

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

عملیات ذوب و ریخته‌گری

رشته متالورژی

گروه فراوری و مواد

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه یازدهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب: عملیات ذوب و ریخته‌گری - ۲۱۱۵۳۳
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 طبیب‌زاده، امیر ریاحی، محمد معتمدی، اسداله عابدی، غلامرضا خلیج، حسن عبداله‌زاده (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
علی کرمی، خلیل آذرخش، داود رجبی، علی نعیمی‌گرگانی، ایمان حسین پور (اعضای گروه تألیف) - محسن نیکبخت (ویراستار ادبی)

مدیریت آماده‌سازی هنری: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - فاطمه رئوف‌پی، ارمغان رحمانپور (صفحه آرا) - سعید آقایی (رسام)

نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وبگاه: www.irtextbook.ir، www.chap.sch.ir

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارو پخش)
تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰ / صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ سوم ۱۳۹۸

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، 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.

شابک ۰-۲۸۴۴-۰۵-۹۶۴-۹۷۸ ISBN 978-964-05-2844-0



اگر یک ملتی نخواهد آسیب ببیند باید این ملت اولاً با هم متحد باشد و ثانیاً در هر کاری که اشتغال دارد او را خوب انجام بدهد. امروز کشور محتاج به کار است. باید کار کنیم تا خودکفا باشیم، بلکه ان شاء الله صادرات هم داشته باشیم. شما برادران الآن عبادتتان این است که کار نکنید. این عبادت است.
امام خمینی (قدس سرّه الشریف)

۱۱	فصل ۱ - قالب‌گیری و ماهیچه‌گیری CO _۲
۱۲	واحد یادگیری ۱: قالب‌گیری CO _۲
۱۲	استاندارد عملکرد
۱۲	پیش‌نیاز
۱۳	قالب‌گیری CO _۲
۳۰	واحد یادگیری ۲: ماهیچه‌گیری CO _۲
۳۰	استاندارد عملکرد
۳۰	پیش‌نیاز
۳۱	ماهیچه‌گیری
۳۹	فصل ۲ - آماده‌سازی قالب‌های فلزی
۴۰	واحد یادگیری: آماده‌سازی قالب‌های فلزی
۴۰	استاندارد عملکرد
۴۰	پیش‌نیاز
۴۱	آماده‌سازی قالب‌های فلزی
۶۱	فصل ۳ - خارج کردن قطعه از قالب و جداکردن سیستم راهگاهی از آن
۶۲	واحد یادگیری: خارج کردن قطعه از قالب و جداکردن سیستم راهگاهی از آن
۶۲	استاندارد عملکرد
۶۲	پیش‌نیاز

۶۳	خارج کردن قطعه از قالب
۷۴	جدا کردن سیستم راهگاهی، تغذیه و تمیزکاری
۸۱	برشکاری
۸۴	انبارش راهگاه، تغذیه و قطعات برگشتی

فصل ۴- ذوب ریزی ۸۷

۸۸	واحد یادگیری: ذوب ریزی
۸۸	استاندارد عملکرد
۸۸	پیش نیاز
۸۹	ذوب فلزات
۱۰۱	استفاده از مواد عایق و گرمازا در تغذیه

فصل ۵- نسوزکوبی کوره ذوب ۱۰۷

۱۰۸	واحد یادگیری: نسوزکوبی کوره ذوب
۱۰۸	استاندارد عملکرد
۱۰۸	پیش نیاز
۱۰۹	واحد یادگیری: نسوزکوبی کوره ذوب
۱۱۲	نوع و جنس آنتن (سیم اتصال زمین) و نحوه نصب و اتصال آن
۱۱۵	مقدار خاک مورد نیاز، مقدار کوبش و روش کوبیدن کف کوره
۱۲۲	آجرچینی کوره بوته‌ای (زمینی)

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته است:

- ۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی جوشکاری
- ۲- شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم افزارها

۴- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر
بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این درس، سومین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژه رشته متالورژی در پایه یازدهم تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی عملیات ذوب و ریخته‌گری شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل ۵ پودمان و از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی برای هر پودمان خواهد بود و اگر در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب

نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌های قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تأیید و لازم به ارزشیابی مجدد نمی‌باشد. همچنین این درس دارای ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تأثیرگذار است. همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزای بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی www.tvoccd.medu.ir می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید. فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است را در انجام کارها جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر و شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته متالورژی طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می باشد که برای سال یازدهم تدوین و تألیف گردیده است این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هریک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می گیرد. شما می توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. لازم به یادآوری است، کارنامه صادر شده در سال تحصیلی قبل بر اساس نمره ۵ پودمان بوده است. و در هنگام آموزش و سنجش و ارزشیابی پودمان‌ها و شایستگی‌ها، می بایست به استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیر فنی و مراحل کلیدی بر اساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می باشند. همچنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب ۸ در معدل کل محاسبه می شود و دارای تأثیر زیادی است.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

پودمان اول: ۱- قالب گیری و ماهیچه گیری CO_۲، در این پودمان مفهوم قالب گیری CO_۲ و ویژگی‌های آن در واحد‌های یادگیری جداگانه ارائه شده است،

پودمان دوم: آماده سازی قالب‌های فلزی می‌باشد که در آن اصول آماده سازی قالب‌های فلزی، انواع قالب‌های فلزی و کاربرد آن بیان شده است.

پودمان سوم: خارج کردن قطعه و جدا کردن سیستم راهگامی نام دارد که در این پودمان خارج کردن قطعه از قالب، انواع قالب‌ها و مراحل جدا سازی شرح داده شده است.

پودمان چهارم: ذوب‌ریزی، در این پودمان، پس از ساخت قالب ریخته‌گری نحوه ذوب‌ریزی در مراحل مختلف آموزش داده می‌شود.

پودمان پنجم: با عنوان نسوزکوبی کوره ذوب می‌باشد که در واحد یادگیری آن انواع مواد عایق و دیرگداز مورد استفاده در دیواره کوره‌های ریخته‌گری، نحوه عایق گذاری و نصب و اتصال آن به طور کامل ارائه شده است.

امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش



فصل ۱

قالب‌گیری و ماهیچه‌گیری CO_۲

واحد یادگیری ۱: قالب گیری CO₂

یکی از روش های قالب گیری موقت، قالب گیری به روش CO₂ است در این واحد یادگیری، نحوه قالب گیری مدل در درجه زیری، قالب گیری مدل در درجه رویی، تعبیه سیستم راهگاهی و تغذیه، دمش گاز CO₂، جفت کردن دو نیمه قالب و اعمال پوشان توضیح داده می شود.

استاندارد عملکرد کار

تهیه و ساخت قالب CO₂ با استفاده از درجه، مخلوط ماسه، ابزار قالب گیری، مدل، گاز CO₂ براساس استانداردها و دستورالعمل های مربوطه

پیش نیاز

قالب گیری به روش ماسه تر

مقدمه

هنگامی که در ریخته‌گری قطعات، قالب‌هایی با استحکام بالا و با کیفیت سطحی مناسب مورد نیاز باشد از فرایند قالب‌گیری CO₂ (دی اکسید کربن) استفاده می‌شود. در فرایند قالب‌گیری به روش CO₂ به جای استفاده از خاک رس (بتونیت و...) از سیلیکات سدیم به‌عنوان چسب استفاده می‌شود و قالب و ماهیچه را توسط گاز CO₂ خشک و استحکام‌دهی می‌کنند.

با این روش قالب و ماهیچه با سرعت زیاد و در مدت چند دقیقه تولید می‌شود. در این صورت، در مواردی که خط جدایش قالب افقی باشد با بهره‌گیری از وزنه روی قالب و در صورتی که خط جدایش عمودی (قالب کتابی) باشد با استفاده از گیره پیچ دستی، دو نیمه قالب را به هم محکم می‌نمایند و عملیات بارریزی را انجام می‌دهند.

روش CO₂ برای تمام آلیاژهای معمول ریختگی نظیر مس، آلومینیم، منیزیم و به‌طور وسیع فولادها و چدن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین این روش قابلیت تولید قطعاتی با وزن کمتر از یک کیلوگرم تا چندین تن را دارا می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱- روش قالب‌گیری CO₂ - دستی و قطعه ریختگی چدنی پوسته پمپ حلزونی ۲۰ تنی







- ۱ ویژگی‌های روش CO₂ نسبت به روش ماسه تر چیست؟
- ۲ روش قالب‌گیری CO₂ چه مزیتی نسبت به دیگر روش‌های قالب‌گیری دارد؟

پرسش





نام قطعات (تولید شده به روش CO_2) نشان داده شده در جدول را بنویسید:

شماره	۱	۲	۳	۴	۵	۶
نام قطعه	شیر فلکه آب					
شکل						

قالب‌گیری درجه زیرین و دمش گاز CO_2 :

مدل را قبل از قرار دادن روی صفحه زیر درجه کنترل نموده و از صحت آن اطمینان حاصل می‌کنند، آنگاه نیمه پایینی مدل را روی صفحه مدل قرار می‌دهند. سپس مخلوط ماسه آماده شده را به داخل درجه ریخته به گونه‌ای که حداقل نصفی از درجه پر شود و با کوبه‌ای مناسب عملیات کوبش را انجام می‌دهند. قبل از اینکه مجدداً مخلوط ماسه را به درجه اضافه کنند بایستی سطح ماسه مضرس (دندانه دندانه و غیر یکنواخت) باشد تا مخلوط ماسه جدید به ماسه قبلی متصل شود. کوبش زیاد باعث تراکم بسیار بالای ماسه شده بنابراین هنگام دمش گاز CO_2 به داخل قالب، باعث سختی و تردی قالب شده و در هنگام مذاب‌ریزی در اثر انبساط، قالب ترک‌خورده و در نتیجه قطعه معیوب می‌شود. جهت یکنواختی استحکام در قالب، کوبش را از دور درجه به سمت مرکز با دقت انجام می‌دهند و سپس ماسه‌های اضافی روی درجه را توسط کاردک از روی سطح درجه برمی‌دارند. جهت دمش گاز CO_2 توسط سیخ هواکش در سطح قالب سوراخ‌هایی متعدد و به فاصله مشخص حدوداً هر ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر ایجاد می‌کنند. پس از آن با تجهیزات دمش گاز، گاز CO_2 را به داخل قالب هدایت می‌کنند. دبی گاز بایستی تنظیم باشد. (۳ تا ۶ کیلوگرم بر ساعت و فشار ۲۰ تا ۴۰ PSI). زیرا اثرات دبی و فشار کم و زیاد باعث غیر یکنواختی استحکام قالب می‌شود. مدت زمان دمش گاز فعالیت کاملاً تجربی است و به دمای محیط و مواد افزودنی به قالب و حجم مخلوط ماسه در قالب بستگی دارد. لذا به صورت کلی تجربه ثابت کرده است که هر کیلوگرم گاز CO_2 برای ۵۰ تا ۷۰ کیلوگرم مخلوط ماسه کافی است. پس از اطمینان نسبت به استحکام قالب، درجه و صفحه درجه را با هم برگردانده و درجه را روی یک سطح هموار و صاف قرار می‌دهند و به آرامی صفحه زیر درجه را از روی قالب برمی‌دارند. در صورت نیاز مجدد برای یکنواختی در استحکام قالب روی سطح ماسه درجه را مقدار کمی گاز CO_2 می‌دمند.

