که به طور دائم در ارتباط با مواد گرمازا باشند بپوشانید. تهویه مناسب در محل ریخته‌گری تعبیه شود.

۲ با استفاده از ابزار مناسب، نسبت به پاشش مواد عایق یا حرارت زا به روی مذاب اقدام نمایید. به طوری که کاملاً سطح مذاب را بپوشاند.

توجه: از خشک بودن مواد عایق یا حرارت زا اطمینان حاصل شود. تا باعث ایجاد خطر پاشش مذاب نشود

۳ در حین افزودن مواد عایق یا حرارت زا، از ماسک تنفسی مناسب استفاده شود..

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه بیست و یکم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو		کل نمره: ۱ نمره
مولفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر
کاربرد صحیح مواد عایق را می‌دانم		
مزایا و معایب انواع مواد عایق و گرمازا را می‌دانم		
طرز استفاده از سیستم‌های حرارتی نظیر (مشعل) بر روی تغذیه روباز را می‌دانم		
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دانم.		
بارم کل		

ارزشیابی توسط هنرآموز		
مؤلفه‌های ارزشیابی	بارم	نمره دریافتی
نقش مواد عایق و گرمازا را بشناسد	۰/۵	
کاربرد صحیح مواد عایق را می‌داند	۰/۵	
مزایا و معایب انواع مواد عایق و گرمازا را می‌داند	۰/۵	
استفاده از سیستم‌های حرارتی نظیر (مشعل) را بر روی تغذیه روباز را می‌داند	۰/۵	
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهد.	۰/۵	
نکات زیست محیطی را رعایت می‌کند.	۰/۲۵	
به اخلاق حرفه‌ای آگاهی دارد.	۰/۲۵	
انواع انتقال حرارت را می‌داند	۰/۲۵	
فعالیت موثر در کارگاه دارد	۰/۲۵	
گزارش کار دارد	۰/۵	
نمره خود ارزیابی هنرجو	۱	
جمع	۵	

فصل ۵

نسوز کوبی کوره ذوب

جلسه بیست و دوم

انواع عایق‌ها

مقدمه

برای تدریس این قسمت توضیحاتی با هدف پی بردن هنرجو به ارزش و اهمیت کاربری کوره القایی داده شود مانند فراوانی استفاده از این کوره در کارخانجات ریخته گری، میزان استفاده از این کوره در مقایسه با سایر کوره‌ها، ذوب فلزات و آلیاژها مختلف، زمان ذوب دهی در تناژ مختلف و سادگی ذوب گیری و....

نمایش فیلم

فیلمی که در زمینه تهیه ذوب در کوره القایی است را به نمایش بگذارید و توصیه کنید با دقت فیلم را تماشا کنند

سپس در مورد نحوه و مکانیزم کار این کوره توضیح دهید. و ذهن هنرجو را به بوته کوره معطوف کنید. حساسیت بوته کوره را برای آنها توضیح دهید. به آنها بگویید که در حقیقت بوته کوره القایی یک استوانه از جنس نسوز است و این جداره نسوز به مرور زمان در اثر تماس با مذاب نازک می‌شود و از بین می‌رود و بایستی تخریب شود و از نو کوبیده شود. این برداشت برای هنرجو ایجاد شود که ایجاد یک جداره نسوز سالم و ایمن، نیازمند مهارت است و نباید سهل انگاری شود و قرار است در این فصل این مهارت را کسب کنند.

در ادامه هنرجویان موقعیت عایق و نسوز را در ذهن خود تثبیت کنند. در این مرحله تشخیص عایق برای آنها دشوار خواهد بود به آنها بگویید بین کویل (سیمان کویل) و جداره نسوز، عایق قرار می‌گیرد و شبیه یک ورق با ضخامت حدودی ۲ تا ۷ میلی‌متر است.

سعی کنید در زمانهای مختلف از هنرجویان بخواهید که سوال‌هایی مطرح کنند و برای پاسخ دادن به این سوالات از دیگر هنرجویان نظر خواهی کنید و سپس با توضیحات، جواب صحیح را به هنرجو بدهید. این امر باعث خواهد شد که یک فضای رقابتی بین هنرجویان ایجاد شود که در نهایت به بحث و تبادل نظر تبدیل می‌شود.

انواع عایق‌ها

برای تدریس این قسمت قبل از ورود به کلاس چند نمونه عایق (مانند آجرعایق و یا نمونه‌ای از الیاف سرامیکی و...) را به کلاس ببرید و از هنرجویان بخواهید که نظر خود را در مورد تفاوت آنها بیان کنند. به این شکل به هنرجویان تفهیم کنید که برای هر قسمتی از یک کوره و در کوره‌های مختلف انواع عایق‌ها می‌توانند وجود داشته باشند و مورد استفاده قرار گیرند. سپس مطابق توضیحات کتاب درسی در مورد کاربرد و انواع مواد عایق را تدریس کنید.

برای ایجاد درگیری ذهنی هنرجو با عایق، با توجه به تصاویر از هنرجویان سوال کنید که در کوره‌های موجود در کارگاه و آزمایشگاه هنرستان کدام نوع از عایق‌ها را مشاهده کرده‌اند. سپس از آنها بخواهید جدول فعالیت (۵-۱) را کامل کنند.

فعالیت (۵-۱) نمایش طریقه نصب عایق

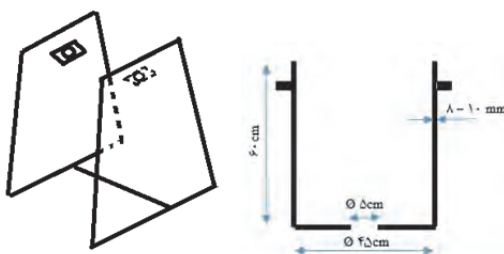
هدف از این فعالیت آشنا ساختن هنرجو با عایق و طریقه نصب آن در کوره‌های مختلف (القایی، آنیل گازی و مقاومتی) است. کوره القایی (آزبست و میکا = الیاف سرامیکی)، کوره آنیل گازی (عایق سیلیکات کلسیمی) و کوره الکتریکی مقاومتی (عایق ریختنی) می‌باشد.

فعالیت

فعالیت ۲-۵) نصب عایق میکا (آزبست)

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز: ۱- کوره (استوانه فولادی) و پایه نگهدارنده ۲- ورق میکا (آزبست)، ۳- قیچی و کاتر، ۴- متر، خطکش فلزی و گونیا، ۵- ماژیک، ۶- نوار چسب نسوز (نوار چسب کاغذی)

برای تدریس این مبحث هنرجویان را به کارگاه ببرید. این فعالیت با هدف یادگیری اجرای نصب عایق (میکا و یا آزبست) در کوره القایی طراحی شده است. از قبل استوانه‌ای با ورق فولادی مشابه شکل متن فعالیت تهیه شده باشد و حداقل ۵ عدد از این استوانه‌ها آماده و در دسترس باشد. بهتر است برای این استوانه‌ها پایه‌های نگهدارنده (مشابه شکل شماتیک زیر) نیز طراحی شود تا این فعالیت و سایر آموزش‌های آتی که با همین استوانه‌ها نیز انجام خواهد شد با سهولت بیشتری انجام شود. ابعاد این استوانه، ابعاد نمونه است و می‌توان سایزهای استوانه را یک نسبت مشخص افزایش و یا کاهش داد.



نکته

آزبست به لحاظ زیستی، سمی و سرطان زا شناخته شده است. حتی الامکان برای عایق‌کاری از صفحات میکا استفاده شود.

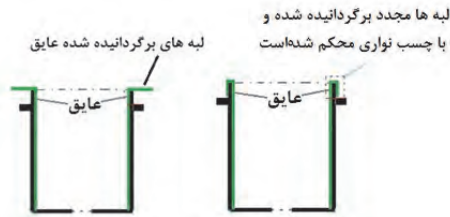
نکات ایمنی حفاظتی

۱- حتماً از لباس کار و دستکش مخصوص استفاده شود. ۲- وسایل تیز و برنده در مسیر رفت و آمد رها نشوند. در نگهداری و استفاده از آنها از روکش مخصوص استفاده شود. ۳- از تماس مستقیم مواد عایق با قسمت‌های بدن اجتناب شود.