مدل‌هایی که روی صفحه نصب شده‌اند به مدل‌های صفحه‌ای شهرت دارند و نیازی به چینش مدل بر روی صفحه زیر درجه ندارند و در نتیجه از دقت و سرعت بیشتری در تولید قالب برخوردارند.





قالب گیری CO_2 درجه زیرین با استفاده از تجهیزات و ابزار قالب گیری بر اساس استانداردهای DIN ۱۵۱۱ , DIN ۴۷۶۶ و دستورالعمل های مربوط به سفارش دهنده قطعه اجرا می شود.

ماسه مورد استفاده در فرایند (روش تولید) سیلیکات سدیم معمولاً با عدد ریزی (اندازه دانه) ۵۵ تا ۸۵ (AFS) است. برای ماسه با عدد ریزی ۵۵ AFS، سه (۳) درصد چسب و برای ماسه با عدد ریزی ۸۵ AFS، چهار و نیم (۴/۵) درصد چسب سیلیکات سدیم نیاز است. البته ماسه های دیگری مانند: ماسه زیرکنی، کرومیتی، اولوینی و... نیز ممکن است استفاده شوند که به نوع آلیاژ، دمای مذاب، حجم قطعه و روش قالب گیری بستگی دارد. معمولاً ماسه های استفاده شده در فرایند CO_2 قابلیت بازیافت را ندارند. ترکیب اصلی سیلیکات سدیم که به عنوان چسب در روش CO_2 استفاده می شود، در فرمول زیر آمده است.

۷ تا ۲۸ درصد اکسید سدیم (Na_2O) + ۲۶ تا ۶۴ درصد سیلیس (SiO_2) + ۱۷ تا ۶۷ درصد آب (H_2O)
 مشخصه سیلیکات سدیم به وسیله نسبت وزنی سیلیس به اکسید سدیم نشان داده می شود. پر مصرف ترین سیلیکات سدیم در محدوده نسبت های وزنی بین $\frac{Na_2O}{SiO_2} = \frac{1}{2}$ و $\frac{Na_2O}{SiO_2} = \frac{1/2}{2}$ می باشد.



در کارگاه با رعایت اصول ایمنی و بهداشتی مقدار لازم ماسه سیلیسی را با چسب سیلیکات سدیم به نسبت ۳ تا ۴/۵ درصد وزنی که به عدد ریزی ماسه بستگی دارد، توسط مخلوط کن ماسه به مدت سه دقیقه کاملاً مخلوط کنید. سپس مخلوط ماسه آماده شده را در سطل در دار تخلیه کنید و در آن را بندید تا جهت استفاده در مرحله قالب گیری درجه زیرین و رویی آماده باشد.



- ۱ آیا قالب CO_2 قابلیت تولید قطعات پیچیده را دارد؟ قابلیت تولید قطعات به تعداد زیاد را چطور؟
- ۲ به نظر شما قالب CO_2 ، قابلیت ریخته گری انواع آلیاژها را دارد؟ از لحاظ ابعادی چطور؟
- ۳ دقت ابعادی قطعات تولیدی به روش CO_2 نسبت به ماسه تر چگونه است؟
- ۴ کیفیت سطحی قطعات در قالب های CO_2 نسبت به ماسه تر چگونه است؟
- ۵ ماسه این قالب ها قابلیت استفاده مجدد را دارد؟ چرا؟



درباره سوال های فوق در گروه های چهار نفره بحث کنید و نتیجه را بنویسید.

امروزه در بسیاری از کارگاه های ریخته گری با تجهیزات محدود، بخش زیادی از قطعات ریختگی که نیاز به دقت ابعادی بالا و کیفیت سطحی خوب به همراه سرعت تولید بالا و مقرون به صرفه بودن دارند با این روش تولید می شوند.

روش CO_2 قابلیت ریخته گری انواع فلزات و قطعات پیچیده را داشته و دقت ابعادی و کیفیت سطح و استحکام قالب آن نسبت به قالب ماسه تر بسیار بالاتر است.

قالب های ساخته شده با این روش قابلیت استفاده مجدد را نداشته زیرا یک لایه میکرونی (نازک) چسب سیلیکات سدیم دانه های ریز ماسه را احاطه نموده و مانع از چسبیدن مجدد ذرات ماسه به هم می شود.

روش قالب‌گیری CO_2 قابلیت تولید قطعاتی از قبیل پوسته‌های دیفرانسیل، گیربکس، پمپ‌های آب و پمپ‌های هیدرولیک، اتصالات آب، شیر آتش‌نشانی، شعله پخش‌کن گاز و بسیاری دیگر از قطعات صنعتی را دارد (شکل‌های ۲ و ۳).



شکل ۳- قالب درجه زیرین یک پوسته دمنده هوا



شکل ۲- قالب درجه زیرین یک قطعه صنعتی

در هنگام قالب‌گیری استفاده از ماسک تنفسی، عینک، لباس کار، دستکش و کفش کار الزامی است.

نکته ایمنی



استنشاق ذرات معلق مخلوط ماسه و پودر جداکننده در هنگام قالب‌گیری باعث بیماری‌های مزمن ریوی می‌شوند.

هشدار



اجرای عملیات قالب‌گیری درجه زیری

فعالیت



با کمک استادکار و نظارت هنرآموز:

- ۱ تجهیزات، ابزار و مواد مورد نیاز در کارگاه را آماده کنید.
- ۲ مدل دو تکه‌ای با سطح جدایش یکنواخت را پس از بررسی و حصول اطمینان از کیفیت سطح و شیب استاندارد انتخاب کنید.
- ۳ نیمه بدون پین مدل را روی صفحه زیر درجه قرار دهید.

نکته: در صورتی که حوضچه پای راهگاه و راهبار از پیش ساخته شده باشند به همراه مدل روی صفحه زیردرجه قرار دهید.

۴ مخلوط ماسه را روی مدل طوری بریزید تا سطح آن را کاملاً بپوشاند.

۵ مخلوط ماسه اطراف مدل را توسط کوبه متراکم کنید.

۶ مجدداً مخلوط ماسه را اضافه نموده تا درجه از مخلوط ماسه پر شود سپس با کوبه مناسب ماسه را متراکم کنید.

نکته: توجه داشته باشید که ایجاد تراکم ماسه در روش CO_2 نسبت به روش ماسه تر بایستی کمتر باشد.

۷ ماسه اضافه روی قالب را با کاردک بتراشید.

۸ پس از صاف کردن سطح قالب، به وسیله سیخ هوا کانال‌های عبور گاز CO_2 را ایجاد کنید و سعی نمایید که تعداد کانال‌ها به طور یکنواخت در سطح قالب ایجاد شود.

۹ با استفاده از تجهیزات گازدهی عمل دمش گاز CO_2 را انجام دهید.

۱۰ نیمه قالب آماده شده را همراه با صفحه زیردرجه چرخانده و روی یک سطح صاف قرار دهید و مجدداً عمل گازدهی را جهت اطمینان از استحکام قالب تکرار کنید.

هنگام استفاده از چسب سیلیکات سدیم از دستکش استفاده کنید و در صورت آغشته شدن پوست دست با چسب بلافاصله با آب بشویید.

نکته ایمنی



چسب سیلیکات سدیم باعث حساسیت‌های پوستی می‌شود.

هشدار



قالب‌گیری درجه رویی

بعد از قالب‌گیری درجه زیرین؛

۱ کیفیت سطح، شیب و سلامت نیمه مدل بالایی را کنترل می‌نمایند.

۲ از صحت پین‌ها و انطباق کامل دو نیمه مدل اطمینان حاصل می‌نمایند.

۳ نیمه رویی مدل را با دقت کنترل و روی نیمه پایینی قرار می‌دهند.

۴ با توجه به طراحی انجام شده اجزای سیستم راهگاهی (راهبار و کانال بارریز) را نصب می‌کنند.

۵ پین‌های درجه رویی را از لحاظ ترک و آسیب دیدگی بطور چشمی و از لحاظ ابعادی با کولیس کنترل نموده و سپس آن را روی درجه زیرین قرار می‌دهند.



از انطباق دو درجه بر روی هم نیز اطمینان حاصل شود.



با نظارت هنرآموز:

۱ برای اطمینان از سلامت مدل تمامی اطراف و اجزای مدل را به صورت چشمی بررسی کنید به طوری که هیچ گونه زبری، ترک خوردگی، شکستگی و آثار ضربه روی سطوح آن خصوصاً سطوح جانبی مدل مشاهده نشود.

۲ بررسی کنید که جهت شیب گذاری در نیمه بالا و پایین مدل رعایت شده باشد.

۳ پین های درجه و مدل نباید شکستگی و لقی داشته باشند و هنگام جفت نمودن دو قسمت مدل، به راحتی و بدون گیر داشتن و چسبیدن، از هم جدا گردند (زیرا در غیر این صورت باعث ایجاد پیچیدگی، تاب برداشتن و ایجاد پلیسه در خط جدایش قطعه می شود).



۱ چگونه از سلامت مدل اطمینان حاصل کنیم؟

۲ پین در مدل چه نقشی دارد و چه مشکلاتی را می تواند ایجاد کند؟

۳ چرا موقعیت استقرار مدل، تغذیه، راهگاه و راهبار در قالب مهم است؟

اطمینان از سلامت مدل نیاز به کنترل ابعادی با کولیس، خط کش و دیگر لوازم اندازه گیری دارد، همچنین نیاز به کنترل کیفی سطح مدل به صورت چشمی از لحاظ زبری، آسیب دیدگی، لقی پین ها و انطباق کامل دو نیمه مدل روی هم دارد که در مجموع می توان از سلامت مدل اطمینان حاصل کرد. نقش پین ها در مدل ایجاد انطباق است و چنانچه پین های مدل شکستگی و یا لقی داشته باشند باعث جابه جایی دو نیمه مدل روی هم و در نتیجه ایجاد همین عیب در قطعه ریختگی خواهد شد. علاوه بر پین، موقعیت استقرار مدل، تغذیه، راهگاه و راهبار در صفحه مدل و به تبع آن در قالب اهمیت دارد زیرا قرار نگرفتن صحیح هر یک از آنها منجر به پدید آمدن عیوب مختلف متالورژیکی و فیزیکی (ابعادی و شکل هندسی) در قطعه خواهد شد.

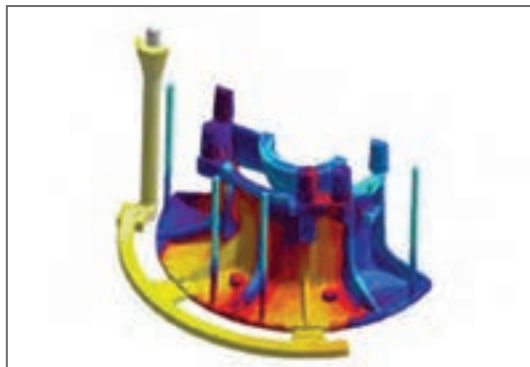
نقش سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری در سلامت قطعه ریختگی چیست؟



سیستم راهگاهی: دستیابی به یک قطعه ریختگی سالم، نیاز به کنترل و هدایت مناسب جریان مذاب در قالب تا کامل شدن انجماد آن دارد. به طور کلی مجموعه راههایی که مذاب برای ورود به محفظه قالب از آن عبور می کند را سیستم راهگاهی می نامند. یک سیستم راهگاهی بر اساس شکل و ابعاد قطعه ریختگی، جنس مذاب و نوع انجماد، مواد قالب و درجه حرارت مذاب طراحی و اجرا می شود (شکل ۴ و ۵).



شکل ۵- سیستم راهگاهی



شکل ۴ - طراحی سیستم راهگاهی برای قطعه هوزینگ

اجزای یک سیستم راهگاهی: ایجاد سیستم راهگاهی یکی از بخش های مهم قالب گیری است که چگونگی نحوه هدایت مذاب به محفظه قالب را تعیین می کند. سیستم راهگاهی می تواند به صورت اجزای پیش ساخته از چوب یا فلز آماده شود و بر روی صفحه مدل نصب یا روی آن قرار داده شود. البته هنگامی که قالب گیری ماشینی و یا تعداد زیادی از قطعه مورد نظر باشد از سیستم های راهگاهی نصب شده بر روی مدل صفحه ای استفاده می شود. همچنین در دیگر موارد برای کاهش تلاطم و افزایش کیفیت مجرای ورودی مذاب از اجزای پیش ساخته سیستم راهگاهی که بر روی مدل صفحه ای قرار می گیرد استفاده می کنند. (شکل های ۶ و ۷)



شکل ۷ - قطعات ریخته شده با سیستم راهبار و راهباره



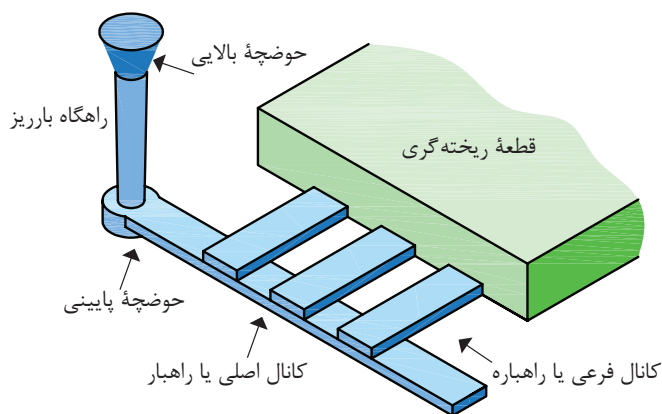
شکل ۶ - راهبار و راهباره ها روی مدل صفحه ای

آیا سیستم راهگاهی و تغذیه، نیاز به محاسبه و طراحی دارند؟
ویژگی های یک سیستم راهگاهی صحیح و مناسب چیست؟

پرسش



یکی از شرایط لازم در تولید قطعات ریختگی سالم، محاسبه و طراحی صحیح سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری است زیرا حین بارریزی و توقف فلز مذاب در قالب، نیروهای وارد بر مذاب مرتب در حال تغییر هستند. به همین دلیل سیستم راهگاه و تغذیه باید محاسبه و طراحی شوند.



شکل ۸ - اجزای یک سیستم راهگاهی

اجزای یک سیستم راهگاهی

یک سیستم راهگاهی به طور کلی می تواند دارای اجزایی مطابق شکل ۸ باشد.

- ۱ حوضچه بارریز
- ۲ راهگاه
- ۳ حوضچه پای راهگاه
- ۴ راهبار (کانال اصلی)
- ۵ کانال ممتد
- ۶ راهباره (کانال فرعی)

۱- **حوضچه بارریز (حوضچه بالای راهگاه):** حوضچه بارریز به شکل کاسه‌ای - قیفی یا گلابی - لگنی تعبیه می‌شود. حوضچه‌های کاسه‌ای - قیفی زمانی کاربرد دارند که مذاب سیالیت کمی داشته یا اینکه ضخامت قالب کم و از بخش‌های نازکی برخوردار است بنابراین بایستی مذاب بتواند در زمان کمتری قالب را پر کند. البته علاوه بر این به پارامترهای دیگری از قبیل جنس و مواد قالب نیز مرتبط است. حوضچه‌های گلابی - لگنی زمانی کاربرد دارند که نیاز به تنظیم سرعت جریان مذاب بوده و مذاب نیز از سیالیت خوبی برخوردار است. علاوه بر این برای مذاب فلزاتی که به تلاطم و اکسیداسیون حساس‌اند از این نوع حوضچه‌ها استفاده می‌شود. با وجود این نوع حوضچه، در زمان بارریزی نسبت به ریزش مستقیم مذاب کمترین آسیب به قالب وارد می‌شود.

۲- **راهگاه بارریز (لوله راهگاه):** راهگاه بارریز مجرای عمودی است که هدف آن هدایت مذاب به کانال اصلی است و به شکل مخروط ناقص از جنس چوب یا فلز ساخته می‌شود و دلیل مخروطی بودن راهگاه، جلوگیری از ورود هوا به قالب در حین مذاب ریزی است و ابعاد آن (قطر و ارتفاع) متناسب با ابعاد مدل و درجه محاسبه می‌گردد.

۳- **حوضچه پای راهگاه:** چون سرعت مذاب در قسمت پایین راهگاه بارریز به بیشترین مقدار خود می‌رسد در نتیجه تلاطم و آشفته‌گی جریان مذاب، تخریب قالب و جذب هوا را به دنبال خواهد داشت. بنابراین ایجاد حوضچه پای راهگاه سبب می‌شود تا حدود زیادی این عیب کاهش یابد.

جهت دستیابی به قطعه‌ای سالم باید از ورود هرگونه سرباره و مواد غیر فلزی که در مذاب معلق هستند به داخل قالب جلوگیری کرد. این کار به وسیله فیلترهای مخصوص انجام می‌شود که اغلب از جنس سرامیک تهیه شده و در محل تعبیه شده نصب می‌گردد.

نکته



۵- راهبار (کانال اصلی): مذاب از حوضچه پای راهگاه وارد راهبار می‌شود. در این مجرا مذاب مسیری افقی را طی می‌کند و به طور متناسبی بین راهباره‌ها توزیع می‌شود. راهبار معمولاً در سطح جدایش تعبیه می‌شود و بر حسب مورد در درجه رویی و یا درجه زیرین بر اساس سیستم‌های فشاری و یا غیرفشاری قرار می‌گیرد. مقطع راهبار می‌تواند به شکل‌های دوزنقه، مستطیل، نیم دایره و مثلث طراحی و اجرا شود.

۶- کانال ممتد: معمولاً راهبار بعد از انشعاب آخرین راهباره، کمی امتداد می‌یابد تا مواد ناخواسته در جلوی مذاب قبل از ورود به قالب در کانال ممتد جمع شود.

۷- راهباره (کانال فرعی): آخرین بخش از سیستم راهگاهی راهباره است که مذاب از این قسمت وارد قالب می‌شود. سطح مقطع این قسمت می‌تواند به شکل‌های مستطیل، نیم دایره، مثلث و... طراحی شوند.

ویژگی‌های سیستم راهگاهی صحیح و مناسب

سیستم راهگاهی صحیح و مناسب باید بتواند:

(الف) مذاب را به سهولت به محفظه قالب انتقال دهد.

(ب) مذاب را به آرامی وارد محفظه قالب کند تا از جذب گاز در مذاب و شسته شدن دیواره‌های قالب جلوگیری شود.

(ج) مذاب به گونه‌ای وارد قالب گردد که گرم‌ترین مذاب در سیستم راهگاهی بماند.