پس از گروه‌بندی از آنها بخواهید مراحل نصب عایق را مطابق متن کتاب درسی انجام دهند. به آنها تذکر دهید قبل از برش صفحات عایق حتماً بر روی یک برگه کاغذ با توجه به قطر، محیط و ارتفاع کوره و ابعاد صفحه عایق موجود، ابعاد برش نهایی را محاسبه کرده و پس از تایید توسط هنرآموز، عایق مورد نظر را برش زده و نصب نمایند. پس از پایان فعالیت، عایق‌ها را از استوانه (کوره) جدا نگردد و آنها را در فضای کارگاه با چیدمان مخصوص گروه‌های هنرجویی، نگهداری کنید تا سایر فعالیت‌های آتی بر روی همین کوره‌ها و در ادامه همین مراحل، ادامه پیدا کند. به عبارت دیگر ورودی فعالیت بعدی، خروجی این فعالیت است. به این نکته تاکید شود که به هیچ وجه نایبستی بین جداره کوره (در اینجا استوانه فلزی) و صفحات عایق، جسم خارجی وجود داشته باشد. در کارخانجات برای جلوگیری از ورود هرگونه جسم خارجی، ابتدا قسمتهای بیرون زده ورق عایق (بین ۸ تا ۱۰ سانتی‌متر) را برش طولی زده و سپس برگردانده و چسب می‌زنند. مطابق تصویر زیر.



ولی چون این فعالیت بر روی استوانه فلزی انجام می‌شود (شبیه‌سازی شرایط کوره القایی) لبه‌های عایق مطابق تصاویر زیر برگردانیده شوند.



نکته

نکاتی که پس از عایق کاری بایستی رعایت شده باشد:

- ۱ مطابق کامل ابعاد عایق برش خورده با ابعاد داخلی کوره به گونه ای که عایق، دیوارهای جانبی کوره را کاملاً پوشانده باشد و به جداره داخلی کوره چسبیده باشد و هیچ گونه فاصله ای بین پوسته فولادی و عایق نبایستی وجود داشته باشد.
- ۲ گرفته شدن فضاهای بین تکه عایق های برش خورده با استفاده از چسب نواری کاغذی نسوز.
- ۳ بیرون زدگی حدود ۸ تا ۱۰ سانتی متر عایق از لبه کوره و برگردانده شدن و چسب زدن آن.

کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه بیست و دوم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو			جمع بارم: ۱ نمره
مؤلفه های خود ارزیابی	بلی	خیر	
به انواع مواد عایق آگاهی دارم			
ابعاد عایق مورد نیاز برای کوره را به درستی محاسبه نموده ام			
عایق را به درستی در کوره قرار داده ام			
لبه های عایق را برگردانده و چسب زده ام			
تعداد جواب های بلی			
نمره (هر مورد بلی ۰/۲۵ نمره)			

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مولفه‌های ارزشیابی
	۰/۲۵	موقعیت مکانی عایق را در کوره القایی می‌داند
	۰/۲۵	اثر استفاده از مواد عایق را می‌داند
	۰/۲۵	انواع مواد عایق را می‌تواند نام ببرد
	۰/۵	اندازه برداری ابعاد عایق مورد نیاز کوره را به درستی انجام داده است
	۰/۲۵	برش زدن عایق را به درستی انجام داده است
	۰/۵	نصب عایق درون کوره را به خوبی انجام داده است
	۰/۲۵	برای جلوگیری از ورود مواد ناخواسته به پشت عایق حساسیت دارد
	۰/۲۵	لبه‌های عایق را برگردانده است
	۰/۲۵	چسب‌کاری عایق را بدرستی انجام می‌دهد
	۰/۲۵	با افراد گروه و هم‌کلاسی هایش تعامل دارد
	۰/۵	نکات ایمنی و حفاظتی را به خوبی رعایت می‌کند
	۱	نمره خود ارزیابی هنرجو
	۰/۵	نمره تهیه گزارش کار
	۵	جمع

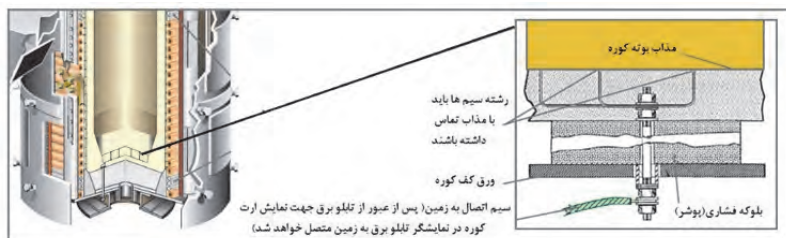
جلسه بیست و سوم نوع و جنس آنتن (سیم اتصال زمین) و نحوه نصب و اتصال آن

مقدمه

برای تدریس این قسمت یک نمونه میله و سیم ارت به کلاس ببرید و قبل از شروع مبحث به هنرجویان بگویید همین وسیله ساده، ایمنی کار با کوره را تا حد قابل زیادی تضمین می‌کند. برای هنرجویان نام این وسیله مهم (میله ارت) را بیان کنید و نحوه نصب و قرارگیری در کف کوره را به آنها نشان دهید.

نکته

رشته سیم‌های میله ارت حتماً بایستی با مذاب در تماس باشد تا وظیفه حفاظتی خود را انجام دهند.



دانش افزایی:

دانش افزایی

اگر هنگام نسوز کوبی کف کوره، روی شاخه‌های سیم ارت، با خاک نسوز پوشانده شود، عملاً ارتباط مذاب با سیم ارت قطع می‌شود و تا هنگامی که این شرایط پایدار باشد، کوره ارت نداشته و در صورتیکه شارژ (مذاب و یا قراضه) برق دار شود، اپراتور کوره در معرض خطر برق گرفتگی خواهد بود. ولی در صورتیکه ارتباط ارت با مذاب برقرار باشد در صورتیکه شارژ برق دار شود و یا اینکه اتصال بدنه بوجود آید، جریان برق به جای عبور از بدن شخص از طریق سیم ارت به زمین منتقل می‌شود زیرا

مقاومت سیم ارت بسیار کمتر از مقاومت بدن انسان است. هنگام تعمیر خاک کف کوره که در اثر مرور زمان دچار خوردگی می‌شود، حتماً بایستی رشته سیم‌های ارت که از قبل در خاک کف وجود دارند به وسیله جوش دادن به سیم ارت جدید که بایستی در خاک تعمیری جدید کار گذاشته شود اتصال داده شود. جنس رشته سیم‌های ارت، مفتول‌های استیل‌های ۳۰۴ نگیر است.

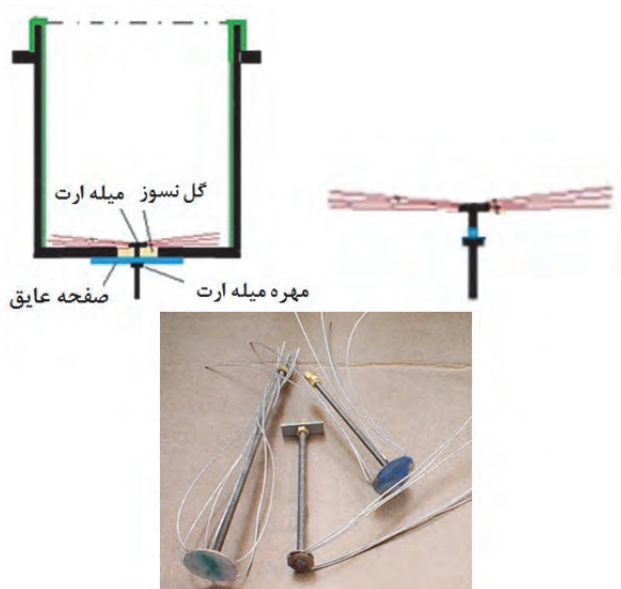
اولین نکته‌ای که در هنگام کار با کوره القایی باید از آن اطمینان حاصل کرد، ایمنی کوره است.

نکات ایمنی
حفاظتی

فعالیت ۳-۵) نصب میله ارت

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز: ۱- کوره (استوانه فلزی) به همراه پایه نگهدارنده. ۲- میله ارت. ۳- ملات (گل) نسوز. ۴- صفحه عایق هدف این فعالیت، توانایی اجرای آنتن گذاری (نصب میله و سیم ارت) در کوره القایی می‌باشد.

فعالیت



هنرجویان را به کارگاه برده و پس از گروه‌بندی (ترجیحاً با همان گروه‌بندی مبحث عایق گذاری)، از آنها بخواهید مطابق مراحل متن فعالیت ۳-۵ کتاب درسی، سیم ارت را نصب کنند.

نکته

همواره به هنرجویان در مورد اهمیت شرایط‌کاری ایمن برای اپراتور کوره توضیح دهید.