(د) سیستم راهگاهی به گونه‌ای طراحی شود که مذاب مورد نیاز قالب را تأمین کرده و کمترین دورریز را در قطعه داشته باشد.

با نظارت هنرآموز، یک مدل یک تکه را قالب‌گیری و برای آن سیستم راهگاهی اجرا کنید.

فعالیت



سیستم تغذیه گذاری: تغذیه در ریخته‌گری عبارت است از ایجاد یک منبع مذاب اضافی در قالب جهت جبران انقباض حین انجماد.

تغذیه چیست و سیستم تغذیه مناسب چه ویژگی‌هایی دارد؟

پرسش



وظایف سیستم تغذیه مناسب عبارت است از:

(الف) پس از جامد شدن کامل قطعه ریخته‌گری منجمد شده و محتوی مقدار کافی از فلز مذاب باشد تا بتواند حفره‌های انقباضی حاصل از انجماد قطعه را جبران نماید.

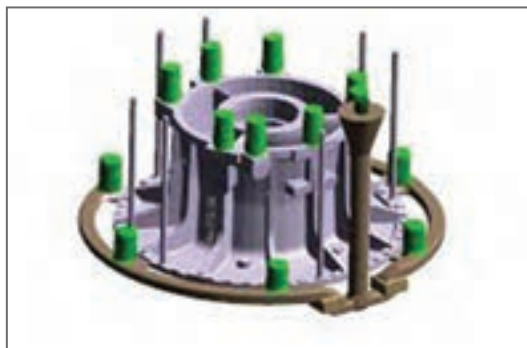
(ب) بهتر است که منبع تغذیه با هوای خارج مرتبط باشد زیرا فشار اتمسفر باعث می‌شود تا مذاب موجود در تغذیه به طرف حفره‌های انقباضی ایجاد شده در قطعه حرکت کند.

(ج) انجماد جهت دار از قطعه ریخته‌گری به طرف تغذیه ایجاد نماید.

(د) با حداقل مقدار مذاب، بیشترین بهره‌وری را در جبران کسری حجمی مذاب قطعه داشته باشد.



شکل ۱۰- قطعه هوزینگ ریخته شده سالم



شکل ۹- طراحی سیستم راهگاه و تغذیه در قطعه هوزینگ

کاربرد سیستم تغذیه روباز یا سیستم تغذیه روبسته چیست؟ چه تفاوت‌هایی با هم دارند؟

پرسش



سیستم تغذیه بر اساس ابعاد و شکل قطعه، جنس مذاب، نوع انجماد و زمان انجماد قطعه طراحی می‌شود. انواع آن به صورت روبسته (کور) و روباز است.

محل تغذیه در مجاورت نقاطی از قطعه ریختگی قرار داده می‌شود که از نقاط دیگر گرم‌تر باشد. نقاط گرم بخش‌هایی از قطعه هستند که مذاب داخل آنها دیرتر از دیگر بخش‌ها سرد می‌گردد. در عمل می‌توان ضخیم‌ترین قسمت یک قطعه ریختگی را گرم‌ترین نقطه قطعه در نظر گرفت. محل تغذیه بایستی به گونه‌ای طراحی شود که انجماد از نقاط انتهایی و سرد قطعه شروع شده و به سمت نقاط گرم قطعه، خصوصاً آخرین نقاطی از قالب که توسط مذاب پر می‌شود، ادامه یابد. شکل (۹ و ۱۰). همچنین در قطعاتی که ضخامت‌های غیر یکنواختی دارند از روش‌های دیگری مانند استفاده از مبرد، مواد عایق و گرمازا (اگزوترم) در قالب استفاده می‌کنند.

فعالیت



با نظارت هنرآموز، یک مدل مکعب به ابعاد ۸۰ میلی‌متر را انتخاب و قالب‌گیری کنید، سپس سیستم راهگاهی و تغذیه برای آن طراحی کنید و هنگام قالب‌گیری درجه رویی تغذیه را به صورت استوانه‌ای با قطر مناسب روی قالب بالایی ایجاد کنید.

در ارتباط با تعیین محل نصب سیستم راهگاهی و تغذیه گذاری برای مدل‌هایی با ضخامت‌های غیر یکنواخت

بحث گروهی و نتیجه‌گیری



- ۲ اطراف مدل و گوشه‌های قالب را با دقت می‌کوبند. این عمل باعث یکنواختی فشردگی در قالب خواهد شد.
- ۳ مجدداً مخلوط ماسه را به داخل درجه ریخته تا کاملاً پر شود. عمل کوبش را مجدداً انجام می‌دهند.
- ۴ مخلوط ماسه را روی درجه اضافه نموده تا پر شود سپس با کف کوبه عمل کوبش را ادامه می‌دهند.
- ۵ ماسه اضافه روی قالب را با کارد تسمه می‌تراشند.

قبل از اضافه کردن مجدد مخلوط ماسه بایستی سطح داخلی ماسه مضرس باشد. در غیر این صورت بین ماسه اضافه شده با ماسه زیرین اتصال کافی ایجاد نشده و استحکام قالب در هنگام مذاب‌ریزی کاهش می‌یابد.

نکته



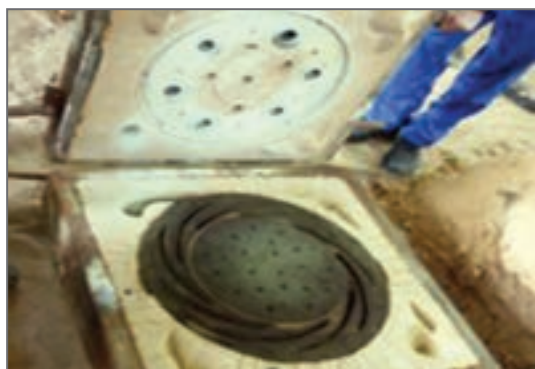
- ۶ مانند قالب‌گیری درجه زیرین با سیخ هواکش سوراخ‌هایی به فاصله مناسب برای عبور گاز CO_2 ایجاد می‌کنند (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- دمش گاز CO_2 درجه رویی

برای عبور هوا و گاز قالب و ماهیچه، سوراخ‌هایی را روی تکیه‌گاه ماهیچه و روی قسمت‌های انتهایی محفظه قالب ایجاد می‌کنند.

نکته



شکل ۱۴- تعبیه کانال‌های خروج هوا در درجه رویی و تعبیه کانال‌های خروج گاز ماهیچه پره دمنده

ایجاد کانال‌های خروج هوا در قالب سبب می‌شوند که گازهای ایجاد شده از ماهیچه و هوای محبوس شده درون قالب به راحتی خارج شده در غیر این صورت گازها و هوای محبوس شده درون قالب مانع از رسیدن مذاب به تمامی قسمت‌های قالب می‌شود شکل (۱۴).

نکته



در ارتباط با استفاده و عدم استفاده از سیستم راهگای و تغذیه پیش ساخته

بحث گروهی و نتیجه گیری



- ۷ پس از ایجاد کانال‌های خروج گاز، لوله راهگاه را به آرامی از ماسه خارج می‌کنند.
- ۸ به وسیله سیستم دمش، مانند درجه زیرین گاز CO_2 را با فشار مشخص وارد قالب می‌کنند.
- ۹ پس از دمش گاز CO_2 درجه رویی را به آرامی بلند کرده و روی صفحه، زیر درجه قرار می‌دهند.
- ۱۰ مدل را با استفاده از ابزار مدل درآور به طور صحیح از قالب خارج می‌کنند.
- ۱۱ چنانچه راهبار اصلی پیش ساخته نیز در درجه رویی قرار دارد آن را از قالب خارج می‌کنند.

چنانچه سیستم راهگای و تغذیه پیش ساخته در مدل صفحه‌ای به کار نرفته باشد بایستی اجزای سیستم راهگای مانند حوضچه پای راهگاه، راهبار و راهباره را به صورت دستی با استفاده از ابزار در درجه زیرین ایجاد کرد.

نکته



در هنگام ورود به کارگاه استفاده از لباس کار، کفش ایمنی و کلاه ایمنی الزامی است و هنگام قالب گیری بایستی حتماً از ماسک تنفسی و عینک ایمنی استفاده شود.

نکته ایمنی



پس از استفاده از چسب سیلیکات سدیم و یا مخلوط ماسه از ظرف مخصوص، درب آن را کاملاً ببندید. پس از استفاده از گاز CO_2 از بسته بودن شیر کپسول گاز اطمینان حاصل کنید.

نکات زیست محیطی



پُر کردن درجه رویی و خارج کردن مدل از قالب:
با نظارت هنرآموز:

- ۱ نیمه دیگر مدل را روی نیمه مدل قالب گیری شده با دقت قرار دهید.
- ۲ درجه رویی را روی درجه زیرین قرار دهید.

نکته: دقت کنید پین‌های مدل و درجه هنگام جفت شدن دقیقاً در محل خود قرار گیرد.

فعالیت



- ۳ مدل راهبار، راهباره و تغذیه را در محل طراحی شده قرار دهید.
- ۴ سطح ماسه بین دو نیمه قالب را پودر جدایش بزنید.
- ۵ لوله راهگاه را در محل مناسب قرار دهید.
- ۶ مطابق مراحل قالب‌گیری درجه زیرین، مخلوط ماسه قالب‌گیری را در درجه رویی ریخته و عمل کوبش و قالب‌گیری را برای درجه رویی انجام دهید.
- ۷ کانال‌هایی جهت عبور گاز CO_2 ایجاد کنید.
- ۸ قبل از دمش گاز CO_2 و سخت شدن قالب، حوضچه بالای راهگاه را ایجاد کرده و لوله راهگاه را خارج کنید.
- ۹ برای استحکام‌دهی درجه رویی عملیات دمش گاز CO_2 را انجام دهید.
- ۱۰ قالب رویی را بلند کرده و پس از برگرداندن روی سطح صاف بگذارید.
- ۱۱ کانال‌های راهبار، راهباره و حوضچه پای راهگاه و تغذیه را از قالب خارج کرده و در صورت عدم استفاده از آنها این سیستم را در قالب زیرین به وسیله ابزار ایجاد کنید.
- ۱۲ مدل را با استفاده از ابزار مدل درآور به طور مناسب و صحیح از قالب خارج کنید.