سیم ارت از قبل بایستی تهیه شده باشد. چنانچه آنتن استاندارد در دسترس نبود می‌توانید از میلگرد فولادی و رشته سیم‌های فولادی مشابه طراحی آنتن واقعی (مطابق تصاویر فوق) استفاده کنید. حتماً تاکید شود که در شرایط واقعی باید آنتن استاندارد تهیه و استفاده شود. سپس مطابق مراحل ذکر شده در فعالیت، سیم ارت توسط هنرجویان نصب شود. برای صفحه عایق محافظ کف، می‌توانید از انواع عایق‌های صفحه‌ای و یا صفحات تفلونی فشرده استفاده کنید ابعاد آن حدود $20\% \times 20\%$ و با ضخامت حدود ۱ سانتی‌متر باشد. پس از اتمام فعالیت آنتن گذاری، ارت نصب شده از کوره جدا

نگردد. خروجی صحیح فعالیت مبحث آنتن گذاری، ورودی فعالیت بعدی یعنی خاک کوبی کف کوره می‌باشد.

کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه بیست و سوم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو جمع بارم: ۱ نمره		
خیر	بلی	مولفه‌های خود ارزیابی
		اهمیت ایمنی کوره را می‌دانم
		می‌دانم که رشته سیم‌های ارت باید با مذاب در تماس باشند
		رشته سیم‌های میله ارت را به صورت ستاره‌ای در کف کوره توزیع کرده‌ام
		منفذ ورودی میله ارت را با دیرگداز (ملات‌کاری) پوشانده‌ام
		تعداد جواب‌های بلی
		نمره (هر مورد بلی ۰/۲۵ نمره)

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مولفه‌های ارزشیابی
	۰/۲۵	دلیل آنتن گذاری کوره را می‌داند
	۰/۵	اهمیت ایمنی کوره را به درستی درک کرده است
	۰/۲۵	با میله و سیم ارت آشنا شده است
	۰/۵	می‌داند که رشته سیم‌های میله ارت باید با مذاب اتصال داشته باشد
	۰/۲۵	جنس سیم ارت را می‌داند
	۰/۲۵	میله ارت را از کف کوره به درستی وارد و وصل کرده است
	۰/۲۵	رشته سیم‌ها (پراب‌های ارت) را در کف کوره ستاره‌ای توزیع کرده است
	۰/۲۵	منفذ ورودی میله ارت را با دیرگداز (ملات‌کاری) پوشانده است
	۰/۲۵	دقت در انجام کار
	۰/۲۵	با افراد گروه و همکلاسی هایش تعامل دارد
	۰/۵	نکات ایمنی و حفاظتی را به خوبی رعایت می‌کند
	۱	نمره خود ارزیابی هنرجو
	۰/۵	نمره تهیه گزارش کار
	۵	جمع

جلسه بیست و چهارم

انواع خاک نسوز (جرم‌های کوبیدنی)، مشخصات و دانه‌بندی آنها

مقدمه

در ابتدای جلسه هنرجویان را به کلاس درس برده و مقداری از انواع خاک‌های نسوز (سیلیسی، آلومینایی و منیزیتی) را در پلاستیک‌های زیپ دار ریخته و آنها را با خود به کلاس ببرید. مفاهیمی مانند انواع خاک نسوز، مشخصات و دانه‌بندی را برای آنها تدریس کنید. از هنرجویان بخواهید نظر خود را در مورد تفاوت چشمی و ظاهری (رنگ و اندازه ذرات) این نوع خاک‌ها بیان کنند. سپس توضیحات لازم در مورد اجزا سازنده خاک را به آنها ارائه دهید.

نکته

همانطور که می‌دانید خاک نسوز توسط تولید کنندگان و تامین کنندگان تهیه می‌شود، و مصرف کننده (کارخانجات ریخته‌گری) نقشی در تولید خاک نسوز ندارند. و از آنجایی که کیفیت خاک نسوز در عمر نسوز کوره تاثیر زیادی دارد برای هنرجویان توضیح دهید که همیشه باید بر روی خاک‌های نسوز ورودی به کارخانه، نظارت کافی به لحاظ دانه‌بندی، میزان چسب و ترکیب شیمیایی وجود داشته باشد. که در این زمینه بایستی از تولید کننده و یا تامین کننده، تست رپورت (گزارش مشخصات فنی محصول) درخواست شود. و برای صحه‌گذاری مشخصات فنی محصول، مقدار ۲۰۰ گرم از خاک نسوز برای انجام تست ترکیب شیمیایی، دانه‌بندی و میزان چسب به آزمایشگاه‌های دارای صلاحیت ارسال گردد. (جدول کتاب درسی)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----	-----

۰/۰۴	۰/۱	۰/۲	۰/۶	۹۸/۹
اندازه دانه	۱ الی ۴ میلی متر	۰/۲۰ تا ۱ میلی متر	۰/۰۶ الی ۰/۲۰ میلی متر	کمتر از ۰/۰۶ میلی متر
درصد	۳۳ درصد	۳۰ درصد	۱۷ درصد	۲۰ درصد

دانش افزایی:

دانش افزایی

اگر از نوع اسیدبوریک (H_3BO_3) باشد حدود ۱,۵ درصد و اگر از نوع اکسید بر (B_2O_3) باشد حدود ۰/۷ درصد در خاک سیلیسی بایستی وجود داشته باشد.

مقدار خاک مورد نیاز، مقدار کوبش و روش کوبیدن کف کوره

هنرجویان را به کلاس درس ببرید و برای متمرکز کردن ذهن آنها در شروع مبحث از آنها سوال کنید که مقدار خاک مورد نیاز برای کوبش کف کوره به چه عواملی بستگی دارد. پاسخ‌هایی را که مطرح می‌شود را از سایر هنرجوها بخواهید که تایید و یا رد کنند و دلیل پاسخ خود را واضح توضیح دهند. سپس نظر آنها را در مورد عواقب کم و یا زیاده‌تر بودن مقدار خاک کف کوره از حد بهینه و استاندارد را پرسید.

نکته

مقدار خاک مورد نیاز در درجه اول به دستورالعمل صادره از طرف سازنده کوره بستگی دارد.

دانش افزایی:

دانش افزایی

اگر ضخامت کف کوره بیش از حد استاندارد در نظر گرفته شود باعث می‌شود فاصله مفید کویل با شارژ افزایش یابد که این عامل علاوه بر افزایش زمان ذوب، افزایش مصرف برق کوره و خوردگی غیریکنواخت خاک کف را در بر خواهد داشت.

کوبیدن کف کوره با کوبه دستی

برای تدریس این قسمت در کلاس درس ابتدا از هنرجویان بخواهید نظرشان را در مورد اهمیت کوبش خاک کف کوره بیان کنند برای ترغیب به این کار و متمرکز کردن آن‌ها به آنها بگویید که متأسفانه عدم کوبش مناسب خاک کف (و یا دیواره) کوره باعث به بار آمدن حوادث جانی و مالی زیادی شده است؛ این ذهنیت برای هنرجو شکل بگیرد که بحث کوبش خاک نسوز کوره یک مهارت است که بایستی به درستی آن را از جنبه‌های علمی و عملی فرا بگیرند. سپس شروع به تدریس این مبحث کنید.

فعالیت ۴-۵) خاک کوبی کف کوره با کوبه دستی

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز: ۱- کوره (استوانه فلزی). ۲- خاک نسوز سیلیسی. ۳- کوبه سرتخت و کوبه چنگالی (مخصوص کوره کوبی). ۴- کارد تسمه. ۵- تراز. ۶- سیم چین. ۷- بیل. ۸- کمچه. ۹- خط کش فلزی. هنرجویان را به کارگاه برده و پس از گروه‌بندی از آنها بخواهید مطابق مراحل ذکر شده در فعالیت اقدام به خاک کوبی کف کوره نمایند.

فعالیت

نکات ایمنی و حفاظتی:

غبار سیلیس، سمی و سرطانی تشخیص داده شده است. بنابراین در کلیه مراحل حتماً ماسک تنفسی مناسب مورد تاکید و استفاده قرار گیرد.

نکات ایمنی
حفاظتی

از یک گروه بخواهید با حضور و نظارت هنرآموز اولین مرحله فعالیت را انجام دهند و سایر گروه‌ها نظاره گر گروه مجری باشند. سپس از هنرجویان بخواهید سوالات خود را مطرح کنند و پس از ارائه پاسخ به آنها، از سایر گروه‌ها بخواهید اولین مرحله فعالیت را انجام دهند و کار خود را به تایید هنرآموز برسانند.

در انجام مرحله اول فعالیت (بستن میله ارت به کف کوره و خوابانیدن سیم ها) شاید برای هنرجویان این سوال مطرح شود که چرا رشته سیم‌ها به طور شعاعی از مرکز کوره در طولهای مختلف توزیع می‌شوند؟ این مطلب را برای آنها روشن کنید که هدف از این کار ایجاد ارتباط بهتر بین مذاب و رشته سیم‌ها در هر محدوده از کف کوره می‌باشد.

برای سایر مراحل نیز، ابتدا یک گروه تحت نظارت هنرآموز آن مرحله فعالیت را انجام دهد و پس از پاسخ به پرسشهای احتمالی هنرجویان از سوی هنرآموز، سایر گروهها نیز فعالیت را انجام دهند و با تایید هنرآموز به مراحل بعدی فعالیت بروند.

نکته

نکات مهم: موارد مهم در این فعالیت را دائما گوشزد کنید. نکاتی مانند عدم ورود جسم خارجی به خاک نسوز، ریختن خاک نسوز از حداقل ارتفاع، کوبش از مرکز به سمت دیواره‌ها به حد کافی، توزیع مناسب رشته‌های سیم ارت در همه جای کف کوره، تراز کردن کف کوره

دانش افزایی:

دانش‌افزایی

پس از اتمام خاک کوبی و تراز کردن خاک کف، در صورتی که طول رشته سیم‌ها از خاک خیلی بیرون زده باشد می‌توان قسمت اضافی را روی خاک برگرداند و یا اینکه این قسمت اضافی را توسط سیم چین قطع نمود. ولی در کارخانجات معمولاً طول رشته سیم‌ها طوری تنظیم می‌شوند که با خاک کوبیده شده هم ساینده خواهند شد و نیازی به قطع کردن و خوابانیدن آن نخواهد بود.

اربرگ ارزشیابی پایان جلسه بیست و چهارم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو			جمع بارم: ۱ نمره	
مolfه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر		
انواع خاک نسوز را می‌شناسم				
در عدم ورود مواد فلزی و ناخالصی به خاک نسوز دقت لازم را دارم				
می‌دانم که سیم آنتن (ارت) نباید در خاک مدفون شود				
کوبیدن خاک نسوز کف کوره را با دقت و شدت مناسب انجام می‌دهم				
تعداد جواب‌های بلی				
نمره (هر مورد بلی ۰/۲۵ نمره)				

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مولفه‌های ارزشیابی
	۰/۲۵	انواع خاک نسوز را می‌تواند نام ببرد
	۰/۲۵	می‌داند برای مذاب‌های مختلف چه دیرگدازی مناسب است
	۰/۲۵	علت دانه‌بندی خاک نسوز را می‌داند
	۰/۲۵	به طور تقریبی می‌تواند مقدار خاک مورد نیاز برای کف کوره را محاسبه کند
	۰/۲۵	ریختن خاک نسوز در کف کوره را از حداقل ارتفاع ممکن انجام می‌دهد
	۰/۲۵	در عدم ورود مواد فلزی و ناخالصی به خاک نسوز حساسیت داشته است
	۰/۵	کوبیدن خاک نسوز کف کوره را با دقت و شدت مناسب انجام می‌دهد
	۰/۲۵	می‌داند که سیم آنتن (ارت) نباید در خاک مدفون شود
	۰/۲۵	ارتفاع و ضخامت خاک نسوز کف را به درستی اجرا می‌کند
	۰/۲۵	خاک کف کوره را به درستی تراز کرده است
	۰/۲۵	با افراد گروه و همکلاسی هایش تعامل دارد
	۰/۵	نکات ایمنی و حفاظتی را به خوبی رعایت می‌کند
	۱	نمره خود ارزیابی هنرجو
	۰/۵	نمره تهیه گزارش کار
	۵	جمع

جلسه بیست و پنجم

مشخصات شابلون و روش شابلون گذاری

مقدمه

پس از تدریس این مبحث از هنرجویان این سوال را بپرسید که چرا شابلون بایستی دقیقاً در مرکز کوره و به صورت عمودی قرار بگیرد؟ پس از شنیدن پاسخ هر هنرجو از هنرجویی دیگر بخواهید که نظرش را در مورد پاسخ ارائه شده بیان کند. پس از بحث و تبادل نظرات، مطالب را جمع‌بندی کرده و پاسخ درست را ارائه دهید.

دانش افزایی:

اگر شابلون دقیقاً در مرکز کوره قرار نداشته باشد، پس از دفعات متعدد ذوب‌گیری از کوره، شاهد این خواهیم بود که خوردگی و نازک شدن جداره کوره، در شعاع و ارتفاع کوره به طور یکنواخت صورت نگرفته است که این عامل به تعویض زود هنگام خاک نسوز می‌انجامد. برای جلوگیری از این عیب حتماً بایستی شابلون در مرکز کوره و به صورت کاملاً عمودی قرار بگیرد، ضمن اینکه خود شابلون نیز نبایستی دارای تابیدگی باشد. بویژه برای کوره‌هایی با ظرفیت زیاد که ارتفاع بوتۀ آنها زیاد است در صورتیکه که شابلون به مقدار جزئی از مرکز خارج شود و یا عمودی نباشد تغییرات ضخامت خاک نسوز دیواره قابل ملاحظه خواهد شد که در صورت سهل‌انگاری، خطرات جانی و مالی نیز به شدت افزایش خواهند یافت.

دانش‌افزایی

فعالیت ۵-۵) شابلون گذاری

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز: ۱- کوره (استوانه فلزی). ۲- شابلون فلزی (استوانه فلزی یک سر بسته). ۳- فرچه سیمی. ۴- سوهان و سنباده. ۵- پرگار فلزی. ۶- لوله حمل شابلون. ۷- تراز. ۸- چوبهای گوه‌ای شکل برای مهار شابلون.

فعالیت

هنرجویان را به کارگاه ببرید و با گروه‌بندی که انجام می‌دهید از آنها بخواهید شابلون را که از قبل با ابعاد مطرح شده در بند (۲) فعالیت آماده شده است را توسط فرچه سیمی و پلاستیکی کاملاً تمیز کنند بطوریکه هیچ زائده‌ای به آن نچسبیده باشد. در صورت نیاز برای رفع زواید فلزی از سنگ فرز، سوهان و یا سنباده استفاده شود. به آنها بگویید محل خط جوش شابلون را بررسی کنند که کامل و پیوسته باشد در صورت نیاز نقاط باز روی خط جوش مجدد جوشکاری و سنگ زنی شود. برای سهولت جابه‌جایی شابلون روی دیواره آن ۲ عدد قلاب یو شکل از قبل جوشکاری شود. برای جابه‌جایی شابلون از محل قلاب‌های آن می‌توانید از یک لوله مطابق شکل زیر کمک بگیرید. پس از قراردادن شابلون در مرکز کوره توسط یک گروه هنرجویی و تحت نظارت و راهنمایی‌های هنرآموز به وسیله پرگار فلزی فاصله شابلون تا دیواره‌ها را کنترل کنید. سپس از هنرجویان بخواهید در گروه‌های خود شابلون را در کوره قرار دهند و پس از تنظیم و محکم نمودن آن مطابق مراحل فعالیت، کار خود را به تایید هنرآموز برسانند.



جوشکاری پروفیل در مرکز شابلون
برای جلوگیری از دفرمه شدن شابلون



جابه‌جایی شابلون با لوله کمکی

مقدار خاک مورد نیاز، مقدار کوبش و روش کوبیدن دیواره کوره

پس از تدریس این مبحث در کلاس درس از هنرجویان این سوال را پرسید که با توجه به مطالب تدریس شده به نظر آنها چه راهکارهایی برای افزایش عمر نسوز دیواره کوره را می‌توانند نام ببرند؟ پس از ارائه نظرات آنها مطلب را جمع‌بندی کرده و پاسخ را ارائه دهید. ذهن هنرجویان را بیشتر به سمت مقدار خاک کوبیده شده در

دیواره کوره معطوف کنید و توضیح دهید که هر چه میزان خاک بیشتری در کوبش دیواره صرف شود به منزله دانسیته و فشردگی بیشتر دیواره و نهایتاً عمرکاری بهتری نسوز کوره منجر خواهد شد. و بالعکس هر چه خاک کمتری مصرف شود یعنی دیواره اصطلاحاً پوک تر بوده (دانسیته کمتری داشته) و عمر آن کمتر خواهد بود. سوالی احتمالی که در این هنگام برای هنرجویان مطرح خواهد شد این خواهد بود که میزان خاک مفید که بایستی کوبیده شود چقدر خواهد بود؟ آنگاه شما در پاسخ به آنها بگویید که این میزان خاک برای هر کوره به صورت تجربی بدست خواهد آمد ولی به طور تئوری از روابط زیر (موجود در متن کتاب درسی) قابل استخراج است.