اعمال پوشان وجفت کردن قالب:

- ۱ هدف از اعمال پوشان بر روی سطوح قالب و ماهیچه چیست؟
- ۲ چرا نمی‌توان برای کلیه قالب‌ها از یک نوع پوشان استفاده کرد؟

پرسش



پس از آنکه مدل از قالب خارج شد، برای محافظت دیواره‌های قالب و جلوگیری از نفوذ پذیری مذاب درون آن و سایر عیوبی که در کتاب تولید قطعات فلزی ذکر شده و همچنین برای دستیابی به سطوح صاف ریختگی و کاهش هزینه‌های تمیزکاری از مواد پوششی استفاده می‌کنند.

برای قالب‌های خشک و از پوشش‌های مخلوط مایع استفاده می‌کنند. مواد دیرگداز پودر شده را همراه با بنتونیت یا خاک نسوز و چسب‌های آلی نظیر ملاس، دکستین، روغن ماهیچه (بزرک) و مقدار لازم آب مخلوط می‌کنند. وزن مخصوص مایع و مقدار آب موجود در آن از نکات مهمی است که بایستی رعایت شود. برای قالب‌های خشک بر اساس نوع آلیاژ از مواد پوششی متفاوتی استفاده می‌شود، زیرا مواد پوششی بایستی علاوه بر محافظت سطوح قالب و ماهیچه در برابر دمای بالای مذاب ترکیبات مضر ایجاد نکند و کمترین بخار و گاز را در قالب ایجاد کند.

در مواردی که پوشش ضخیمی با هدف عایق بندی مورد نیاز باشد مخلوط را به شکل خمیری می‌سازند و با انواع ابزارهای قالب‌گیری سطح قالب را پوشش می‌دهند. در صورتی که از افشانه (اسپری) جهت پوشش دادن سطح قالب استفاده می‌شود، غلظت پوشش مایع باید کم باشد تا به راحتی از افشانه خارج شود. ذکر این نکته حائز اهمیت است که در صورت غیر یکنواختی ضخامت مواد پوشش نوع و جهت انجماد تغییر خواهد کرد و امکان ایجاد عیوب در قطعه فراهم می‌گردد. لذا در برخی موارد به دلیل عایق کردن و تغییرات در مدل انجماد، ضخامت مواد پوشش را در قسمت‌های مختلف قالب، متفاوت در نظر می‌گیرند. مشخصات مواد پوششی مخلوط مایع برای قالب‌های خشک بر اساس نوع آلیاژ به شرح ذیل است:

درصد آب یا الکل	مواد پوششی (درصد)	نوع آلیاژ
۶۷	۲۰ تالک _ ۶/۵ پودر ذغال _ ۶/۵ ملاس	آلیاژهای مس
۵۷	۱۱/۵ خاک چینی _ ۲۳ مواد کربنی _ ۸/۵ ملاس	برنز سرب یا فسفر
۵۶	۲۲ تالک _ ۱۱ پودر گچ _ ۱۱ ملاس	آلیاژهای آلومینیم
۷۰	۲۲ پودر ذغال _ ۴ بنتونیت _ ۴ دگسترین	چدن
۶۶	۲۱ پودر ذغال _ ۶/۵ خاک نسوز _ ۶/۵ گرافیت	پوشش سطحی (نازک)
۶۷	۲۰ شاموت _ ۶/۵ خاک نسوز _ ۶/۵ گرافیت	پوشش سطحی
۶۳	۲۵ پودر سیلیس _ ۶ بنتونیت _ ۳ دگسترین _ ۳ روغن بزرک	پوشش ضخیم
۶۴	۳۰ پودر سیلیس یا پودر زیرکن _ ۱/۵ بنتونیت	فولاد
۵۰	۴/۵ روغن ماهیچه ۴۲/۵ نیتريت _ ۵ بنتونیت - ۲/۵ دگسترین	پوشش نازک فولاد منگنزدار
	برای ریخته‌گری آلیاژهای منیزیم معمولاً ماسه را با ۱ درصد اسید بوریک و ۱ درصد اسید سولفوریک مخلوط می‌کنند و در بعضی موارد قالب را در معرض گاز CO_2 قرار می‌دهند.	منیزیم

مواد فوق توسط یک مخلوط کن برقی کاملاً هم زده شده تا یکنواخت شود. سپس توسط قلم مو و یا افشانک عمل پوشش کاری قالب انجام می‌گیرد. ضخامت پوشش قالب اهمیت زیادی داشته و با توجه به درجه حرارت مذاب، اندازه و ابعاد قطعه و مقدار انتقال حرارت قالب انتخاب می‌شود.

اعمال پوشان و جفت کردن قالب

با نظارت هنرآموز:

۱ نسبت‌های مواد پوشش را از طریق توزین مشخص نموده و آنها را در یک مخلوط کن یا همزن برقی قرار دهید.

۲ هم زدن مواد را به مدت ۱۲ الی ۱۵ دقیقه انجام دهید.

۳ در صورت امکان قالب را به صورت ایستاده (عمودی) قرار دهید.

۴ مخلوط پوشان آماده را مجدداً هم بزنید تا از ته نشین شدن و رسوب آن جلوگیری شود.

۵ مواد پوشان را به مقدار لازم برای پوشش دهی به داخل مخزن افشانه بریزید.

۶ عملیات پوشش دهی را با حرکت دورانی و آرام دست به طور یکنواخت به داخل قالب انجام دهید.

نکته: پوشش قالب باید صاف و صیقلی و بدون وجود حباب هوا باشد.

نکته: در صورت استفاده از اسفنج یا قلم مو دقت کنید که ضخامت پوشش یکنواخت باشد و به بخش‌هایی از قطعه که نازک و شکننده هستند، آسیب نرسد.

فعالیت



۷ پس از پوشش کاری، قالب را به صورت افقی قرارداده و در گرم خانه و یا به وسیله مشعل به طور یکنواخت خشک کنید. دقت کنید که شعله به مدت طولانی روی سطح نگه داشته نشود.

۸ پس از اطمینان از خشک شدن پوشش قالب، با دقت دو نیمه قالب را جفت کنید و مطمئن شوید لقی نداشته باشد.

۹ به وسیله گیره مخصوص درجه و یا وزنه گذاری دو نیمه قالب را به هم محکم کنید.

۱ از ریختن مواد پوشان در محیط زیست اجتناب شود. این مواد بایستی در محل مشخص انبار شود.

۲ عملیات پوشان دهی را زیر هود و هواکش انجام دهید.

نکات زیست
محیطی



در هنگام اعمال پوشش به قالب از لباس ایمنی، ماسک تنفسی، عینک و دستکش مناسب استفاده کنید.

نکته ایمنی




استنشاق مواد پوشان قالب ها باعث بیماری می شود.

هشدار



ارزشیابی هنرجو در واحد یادگیری قالب گیری CO₂

	<p>نقشه کار: قالب گیری CO₂</p> <p>مدل مقابل را به روش CO₂ قالب گیری کنید.</p> <p>مدل دو تکه از جنس آلومینیم به همراه جعبه ماهیچه</p> <p>شاخص عملکرد: نحوه قراردادن مدل داخل درجه، تعبیه سیستم راهگاهی و تغذیه، ماهیچه گذاری و جفت کردن، کیفیت نهایی قالب و پوشان</p> <p>شرایط انجام کار: انجام کار در کارگاه ریخته گری با روشنایی مناسب</p> <p>مواد مصرفی: مخلوط ماسه قالب گیری (چسب سیلیکات سدیم)- گاز CO₂- پودر جدایش- پوشان</p> <p>ابزار و تجهیزات: مدل- درجه- صفحه زیردرجه- ابزار قالب گیری- مخزن CO₂- میکسر رنگ- ابزار حرارت دهی- دمنده CO₂- ابزار اعمال پوشان- چکش لاستیکی- ابزار جفت کردن قالب- گیره</p>
---	---

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	قالب گیری درجه زیرین و دمش گاز CO ₂	۱	
۲	قرار دادن درجه رویی	۱	
۳	تعبیه سیستم راهگاهی	۲	
۴	پر کردن درجه رویی	۱	
۵	خارج کردن مدل از قالب	۲	
۶	اعمال پوشان و جفت کردن قالب	۲	
<p>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>۱ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار</p> <p>۲ استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش، عینک و ...</p> <p>۳ تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه و تفکیک ضایعات مخلوط ماسه قالب گیری از سایر زباله ها</p> <p>۴ رعایت دقت و نظم</p>			
میانگین نمرات*			

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

واحد یادگیری ۲: ماهیچه گیری CO₂

یکی از روش های ماهیچه گیری، ماهیچه گیری به روش CO₂ است در این واحد یادگیری، نحوه پرکردن جعبه ماهیچه، دمش گاز CO₂، خارج کردن ماهیچه از جعبه ماهیچه، اعمال پوشان و نحوه نگهداری ماهیچه توضیح داده می شود.

استاندارد عملکرد کار

ساخت ماهیچه به روش CO₂ با استفاده از قالب ماهیچه، مخلوط ماسه و گاز CO₂ براساس استانداردها و دستورالعمل های مربوطه

پیش نیاز

ماهیچه گیری هات باکس

ماهيچه گيري :

مقدمه: ماهيچه‌های توليد شده به روش CO_2 کاربرد بسيار زيادي در روش قالب گيري CO_2 و همچنين ماسه تر دارند. دقت ابعادي، كيفيت سطحي، استحکام بالا، عدم نياز به قانجاق گذاري و آرماتور بندي در ماهيچه‌های کوچک و متوسط و به تبع آن، بالا رفتن سرعت توليد همه از مزايایي است که می‌توان در توليد ماهيچه‌های CO_2 برشمرد. البته معايبي از قبيل قابليت از هم پاشيدگي کم، کاهش استحکام و كيفيت سطحي ماهيچه‌های CO_2 در زمان بيش از ۲۴ ساعت را نيز می‌توان از محدوديت‌های اين نوع ماهيچه‌ها در نظر گرفت.

چه مشخصه‌های کاربردی برای ماهيچه‌های CO_2 می‌توان در نظر گرفت؟

پرسش



پر کردن جعبه ماهيچه و دمش گاز CO_2 :



شکل ۱۵- پر کردن جعبه ماهيچه و دمش گاز CO_2

پس از کنترل کمی و کیفی جعبه ماهيچه (ابعاد و كيفيت سطحي) هر دو نيمه جعبه ماهيچه با لایه نازکی از پودر جدا کننده (تالک) پوشانده می‌شود و با گیره دستی جعبه ماهيچه را محکم می‌کنند. مخلوط ماسه ماهيچه را داخل جعبه ماهيچه ريخته و معمولاً جهت يکنواختی در استحکام ماهيچه، مخلوط ماسه ماهيچه را به داخل جعبه ماهيچه می‌ريزند و با ابزار مخصوص عمل کوبش را انجام می‌دهند. کوبش يکنواخت باعث فشردگی متعادل و يکنواخت در مخلوط ماسه ماهيچه خواهد شد. پس از اتمام کوبش، با کارد تسمه ماسه‌های اضافی محل تکیه‌گاه را تمیز می‌کنند و با سيخ هواکش منافذی را در تکیه‌گاه‌ها و قسمت‌های جعبه ماهيچه به طرف داخل ماهيچه جهت عبور گاز CO_2 ایجاد می‌کنند. سپس گاز CO_2 به وسیله نازل مخصوص دمش، با فشار ملایم به آرامی وارد جعبه ماهيچه شده تا ماسه از استحکام کافی برخوردار شود. فشار دمش گاز CO_2 باید به حدی باشد که سبب شکستگی و خرابی لبه‌های ماسه محل دمش نشود و یک روش کاملاً تجربی است (شکل ۱۵).

سپس با چکش لاستیکی ضربات ملایمی به اطراف جعبه ماهيچه جهت تسهيل در خروج ماهيچه وارد می‌کنند و با برداشتن نيمه بالایی جعبه ماهيچه، ماهيچه را روی یک سطح هموار از ماسه نرم قرار می‌دهند.

مقدار چسب سيليكات سدیم در ماهيچه‌ها با توجه به ابعاد و اندازه ماهيچه، چگالی و دمای مذاب ۴ تا ۶ درصد وزنی به علاوه مواد افزودنی به مقدار ۱/۵ تا ۲ درصد وزنی جهت افزایش مقاومت ماهيچه در برابر انقباض و قابليت متلاشی شدن ماهيچه پس از انجماد مذاب، مورد نياز است.

نکته





پر کردن جعبه ماهیچه و دمش گاز CO_2 :

با نظارت هنرآموز:

- ۱ تجهیزات، لوازم و مواد مورد استفاده برای ماهیچه گیری را بررسی و کنترل کنید.
- ۲ شیب ها و کیفیت سطوح داخلی جعبه ماهیچه را کنترل کنید.
- ۳ سطوح داخلی جعبه ماهیچه را با پودر جداکننده بپوشانید.
- ۴ قسمت های مختلف جعبه ماهیچه را با گیره دستی به هم بسته و روی یک سطح صاف و ثابت قرار دهید.
- ۵ مقداری از مخلوط ماسه ماهیچه CO_2 را داخل جعبه ماهیچه ریخته و با ابزار مخصوص عمل کوبش را انجام دهید.
- ۶ چنانچه ماهیچه نیاز به قانجاق داشت در مرحله اول ریختن مخلوط ماسه به داخل جعبه ماهیچه، قانجاق را جاگذاری کنید.
- ۷ جعبه ماهیچه را از مخلوط ماسه پر کنید و سپس عمل کوبش را با ابزار مخصوص انجام دهید.

نکته: میزان کوبش و ایجاد فشردگی در ماسه ماهیچه کمی بیشتر از مقدار کوبش در قالب باشد.

- ۸ با ابزار میله ای مناسب، منافذی را جهت عبور گاز CO_2 در ماهیچه ایجاد کنید.
- ۹ قبل از دمش گاز، با چکش لاستیکی کوچک، ضربات ملایمی را جهت تسهیل در خروج ماهیچه به بدنه جعبه ماهیچه وارد کنید.
- ۱۰ با تجهیزات مخصوص دمش گاز، عملیات گازدهی CO_2 را به ماهیچه (همانند گازدهی در قالب ها) انجام دهید.

نکته: به خاطر داشته باشید دمش گاز CO_2 بیش از حد باعث تردی و شکنندگی ماهیچه می شود.

- ۱۱ ماهیچه را برداشته و روی سطحی صاف و مستحکم در شرایط دمایی محیط قرار دهید.



چنانچه جعبه ماهیچه از یک قسمت تشکیل شده باشد، آن را روی یک بستر نرم مثلاً ماسه خشک برگردانده تا ماهیچه به آرامی از جعبه ماهیچه جدا شود. ولی چنانچه جعبه ماهیچه بیش از یک قسمت باشد، ابتدا اجزایی را که به سادگی از جعبه ماهیچه جدا می شوند را برداشته و سپس، قسمت باقیمانده جعبه ماهیچه را روی یک سطح نرم و هموار برگردانده تا ماهیچه از آن خارج شود.

خارج کردن ماهیچه:



شکل ۱۶- جعبه ماهیچه CO_2 و ماهیچه خارج شده از آن

روش خارج کردن ماهیچه تجربی است و نیاز به تکرار دارد از طرفی خروج ماهیچه از جعبه ماهیچه‌های یک پارچه و چند پارچه، اندکی متفاوت است (شکل ۱۶).

نکته



در جعبه ماهیچه دو تکه، ابتدا آن را روی سطحی صاف و هموار به گونه‌ای که نیمه رویی به سمت بالا باشد، قرار می‌دهند. سپس با چکش لاستیکی ضربات ملایمی را به جعبه ماهیچه وارد می‌کنند و به آرامی نیمه رویی را برمی‌دارند. سپس آن را مجدد در جای خود قرار می‌دهند و هر دو نیمه جعبه ماهیچه را با هم برگردانده و لق کردن ماهیچه برای نیمه دیگر را نیز تکرار می‌کنند. نیمه دیگر جعبه ماهیچه را به آرامی برداشته و ماهیچه را روی سطح ماسه خشک و هموار برمی‌گردانند. سپس آن را جهت نگهداری در مکانی عاری از رطوبت و در دمای محیط روی سطحی صاف به صورت عمودی قرار می‌دهند.

ماهیچه‌گیری را با نظارت هنرآموز انجام دهید و چندین بار روش لق کردن ماهیچه، باز کردن جعبه ماهیچه و خارج کردن آن را تمرین کنید.

فعالیت



در مورد نتایج و تجربیات به دست آمده از فعالیت ماهیچه‌گیری، لق کردن ماهیچه و باز کردن جعبه ماهیچه و خارج کردن ماهیچه.

بحث گروهی و نتیجه‌گیری



پوشان دهی ماهیچه:

پوشان دهی ماهیچه‌ها چه تأثیری می‌تواند در کیفیت قطعات داشته باشد؟

پرسش



مواد پوشان برای قالب و ماهیچه‌هایی که مذاب‌ریزی در آنها در دمای بالایی انجام می‌شود، اقدامی لازم و ضروری است. همچنین بعضی از قسمت‌های داخلی قطعه که توسط ماهیچه در قالب ایجاد می‌شود عموماً پس از ریخته‌گری، قابلیت تمیزکاری ندارد. بنابراین استفاده از مواد پوششی برای ماهیچه‌ها به مقدار وسیع‌تری

نسبت به قالب‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. ماهیچه‌ها قبل از جاگذاری داخل قالب پوشش داده می‌شوند. مواد پوشش ماهیچه‌ها نیز بر اساس مواد کربنی و غیر کربنی تقسیم بندی می‌شوند. ترکیب و نسبت مواد مختلف مورد استفاده با مواد پوششی سطوح قالب‌ها یکسان است. ماهیچه‌های کوچک معمولاً در مخلوط مایع پوشش فرو برده می‌شوند و برای ماهیچه‌های بزرگ‌تر از پاشیدن مایع پوشش با افشانه همانند پوشش سطوح قالب استفاده می‌کنند (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- ماهیچه زانویی پوشش داده شده

هنگام پوشش‌دهی ماهیچه باید به صورت عمودی قرار داده شود به گونه‌ای که لایه نازکی از پوشش به سهولت تمامی قسمت‌های ماهیچه را به طور یکنواخت فرا گیرد.

نکته



هنگام کار با مواد پوشش حتماً از ماسک تنفسی مخصوص و دستکش و عینک ایمنی استفاده کنید.

نکته ایمنی



در هنگام تخلیه همزن یا مخلوط کن ابتدا دستگاه را خاموش و از برق کشیده و سپس مواد آن را به وسیله ابزار مناسب بدون فرو بردن دست داخل تیغه‌ها خارج کنید.

هشدار





عملیات پوشان‌دهی ماهیچه:

با نظارت هنرآموز:

- ۱ با توجه به نوع مذاب مواد پوششی را انتخاب کنید.
- ۲ نسبت‌های مواد پوشش را از طریق توزین مشخص نموده و آنها را در یک مخلوط کن یا همزن برقی قرار دهید.
- ۳ هم زدن مواد را به مدت ۱۲ الی ۱۵ دقیقه انجام دهید.
- ۴ ماهیچه را به صورت عمودی روی یک سطح صاف قرار دهید.
- ۵ پس از هم زدن مواد پوشان بلافاصله آن را درون ظرف مخصوصی ریخته و سپس عمل پوشش دهی را با قلم مو و یا افشانه مخصوص انجام دهید.

نکته: ضخامت مواد پوشان ماهیچه از اهمیت بالایی برخوردار است و نیاز به تجربه در عمل پوشان کاری دارد بنابراین حتماً با نظارت هنرآموز و استادکار زیر هواکش اقدام به پوشش دهی نمایند.