$$M \times 0.25 = \text{وزن خاک نسوز سیلیسی (تن): رابطه (۱)}$$

$$M \times 0.38 = \text{وزن خاک نسوز آلومینا (تن): رابطه (۲)}$$

$$M \times 0.3 = \text{وزن خاک نسوز منیزیتی (تن): رابطه (۳)}$$

$$M = \text{ظرفیت کوره بر حسب تن}$$

دانش افزایی:

دانش افزایی

فرمول محاسبه حجم نسوز مورد نیاز:

$$\text{حجم خاک نسوز} = H (Dt + t^2) + \frac{h}{4} (D + 2t)^2$$

D و H = قطر و ارتفاع شابلون

t = ضخامت دیواره نسوز

h = ضخامت خاک کف کوره

$$\text{به طور تقریبی } H = 2D \text{ و } t = \frac{D}{7} \text{ و } h = \frac{D}{6}$$

(ابعاد بر حسب متر)

فعالیت ۵-۶ دیوار کوبی با کوبه دستی

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز: ۱- کوره. ۲- شابلون. ۳- خاک نسوز سیلیسی. ۴- کوبه سرتخت و کوبه چنگالی (مخصوص کوره کوبی). ۵- بیل. ۶- کمچه. ۷- کارد تسمه. ۸-

فعالیت

چسب سیلیکات سدیم. ۹-سیخ با طول مناسب برای خروج هوا (حدود ۱۰۰ سانتی‌متر)

این فعالیت در ادامه فعالیت‌های مباحث قبل، (استقرار و مهار شابلون در مرکز کوره) انجام می‌گیرد. هنرجویان را به کارگاه ببرید در کنار یک کوره که شابلون آن نصب و مهار شده است در مورد مراحل فعالیت توضیح دهید سپس برای یک گروه بطور نمونه بخواهید که مرحله اول و مرحله دوم فعالیت را با نظارت هنرآموز انجام دهند در این هنگام از سایر هنرجویان بخواهید علل نصب آنتن (ارت) کوره را که در مباحث قبل مطرح شده بود را توضیح دهند. سپس از گروه نمونه (گروه مجری) بخواهید مرحله ۳ فعالیت را با نظارت هنرآموز انجام دهند سپس از هنرجویان سوال کنید که علت ریختن خاک نسوز از ارتفاع کم چیست و توضیح دهید که ریختن از حداقل ارتفاع باعث عدم جدایش دانه‌بندی خاک نسوز شده و در نتیجه عمر کوره بیشتر خواهد شد. ضمن اینکه گرد و غبار سیلیس کمتر خواهد شد.

نکات ایمنی حفاظتی

در صورت قرارگیری بیش از حد، بدون ماسک تنفسی در مقابل غبار سیلیس بیماری‌های ریوی تشدید خواهند شد.

در ادامه مراحل فعالیت که توسط گروه نمونه در حال انجام است مرحله ۴ و ۵ و ۶ انجام گیرد توضیح دهید که حتماً تسطیح انجام گیرد و میزان کوبش باید یکنواخت بوده و با گردش فرد کوره کوب دور کوره توسط کوبه چنگالی انجام گیرد. برای مرحله ۷ توضیح دهید که هدف از مخلوط کردن چسب سیلیکات با خاک نسوز بالابردن استحکام جداره در بالای کوره می‌باشد چون معمولاً این قسمت موقع شارژ کوره بیشتر تحت آسیب است ضمن اینکه اثر خوردگی سرباره در این ناحیه بیشتر است. مرحله ۸ فعالیت با نظارت هنرآموز انجام شود. و برای انجام مرحله ۹ فعالیت توضیح دهید که با بیرون کشیدن شابلون احتمال تخریب و آسیب زدن به جداره وجود دارد و معمولاً در کارخانجات بدلیل کمک به زینتر و پخت بهتر،

شابلون بیرون آورده نمی‌شود و درون کوره باقی می‌ماند و در مراحل پخت و زینتر ذوب می‌گردد.

ویبراتور^۱ دیوار و کف کوب^۲:

پس از تدریس این مبحث در کلاس درس از هنرجویان این سوال را پرسید که نظرشان را در مورد علت استفاده از ویبراتورهای ماشینی (دیوارکوب و کف کوب) بگویند. از سایر هنرجویان بخواهید که نظرات دوستان خود را رد و یا تایید کنند. پس از تبادل نظرات و متمرکز شدن بحث، به هنرجویان مزایا و معایب ویبراتور ماشینی را توضیح دهید. در مزایایی که ذکر می‌کنید حتماً به این نکته اشاره بکنید که مثلاً برای ۲ کوره با ابعاد مشابه، مقدار خاکی که با ویبراتور ماشینی مصرف می‌شود بیشتر خواهد بود از مقدار خاکی که با کوبه دستی مصرف می‌شود و این یعنی کوبش بیشتر، دانسیته بالاتر و عمر بیشتر. در مورد معایب هم حتماً به این نکته اشاره بشود که ویبراتورها چون باید داخل دهانه کوره قرار بگیرند و در جهت ارتفاع کوره حرکت کنند، به لحاظ ابعادی که دارند و فضای محدود کوره، در کوره‌هایی با ظرفیت پایین که قطر کوره کمتر است نمی‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

نکته

معمولاً بهترین نتیجه در میزان کوبش از ترکیب کوبه دستی و ویبراتور با هم بدست می‌آید. به این صورت که ابتدا خاک اطراف شابلون با کوبه دستی کوبیده می‌شود، سپس شابلون ویبره می‌شود و ارتفاع خاک پایین می‌رود و مجدد خاک ریخته شده و با کوبه دستی کوبیده می‌شود و دوباره شابلون ویبره شده و ارتفاع خاک مجدد پایین می‌رود و همین سیکل ترکیبی تا بالای کوره ادامه می‌یابد.

۱- Vibrating Machine (Vibrator)

۲- Wall and Bottom Ramming machine

کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه بیست و پنجم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو			جمع بارم: ۱ نمره
خیر	بلی	مولفه‌های خود ارزیابی	
		در نظافت محیط اطراف کوره برای جلوگیری از ورود مواد فلزی و ناخالصی به داخل کوره کوشا هستم	
		فاصله شابلون از دیواره‌های کوره را بطور دقیق رعایت کرده‌ام	
		خاک نسوز را از حداقل ارتفاع ممکن به پشت شابلون تخلیه می‌کنم	
		کوبش خاک نسوز را با دقت و شدت یکنواخت اطراف شابلون انجام داده‌ام	
		تعداد جواب‌های بلی	
		نمره (هر مورد بلی ۰/۲۵ نمره)	

ارزشیابی توسط هنرآموز		
مؤلفه‌های ارزشیابی	بارم	نمره دریافتی
در نظافت محیط اطراف کوره برای جلوگیری از ورود مواد فلزی و ناخالصی به داخل کوره کوشاست	۰/۲۵	
رشته سیم‌های ارت که از خاک کف بیرون زده اند را به درستی خوابانیده است	۰/۲۵	
به جداره شابلون پودر جدایش (گرافیت روغنی) برای جدایش بهتر از خاک نسوز زده است	۰/۲۵	
شابلون را بدون ضربه زدن و با دقت و به درستی به کوره منتقل می‌کند	۰/۲۵	
فاصله شابلون از دیواره‌های کوره را بطور دقیق رعایت می‌کند	۰/۲۵	
وزن خاک مورد نیاز کف کوره را بطور تقریبی می‌تواند محاسبه کند	۰/۲۵	
خاک نسوز را از حداقل ارتفاع ممکن به پشت شابلون تخلیه می‌کند	۰/۲۵	
اجرای کوبش خاک نسوز را با دقت و شدت مناسب اطراف شابلون انجام داده می‌دهد	۰/۲۵	
عمل سیخ زدن را رعایت می‌کند	۰/۲۵	
لق کردن و خروج شابلون را به درستی اجرا کرده است	۰/۲۵	
با افراد گروه و همکلاسی هایش تعامل دارد	۰/۲۵	
با کاربرد ویبراتور دیوارکوب و کف کوب آشناست	۰/۲۵	
نکات ایمنی و حفاظتی را به خوبی رعایت می‌کند	۰/۵	
نمره خود ارزیابی هنرجو	۱	
نمره تهیه گزارش کار	۰/۵	
جمع	۵	

جلسه بیست و ششم و بیست و هفتم (جلسه بیست و هفتم تکمیلی) آجرچینی کوره بوته ای (زمینی)

مقدمه

آجرچینی کوره بوته ای (زمینی)

ابتدا هنرجویان را به کلاس برده و یادآوری در خصوص مزایا و معایب کوره‌های زمینی داشته باشید. مفاهیم مورد نیاز را برای آنها تدریس نمایید. سپس از هنرجویان سوال کنید که: نظرشان در مورد چرخش بهتر شعله به دور بوته و در امتداد ارتفاع کوره چیست؟ شاید برای هنرجویان این سوال در ذهنشان مطرح شود که چرخش مناسب شعله چه مزیت‌هایی دارد؟ پاسخ سوال‌های آنها را ارائه دهید و پس از شنیدن نظرات، جمع‌بندی لازم را انجام دهید و تدریس را ادامه دهید.