۶ پس از بررسی و اطمینان از یکنواختی عمل پوشش کاری در تمام قسمت‌ها، ماهیچه را به گرم خانه منتقل نموده و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۰۵ الی ۱۱۰ درجه سانتی گراد قرار دهید تا ماهیچه خشک شود.

نکته: در صورت عدم وجود گرم خانه بایستی با مشعل‌های گازی اقدام به خشک کردن ماهیچه نمود. دقت کنید که شعله به مدت طولانی روی سطح نگه‌داشته نشود.

۷ پس از اتمام زمان خشک شدن، ماهیچه را جداگانه به مدت لازم در دمای محیط روی سطح صاف به صورت افقی قرار دهید و سپس به محل انبار منتقل کنید.

نگهداری ماهیچه‌های CO₂



شکل ۱۸- کنترل ماهیچه‌ها هنگام انبارش

نگهداری و چیدمان ماهیچه‌ها چه اهمیتی در تولید قطعات دارد؟

پرسش



برای جلوگیری از آسیب دیدن ماهیچه‌ها شامل تاب برداشتن، شکستگی و ترک، جذب رطوبت و پوک شدن پس از ساخت، ماهیچه‌ها را نگهداری و انبار می‌کنند. بنابراین بایستی ابعاد، شکل، وزن و زمان استفاده آنها مورد توجه قرار گیرند (شکل ۱۸). ماهیچه‌ها را جهت انبار در سینی‌های مسطح و صاف حمل می‌کنند. معمولاً هنگام انبار، ماهیچه‌های کوچک در قفسه‌های بالایی و ماهیچه‌های حجیم و سنگین در قفسه‌های پایین نگهداری می‌شوند.

زمان نگهداری و انبار کردن ماهیچه‌های CO_2 نباید بیش از ۲۴ ساعت باشد زیرا در زمان طولانی بر اثر جذب رطوبت و پوک شدن کیفیت ماهیچه کاهش می‌یابد.

نکته



در رابطه با راه‌های جلوگیری از آسیب‌دیدگی و روش انبار کردن و نگهداری قالب و ماهیچه‌های تولید شده زیر نظر هنرآموز با هم بحث کنید و قالب و ماهیچه‌های CO_2 تولید شده را انبار کنید.

فعالیت



ارزشیابی هنرجو در واحد یادگیری: ماهیچه گیری CO₂

	<p>نقشه کار: ماهیچه گیری CO₂</p> <p>ماهیچه مدل مقابل را به روش CO₂ تهیه کنید. جعبه ماهیچه مدل دو تکه از جنس آلومینیم شاخص عملکرد: پر کردن جعبه ماهیچه، گازدهی، کیفیت نهایی ماهیچه شرایط انجام کار: انجام کار در کارگاه ریخته گری با روشنایی مناسب</p> <p>مواد مصرفی: مخلوط ماسه ماهیچه- گاز CO₂ - پودر تالک (جدایش)- پوشان ابزار و تجهیزات: قالب ماهیچه چوبی یا فلزی- ابزار کوبش- ابزار دممش CO₂- میکسر رنگ- قلم مو- مخزن گاز CO₂ - سیخ هوا- کارد تسمه- برس سیمی</p>
---	---

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	پر کردن جعبه ماهیچه	۲	
۲	گاز دهی	۲	
۳	خارج کردن ماهیچه	۱	
۴	پوشان دهی	۱	
۵	نگهداری ماهیچه ها	۱	
<p>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>۱ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲ استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش، عینک و ... ۳ تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه و تفکیک ضایعات مخلوط ماسه ماهیچه گیری از سایر زباله ها ۴ رعایت دقت و نظم</p>			
میانگین نمرات*			

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.



فصل ۲

آماده سازی قالب های فلزی

واحد یادگیری : آماده سازی قالب های فلزی

یکی از روش های ریخته گری، ریخته گری در قالب های دائمی یا فلزی است. برای همین منظور قالب قبل از ریخته گری آماده سازی می شود.

در این واحد یادگیری، انواع قالب های فلزی، روش های تمیزکاری قالب های فلزی، دمای پیش گرم و نحوه پیش گرم کردن قالب های فلزی، انواع پوشان قالب های فلزی و نحوه اعمال آن بر روی قالب، انواع ماهیچه مورد استفاده در قالب فلزی و روش قرار دادن آن در قالب، فیلترگذاری در قالب و جفت کردن نیمه های قالب توضیح داده می شود.

استاندارد عملکرد کار

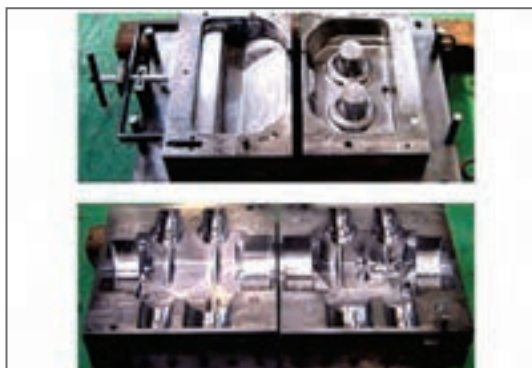
آماده سازی و ماهیچه گذاری و جفت کردن قالب فلزی براساس استانداردها و دستورالعمل های مربوطه

پیش نیاز

قالب گیری، ماهیچه گیری

آماده سازی قالب های فلزی

مقدمه: روش ریخته گری در قالب های دائمی چندین هزار ساله دارد. انسان های اولیه با تعبیه شکل قالب در سنگ از یک نوع قالب نیمه دائمی استفاده می کردند. بر اساس یک تعریف کلی ریخته گری در قالب های فلزی به گروهی از روش های ریخته گری گفته می شود که برای تهیه تعداد زیادی قطعه یکسان به طور مکرر مورد استفاده قرار گیرد. آماده سازی یک قالب فلزی برای مذاب ریزی شامل: تمیز کردن، پیش گرم کردن، اعمال پوشان بر دیواره داخلی قالب، ماهیچه گذاری و جفت کردن و یا مونتاژ اجزای قالب فلزی می باشد.

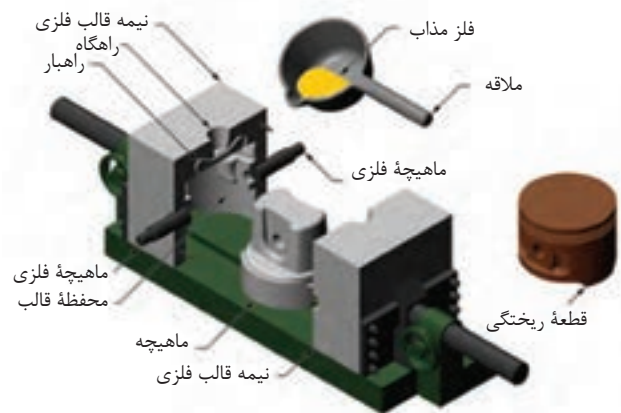


قالب های فلزی بر اساس نحوه پر کردن محفظه قالب از مذاب به صورت زیر تقسیم می شوند:

- الف-** قالب ریژه، بر اساس وزن مذاب، محفظه قالب پر شود.
- ب-** قالب فلزی تحت فشار، قالب بر اساس نیروی فشاری وارد بر مذاب، پر می شود.
- ج-** قالب فلزی گریز از مرکز، مذاب در اثر نیروی گریز از مرکز، محفظه قالب را پر می کند.

انواع قالب‌های فلزی:

قالب ریژه: شکل (۱) اجزاء مختلف یک قالب فلزی را نشان می‌دهد.

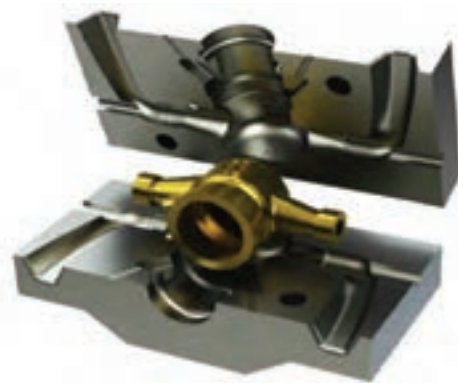


شکل ۱- قالب ریژه

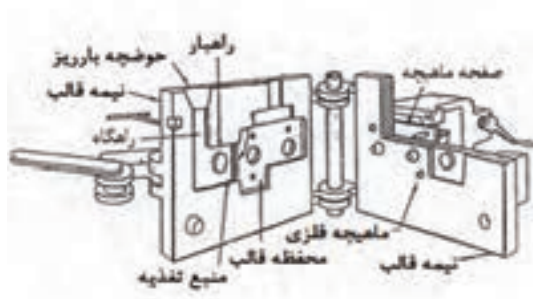
انواع قالب‌های فلزی ریژه :

قالب‌های ریژه انواع گوناگونی دارند که می‌توان به نوع ساده، کشویی، کتابی (لولایی)، با اجزای محرکه مکانیکی، یا هیدرولیکی (انتقال انرژی یا نیرو به کمک مایعات تحت فشار) و پنوماتیکی (انتقال انرژی یا نیرو به کمک هوای تحت فشار) اشاره کرد.

به طور معمول در انواع قالب‌های ریژه (ساده، کشویی، کتابی)، محفظه قالب در اثر نیروی وزن مذاب پر می‌شود (شکل‌های ۱ تا ۴).