دانش‌افزایی

از جمله مزایای چرخش مناسب شعله می‌توان به کاهش زمان ذوب گیری از کوره (افزایش سرعت ذوب)، کاهش صدای کوره، عدم تخریب منطقه‌ای دیواره کوره و بوته اشاره کرد.

فعالیت ۷-۵) آجرچینی کوره بوته ای

مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز: ۱- کوره (مشابه پوسته فولادی در متن کتاب). ۲- آجرنسوز. ۳- ملات (گل) نسوز. ۴- فن. ۵- فارسونگا. ۶- سوخت (گاز و یا نفت کوره). ۷- بوته. ۸- زیربوته‌ای. ۹- برس سیمی.

با توجه به کاربرد متداول و هزینه سرمایه‌گذاری پایین کوره‌های بوته‌ای (زمینی و هوایی) در تهیه مذاب، آموزش این مبحث در دو جلسه گفته شود به این صورت که پس از انجام گروه‌بندی هنرجویان به تیم‌های ۳ نفره، و با توجه به مواد، ابزار، تجهیزات مورد نیاز و همچنین تعداد هنرجویان طوری برنامه‌ریزی گردد که ابتدا

نصف نفرات کلاس (مثلاً ۴ گروه از ۸ گروه) تا پایان جلسه بیست و ششم اقدام به آجرچینی کوره مطابق مراحل ذکر شده در کتاب درسی نمایند و سایر گروه‌ها (۴ گروه دوم) ناظر و هم‌یار ۴ گروه اول باشند و بالعکس برای جلسه بیست و هفتم ۴ گروه اول ناظر و هم‌یار، قرار گیرند. این برنامه‌ریزی از این جهت است که زمان و امکانات کارگاهی به میزان کافی در اختیار هنرجویان برای یادگیری کوره چینی قرار گیرد.

گروه‌بندی هنرجویان با فرض ۸ گروه					
جلسه بیست و ششم	تیم اول (مجری)	گروه چهارم	گروه سوم	گروه دوم	گروه اول
	تیم دوم (ناظر و هم‌یار)	گروه پنجم	گروه ششم	گروه هفتم	گروه هشتم
جلسه بیست و هفتم (تکمیلی)	تیم دوم (مجری)	گروه پنجم	گروه ششم	گروه هفتم	گروه هشتم
	تیم اول (ناظر و هم‌یار)	گروه چهارم	گروه سوم	گروه دوم	گروه اول

جدول فوق پیشنهادی است و هنرآموز در اجرای نحوه اجرای فعالیت آجرچینی با توجه به شرایط پیش‌رو صاحب اختیار است. هدف از این فعالیت آشنایی هنرجویان با نحوه آجرچینی کوره زمینی (بوت‌های) است.

در شروع هنرجویان را جمع کنید و علت انجام کارهایی را که بایستی انجام دهند را برای آنها بازگو و روشن کنید. موضوعاتی که در متن فعالیت کتاب به عنوان نکته مطرح شده‌اند را برای آنها تدریس و توضیح دهید.

سپس آنها را گروه‌بندی کرده و از آنها بخواهید مراحل فعالیت را که در کتاب درسی بیان شده را مرحله به مرحله انجام دهند و رفتن به مرحله بعدی فعالیت، حتماً با تایید و نظارت استاد کار و هنرآموز انجام شود.

دانش‌افزایی

دانش‌افزایی: عموماً برای آجرچینی کوره‌های بوته‌ای از چیدمان استوانه‌ای استفاده شده است، این چیدمان برای نگهداشت حرارت در کوره و ترکیب مناسب سوخت و اکسیژن چندان مناسب نبوده و باعث افزایش زمان ذوب‌گیری مخصوصاً برای چدن‌ریزی می‌شود. به همین دلیل در متن فعالیت آجرچینی سعی بر این بوده که چیدمان خمره‌ای کوره که تا حد زیادی مشکلات کوره استوانه‌ای را پوشش می‌دهد، آموزش داده شود.

نکته

نکته: انتخاب ابعاد پوسته فولادی که در متن فعالیت آجرچینی آمده است، پیشنهادیست و در انتخاب ابعاد پوسته فولادی با توجه به تجهیزات و امکانات موجود اختیار عمل با هنرآموز و استادکار می‌باشد. همچنین در بازار (فروشنده‌گان مواد اولیه ریخته‌گری) آجر فارسونگه موجود می‌باشد که بر روی آن، شیار قرار گیری لوله فارسونگه تعبیه شده است.

پس از پایان کار، برای مشاهده چرخش شعله می‌توانید بدون روشن کردن کوره، داخل کوره مقداری تکه‌های کاغذ بریزید و با روشن کردن فن کوره نحوه چرخش آنها را ملاحظه کنید.

نکات ایمنی و حفاظتی:

نکات ایمنی حفاظتی

۱ در تمامی مراحل تدریس چه در کلاس و چه در کارگاه، لباس کار مخصوص به تن داشته باشند.

۲ اتصالات سوختی کوره را به لحاظ نشتی بررسی کنید.

۳ پس از پایان آجرچینی با نظارت و تایید استاد کار و هنرآموز، کوره روشن شود.

۴ به هنرجویان تاکید کنید به هیچ وجه هنگامی که کوره روشن است به کوره نزدیک نشوند بلکه با نظارت شما و با استفاده از ماسک نسوز و عینک و پیش بند، چرخش شعله کوره را ملاحظه کنند.

کاربرگ ارزشیابی پایان جلسه بیست و ششم و بیست و هفتم (پیشنهادی) - بیست و هفتم تکمیلی

خود ارزیابی توسط هنرجو		جمع بارم : ۱ نمره
مؤلفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر
پارامترهای مهم برای آجرچینی کوره زمینی بوته‌ای را می‌دانم		
آجر چینی را به شیوه درز به درز رعایت کرده ام		
حالت خمره‌ای بودن ساختمان کوره را رعایت کرده ام		
اتصالات سوختی کوره را به لحاظ نشتی کنترل می‌کنم		
تعداد جواب‌های بلی		
نمره (هر مورد بلی ۰/۲۵ نمره)		

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مولفه‌های ارزشیابی
	۰/۵	پارامترهای مهم برای آجرچینی کوره زمینی بوته‌ای را می‌داند
	۰/۲۵	ارتفاع مناسب برای قرارگیری بوته در کوره را می‌داند
	۰/۲۵	منظور از بستر کوره و محفظه آتش خوار را می‌داند
	۰/۲۵	اهمیت قرارگیری لوله فارسونگا برای چرخش شعله را می‌داند
	۰/۲۵	با توجه به ابعاد کوره، تعداد آجر مورد نیاز را به درستی محاسبه می‌کند
	۰/۲۵	نحوه آجرچینی را به درستی انجام می‌دهد
	۰/۵	حالت خمره‌ای بودن ساختمان کوره را به درستی اجرا کرده است
	۰/۲۵	ورودی فارسونگاه بر روی آجرنسوز را به درستی تعبیه کرده است
	۰/۲۵	عایق سازی بین جداره کوره (پوسته فولادی) و آجرنسوز را به خوبی انجام داده است
	۰/۲۵	با افراد گروه و همکلاسی هایش تعامل دارد
	۰/۵	نکات ایمنی و حفاظتی را به خوبی رعایت می‌کند
	۱	نمره خود ارزیابی هنرجو
	۰/۵	نمره تهیه گزارش کار
	۵	جمع

جلسه بیست و هشتم (فعالیت تکمیلی – فصل اول)

این جلسه از اهمیت خاصی برخوردار است زیرا هر هنرجو بایستی تمام موارد آموزش دیده و تجربه نموده از جلسات قبل را اجرا کند.

فعالیت

فعالیت کارگاهی: کلیه ابزار، تجهیزات، لوازم و مواد مورد نیاز را برای قالبگیری و ماهیچه گیری و پوشش دهی برای هنرجویان آماده کنید سپس با رعایت قوانین ایمنی و بهداشتی آنها را به کارگاه ببرید و خلاصه‌ای از مطالب جلسه قبل ارائه دهید سپس هنرجویان را در دسته‌های دو نفره گروه‌بندی کنید و به هر گروه یک مدل دو پارچه ماهیچه دار با سطح جدایش یکنواخت تحویل دهید با نظارت مستقیم شما هر هنرجو عملیات قالبگیری و ماهیچه‌گیری CO₂ و عملیات پوشش دهی و جاگذاری ماهیچه در قالب و روی هم گذاشتن درجه‌ها را انجام دهد سپس شما با توجه به کیفیت عملیات قالبگیری و مدت زمان انجام عملیات قالبگیری و پوشش دهی و جفت کردن صحیح قالب و یا درجه‌ها و فعالیت کارگاهی و رعایت قوانین ایمنی و بهداشتی و زیست محیطی و انضباطی نمره‌ای برای آنها در نظر بگیرید.

کار برگ ارزشیابی پایان جلسه بیست و هشتم (پیشنهادی) :

خود ارزیابی توسط هنرجو			بازم کل نمره : ۵/۰ نمره
مؤلفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر	
کنترل مدل، درجه، تجهیزات قالبگیری، ماهیچه گیری و پوشان دهی را انجام می‌دهم			
قرار دادن مدل در صفحه مدل، پر کردن درجه زیرین و دمش گاز را انجام می‌دهم			
قرار دادن نیمه مدل و درجه را روی هم و قرار دادن صحیح سیستم راهگاه و تغذیه را در قالب انجام می‌دهم			
پر کردن درجه رویی و کوبش قالب و بلند کردن درجه را بطور صحیح انجام می‌دهم			
لق کردن مدل و بیرون کشیدن مدل از قالب را انجام می‌دهم			
عیوب ناشی از عدم دقت در مراحل قالبگیری را می‌دانم			
عمل ماهیچه گیری و خارج کردن ماهیچه از جعبه ماهیچه را انجام می‌دهم			
عملیات پوشش دهی قالب و ماهیچه و خشک کردن قالب و ماهیچه را انجام می‌دهم			
قرار دادن ماهیچه در قالب و جفت کردن دقیق و صحیح قالب‌ها را انجام می‌دهم			
حفاظت ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی را انجام می‌دهم			
نمره کل دریافتی			

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مؤلفه‌های ارزشیابی
	۰/۲۵	کنترل مدل، درجه، تجهیزات قالبگیری، ماهیچه‌گیری و پوشان‌دهی را انجام می‌دهد
	۰/۲۵	قرار دادن مدل در صفحه مدل، پر کردن درجه زیرین و دمش گاز را انجام می‌دهد
	۰/۲۵	قرار دادن نیمه مدل و درجه را روی هم و قرار دادن صحیح سیستم راهگاه و تغذیه را در قالب انجام می‌دهد
	۰/۲۵	پر کردن درجه رویی و کوبش قالب و بلند کردن درجه را بطور صحیح انجام می‌دهد
	۰/۲۵	لق کردن مدل و بیرون کشیدن مدل از قالب را انجام می‌دهد
	۰/۲۵	عیوب ناشی از عدم دقت در مراحل قالبگیری را می‌داند
	۰/۲۵	عمل ماهیچه‌گیری و خارج کردن ماهیچه از جعبه ماهیچه را انجام می‌دهد
	۰/۵	عملیات پوشش دهی قالب و ماهیچه و خشک کردن قالب و ماهیچه را انجام می‌دهد
	۰/۲۵	قرار دادن ماهیچه در قالب و جفت کردن دقیق و صحیح قالب‌ها را انجام می‌دهد
	۰/۲۵	در مدت زمان داده شده عملیات قالبگیری پوشان و جفت کردن قالب را انجام می‌دهد
	۰/۲۵	ابتکار عمل در کار و وظائف محوله دارد
	۰/۲۵	نکات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی را رعایت می‌کند
	۰/۲۵	اخلاق حرفه‌ای را در کارگاه رعایت می‌کند
	۰/۲۵	مشارکت پذیری در کلاس و توانایی کار گروهی را دارد
	۰/۵	میزان واقعی بودن نمره خودارزیابی هنرجو
	۰/۷۵	نمره گزارش کار هنرجو
	۵	جمع نمره ارزشیابی

جلسه بیست و نهم (فعالیت تکمیلی – فصل سوم)

توصیه‌های ایمنی و حفاظتی برای هنرآموز

نکات ایمنی حفاظتی

از هنرجویان خواسته شود قبل از ورود به کارگاه تجهیزات ایمنی شخصی شامل لباس کار، کفش ایمنی، دستکش، کلاه ایمنی، ماسک و عینک را حتماً استفاده نمایند و سپس وارد کارگاه شوند و از ورود هنرجویانی که از تجهیزات ایمنی شخصی استفاده نکرده اند به کارگاه جداً جلوگیری به عمل آید.

کار عملی

در ابتدا توضیحات جامع و کامل در ارتباط با نکات ایمنی و بهداشتی خارج کردن مدل از قالب در کارگاه ارائه شود.

گروه‌های دو نفری تشکیل داده تا یکی از مدل‌های شکل (۲۲-۵) را قالب گیری کنند.

۱ در صورتی که مدل مذکور در انبار وجود ندارد مدل حجیم که به تعداد

همه گروه‌ها کافی باشد را در اختیار هنرجویان قرار دهید.



شکل (۲۲-۵) مدل

۱ مذاب چدن خاکستری را تهیه نمایند.

۲ عملیات مذاب‌ریزی انجام دهند.

۳ قالب را به محل تخلیه انتقال داده و قطعه را خارج کنند

۴ سیستم راهگاهی و تغذیه را جدا کنند.

۵ قطعه را پرداخت کاری نمایند.

توصیه‌های ایمنی و حفاظتی برای هنرآموز

نکات ایمنی
حفاظتی

۱ در هنگام مذاب‌ریزی لباس کار نسوز ، کفش ایمنی ، دستکش نسوز ، کلاه ایمنی، ماسک تنفسی و عینک ایمنی به تن داشته باشند.

۲ از خشک بودن قالب کاملاً اطمینان حاصل کنند.

۳ در هنگام ذوب‌ریزی نظارت کامل صورت گیرد.

۴ از دستکش نسوز و انبر جهت انتقال قطعه استفاده نمایند.

۵ از شوخی کردن در هنگام کار بپرهیزند.

۶ در هنگام تعویض سنگ از خارج بودن دو شاخه از برق اطمینان کامل حاصل شود.

۷ در هنگام تعویض سنگ از صحیح نصب کردن صفحه سنگ اطمینان کامل حاصل شود.

۸ تعویض سنگ باید با نظارت کامل صورت گیرد.

۹ در هنگام گذاشتن سوپر فلانج دقت نمایند تا لبه قرار گرفتن صفحه برش و یا ساب دقیقاً درون صفحه قرار گیرد.

۱۰ قبل از سنگ زنی از نصب بودن حفاظ صفحه سنگ ، جهت صحیح آن و محکم بودن آن اطمینان حاصل شود.

۱۱ در هنگام کار با دستگاه سنگ استفاده از لوازم ایمنی دستکش کار ، عینک و ماسک الزامی است.

۱۲ در هنگام مذاب‌ریزی لباس کار نسوز ، کفش ایمنی ، دستکش نسوز ، کلاه ایمنی ، ماسک تنفسی و عینک ایمنی به تن داشته باشند.

- ۱۲ در هنگام کار با مشعل گاز برش کاری استفاده از لوازم ایمنی دستکش کار ، عینک و ماسک الزامی است.
- ۱۴ با نظارت هنر آموز و استاد کار عملیات برش کاری صورت گیرد..

نکته زیست محیطی

نکات زیست
محیطی

- ۱ سرباره‌های را جمع آوری نموده و درون مخزن سرباره بریزند.
- ۲ ماسه‌های سوخته شده را درون ماسه دان نریزند.

نکته کلیدی برای هنرآموزان

نکته

هرگز قطعه خارج شده از قالب را با آب سرد نکنند.

کار برگ ارزشیابی جلسه تکمیلی بیست و نهم (پیشنهادی)

خود ارزیابی توسط هنرجو			کل نمره: ۱ نمره
مؤلفه‌های خود ارزیابی	بلی	خیر	
روش‌های جداکردن سیستم راهگاهی، تغذیه و تمیزکاری را فهمیدم.			
مدل شکل (۲۲-۵) را می‌توانم قالبگیری کنم.			
می‌توانم سیستم راهگاهی، تغذیه را جداسازی کنم و تمیزکاری قطعه را انجام دهم.			
در حفاظت از ابزار جدیت دارم.			
نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهم.			
بارم کل			

ارزشیابی توسط هنرآموز		
نمره دریافتی	بارم	مولفه‌های ارزشیابی
	۰/۵	روش‌های جداکردن سیستم راهگاهی، تغذیه و تمیزکاری را فهمیده است.
	۰/۵	مدل شکل (۲۲-۵) را می‌تواند قالبگیری کند.
	۰/۷۵	می‌تواند سیستم راهگاهی، تغذیه را جداسازی کند.
	۰/۷۵	می‌تواند تمیزکاری قطعه را انجام دهد.
	۰/۲۵	در حفاظت از ابزار جدیت دارد.
	۰/۲۵	نکات ایمنی و حفاظتی را انجام می‌دهد.
	۰/۲۵	نکات زیست محیطی را رعایت می‌کند.
	۰/۲۵	به اخلاق حرفه‌ای آگاهی دارد.
	۰/۲۵	میزان مؤثر بودن در کار گروهی
	۰/۲۵	نمره گزارش کار هنرجو
	۱	نمره خود ارزشیابی هنر جو
	۵	جمع

جلسه سی ام و سی و یکم (فعالیت تکمیلی - فصل چهارم)

مرحله ۱- مقداری آلیاژ آلومینیوم-سیلیسیم را که قبلاً وزن شده بردارید و ذوب کنید.

مرحله ۲- یک نمونه با ابعاد مشخص بدون تغذیه قالب‌گیری را آماده بارریزی کنید.

مرحله ۳- مشابه مرحله ۲ نمونه به همراه تغذیه گذاری صحیح قالب گیری و آماده ذوب‌ریزی کنید.

مرحله ۴- مشابه مرحله ۳ نمونه به همراه تغذیه و مواد عایق مناسب قالب گیری و آماده ذوب‌ریزی کنید.

مرحله ۵- مشابه مرحله ۴ نمونه به همراه تغذیه با ابعاد کوچکتر با مواد عایق مناسب قالب گیری و آماده ذوب‌ریزی کنید.

و پس از ذوب‌ریزی سطح تغذیه را توسط مواد گرمازا پوشش دهید.

مرحله ۶- پس از عملیات ریخته‌گری نمونه‌ها از نظر سلامت قطعه - میزان عمل کرد تغذیه - زمان گرم نگهداشتن تغذیه و - راندمان ریخته‌گری- بررسی کنید.

نکته

نکته: چند نمونه جهت قالب‌گیری و عملیات ریخته‌گری آماده کنید. (سعی کنید که نمونه‌ها از نظر ابعادی یکسان باشند). میزان حلالیت هیدروژن در مذاب به دما و فشار داخل مذاب بستگی دارد و همین امر اساس گاززدایی آلومینیوم را تشکیل می‌دهد. لذا برای اجتناب از جذب گاز، دمای مذاب باید در حداقل ممکن قرار گیرد. معمولاً دمای ۷۲۰ تا ۷۴۰ درجه سانتی‌گراد برای این منظور مناسب تشخیص داده شده است.

توجه: کلیه مراحل فوق را در دمای فوق ذوب مشخص (از ترموکوپل استفاده شود) انجام دهید.

توجه: سعی شود ارتفاع ذوب‌ریزی در کلیه مراحل فوق یکسان باشد.

توجه: قبل از ذوب‌ریزی عملیات کیفی بر روی مذاب هر مرحله انجام شود.

جلسه سی و دوم (فعالیت تکمیلی - فصل دوم)

شاید قالب‌های فلزی گریز از مرکز و تحت فشار که از تجهیزات ضروری آموزش بوده، در بعضی از هنرستان‌های سطح کشور وجود نداشته باشد. پیشنهاد می‌شود جهت برخورداری هنرجویان از آموزش عملی واحدهای یادگیری ذکر شده با هماهنگی قبلی با کارگاه و کارخانجاتی که در تولیدات خود از تجهیزات مذکور استفاده می‌کنند برنامه بازدید آموزشی تخصصی یک روزه در جلسه تکمیلی بیست و هشتم گنجانده شود. لازم به توضیح است که قبل از بازدید، در کلاس جوار کارگاهی هنرستان از طریق نمایش فیلم و انیمیشن یا از طریق آموزش با نرم‌افزار پاورپوینت که در اسلایدهای آن از عکس‌های فنی این دو قالب فلزی استفاده شده باشد هنرجویان از نظر تئوری با مکانیزم‌های تولید و استفاده از این قالب‌ها مجدداً آشنا و مطالب برایشان یادآوری شود و سپس به بازدید اعزام شوند.

پیشنهاد می‌شوند به منظور بهره‌مندی بیشتر هنرجویان از بازدید و توضیحات متخصصین کارگاه‌ها، هنرجویان مکلف به خلاصه نویسی و نوشتن گزارش بازدید با احتساب نمره‌دهی خاص برای گزارش‌های تکمیلی و خوب شوند.

به منظور جلوگیری از ازدحام و شلوغی در جریان بازدید پیشنهاد می‌شود قبل از حرکت برای بازدید هنرجویان را حداقل به دو یا سه گروه تقسیم شوند. برای هر گروه یک نفر مسئول از جانب هنرآموزان یا استادکاران انتخاب گردند و هنرجویان وادار به تابعیت از آنان شوند.

نکته

توجه: حتماً برای هنجریان خطرات محیط کارگاه و کارخانجات در صورت بی‌توجهی به تذکرات کارشناسان مسئول و رعایت نکردن نکات ایمنی و هشدارها یادآوری شود.

نکته ۱: چند روز قبل از بازدید حتماً فرم‌های موافقت ولی، تهیه و در اختیار هنجریان گذاشته شود تا پس از موافقت اولیاء که با امضاء و اثر انگشت در ذیل فرم‌ها خواهد بود هنجریان به بازدید اعزام شوند.

نکته ۲: برای اولیاء در فرم‌های ارسالی برای موافقت، اهمیت بازدید علمی آموزشی در چند خط توضیح داده شود.

هشدار

هشدار: برای هنجریان عواقب شوخی و سهل‌انگاری طی بازدید در محیط‌های تولیدی کارگاه‌ها و کارخانجات، به جد تذکر داده شود.

نمونه فرم طرح درس:

طرح درس :				
موضوع تدریس جلسه قبل :				
موضوع تدریس جلسه فعلی :				
تاریخ :				
شماره جلسه :				
تجهیزات، لوازم و مواد مورد نیاز :				
ردیف	عناصر اجراء	نوع شایستگی	زمان اجرا	نیاز به آموزش بیشتر دارد □ ندارد □
۱	*حضور و غیاب و احوالپرسی			
۲	*یادآوری درس جلسه قبل و مقدمه			
۳	*سوالات انگیزشی و پاسخ‌های هدف دار شامل: ۱- ۲-			
۴	*پاسخ به سوالات هنرجویان با هدف مشارکت پذیری هنرجویان			
۵	*نمایش فیلم یا اسلاید پلان شماره بخش			
۶	*توضیحات تکمیلی فیلم و یا اسلاید شامل			
۷	*فعالیت کلاسی شامل			
۸	*جمع‌بندی و نتیجه گیری			
۹	*تدریس کارگاهی : آموزش قوانین ایمنی شامل			
	آموزش قوانین بهداشتی و زیست محیطی			
	آموزش کار عملی برای هنرجویان			
	*فعالیت کارگاهی هنرجویان شامل			
۱۰	*ارزشیابی هنرجویان شامل			

توضیحات طرح درس :

- ۱- عناصر اجرا بایستی بر اساس متن درس و مکمل‌های آن تدوین شود.
- ۲- شایستگی شامل سه مورد است که عبارتند از : ۱- شایستگی غیرفنی ۲- شایستگی فنی ۳- شایستگی مورد انتظار. لذا ارزشیابی هنرجویان نیز بر اساس همین شایستگی‌ها انجام شود.
- ۳- زمان اجراء بر اساس کل زمان ابلاغ شده از سازمان تألیف کتب استخراج و درج گردد و در صورتی که نیاز به زمان بیشتری بود در فرم طرح درس درج شود و برای آن برنامه‌ریزی گردد.
- ۴- موارد خاص مانند دلیل افزایش زمان اجرا و یا تغییر عناصر اجرا و یا تغییر تجهیزات و مواد در قسمت توضیحات درج شود.

عنوان گزارش :	شماره گزارش :
تاریخ گزارش :	مهارت‌های کسب شده :
مطالب علمی و تئوری فعالیت‌های انجام شده :	
روش انجام فعالیت‌ها :	
نتایج حاصل شده از انجام فعالیت‌ها :	
نام و نام خانوادگی هنرجو :	نام خانوادگی استادکار یا هنرآموز :
نمره گزارش کار :	