شکل ۲- قالب ریژه ساده



شکل ۳- قالب ریژه کتابی (لولایی)



شکل ۴- قالب ریژه شمش ریزی

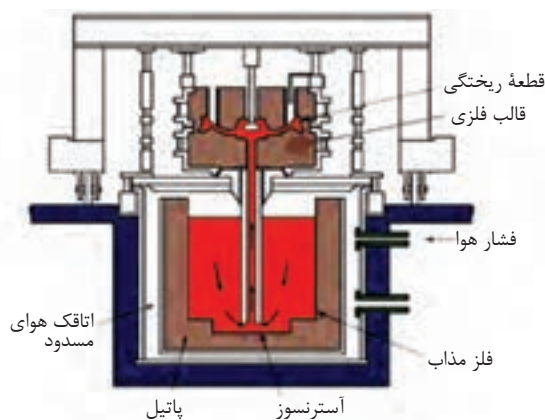
قالب‌های فلزی تحت فشار:

در این قالب‌ها مذاب تحت فشار معین، محفظه قالب را پر می‌کند. این روش (بر اساس نیروی فشار اعمال شده) به دو دسته تقسیم می‌شود:

الف- ریخته‌گری تحت فشار کم: در این فرایند بوته محتوی فلز مذاب با نقطه ذوب پایین مانند آلومینیوم در داخل محفظه یک کوره مقاوم قرار می‌گیرد. انتهای لوله تزریق که در داخل پوشش دستگاه قرار گرفته است تا نزدیکی کف بوته می‌رسد. قالب به طور مکانیکی یا هیدرولیکی عمل می‌کند و تحت مقدار کنترل شده‌ای از فشار هوا از فلز مذاب پر می‌شود، فشار هوا باعث پایین آمدن سطح مذاب در داخل بوته و موجب بالا رفتن حجم مناسبی از آن از طریق لوله تزریق به داخل قالب می‌شود (شکل ۵).

مراحل مختلف کار این روش به صورت ذیل است:

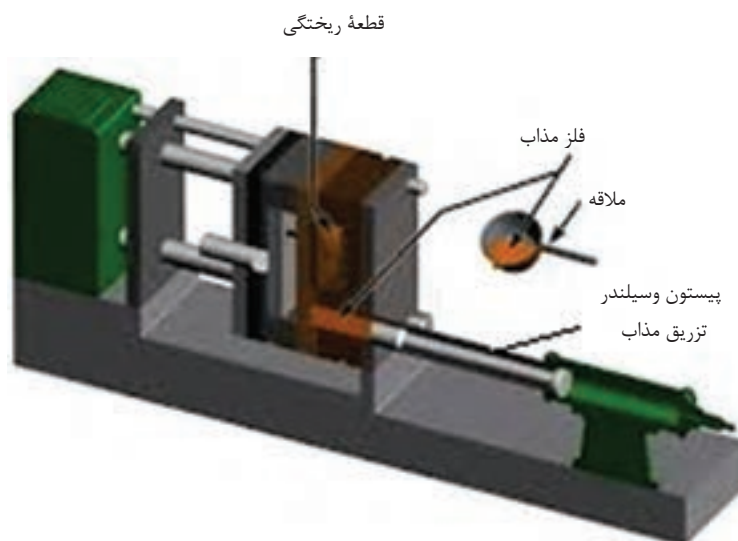
۱) بسته شدن قالب ۲) پر شدن قالب یا تزریق آن ۳) باز شدن قالب.



شکل ۵- قالب فلزی تحت فشار

ب- ریخته‌گری تحت فشار بالا: در این روش مذاب لازم برای هر بار، به داخل سیلندر تزریق، ریخته می‌شود، سپس با فشار پیستون مذاب به داخل قالب تزریق می‌گردد. مقدار فشار محفظه تزریق در این روش به ۵۰۰-۲۰۰۰ bar می‌رسد (شکل ۶).

یادآوری: محفظه تزریق مذاب در قالب‌های فلزی تحت فشار بالا، به انواع محفظه سرد و گرم تقسیم شده است.



شکل ۶- ریخته‌گری تحت فشار بالا

ریخته‌گری تحت فشار

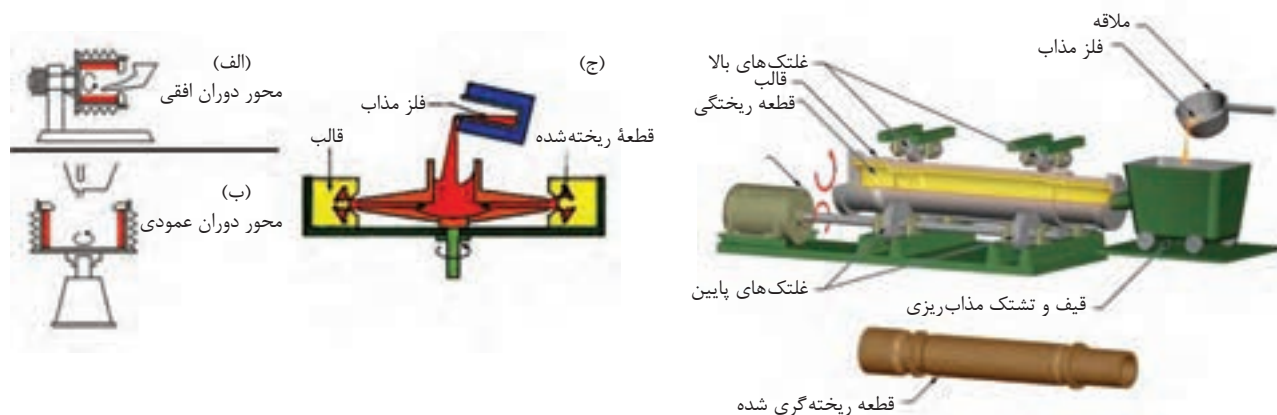
فیلم



قالب های فلزی گریز از مرکز: برای پرشدن محفظه قالب از مذاب در روش گریز از مرکز، علاوه بر نیروی ثقل از نیروی گریز از مرکز نیز استفاده می گردد. محور دوران ممکن است به سه حالت قائم، افقی یا مایل باشد. در این روش سطح بیرونی قطعه توسط سطح داخلی قالب شکل می گیرد. ولی سطح داخلی قطعه به چند صورت امکان شکل گیری دارد که خود سبب یک تقسیم بندی در روش ها گردیده و به طور کلی در دو دسته زیر طبقه بندی شده اند.

۱ روش گریز از مرکز حقیقی (شکل ۷ الف و ۸)

۲ روش نیمه گریز از مرکز (شکل ۷- ج)



شکل ۷ - ریخته گری گریز از مرکز

شکل ۸- ریخته گری گریز از مرکز

۱ انواع قالب های فلزی (ساده، کشویی، کتابی، با اجزای محرکه مکانیکی، با اجزای محرکه هیدرولیکی و گریز از مرکز) موجود در کارگاه را شناسایی کنید.

۲ در گروه های چند نفره و بنا به آنچه از قالب های فلزی آموخته اید در خصوص هر قالب به بحث و تبادل نظر بپردازید، نام هر قالب را با شماره یادداشت کرده و با استادکار و هنرآموز خود مشورت نمایید.

فعالیت



نکته ایمنی



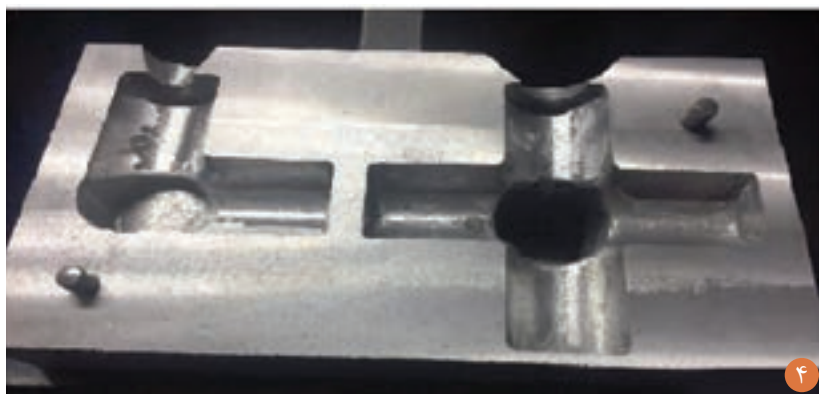
۱ هیچ وقت به قالب های داغ و در حال کار دست نزنید.

۲ جهت جابه جایی قالب های سنگین از چند نفر کمک گرفته و یا از جرثقیل استفاده کنید.



جدول ذیل را با توجه به تصاویر (شکل های ۹ و ۱۰) تکمیل کنید:

شماره قالب	۱	۲	۳	۴	قالب شکل ۸
نوع قالب فلزی	؟				
روش ریخته گری در قالب	؟				



شکل ۹- انواع قالب های فلزی



تمیزکاری قالب‌های فلزی:

آیا تولید قطعه با قالب‌های تمیز نشده امکان پذیر است؟ آیا تمیزکاری قالب‌های فلزی را می‌توان به هر نیروی غیرماهر و غیر فنی واگذار کرد؟ (شکل ۱۰)



شکل ۱۰- تمیزکاری قالب‌های فلزی

پس از هر بار استفاده از قالب‌های فلزی بقایای پوشش قالب، اکسیدها، گرد و غبار، بر روی قالب باقی می‌ماند که باید قبل از ذوب ریزی مجدد تمیز کاری شود، چون این ذرات ناخواسته روی دیواره قالب، سبب کاهش کیفیت سطحی و ابعاد قطعه و استهلاک قالب می‌شود.



خوب جفت نشدن قالب در اثر وجود ذرات ناخواسته سبب بیرون ریختن و پاشش مذاب از قالب می‌شود.

روش‌های تمیزکاری قالب‌های فلزی:

تکنیک‌های دستی عبارت‌اند از:

۱ استفاده از پدهای سایشی که بسیار هم خشن هستند.

۲ استفاده از سنباده، سنگ‌ها و برس‌هایی که به صورت نایلونی، برنجی و فولادی می‌باشند (شکل ۱۱).

۳ پاشیدن مواد ساینده و فرو بردن قالب در محلول سود.

به طور کلی فرایندهای تمیزکاری به نوع قالب و روش ریخته‌گری بستگی دارد.



شکل ۱۱- وسایل تمیز کاری



- ۱ چند نمونه از قالب‌های فلزی موجود در کارگاه که نیاز به تمیزکاری دارند را انتخاب کنید.
 - ۲ قالب‌ها را در محل‌هایی که تسلط کافی بر روی آنها داشته باشید (جهت تمیزکاری) قرار دهید.
 - ۳ عوامل رسوب یا کثیف کننده قالب را با مشورت اعضای گروه شناسایی نمایید.
 - ۴ با مشورت هنرآموزان روش تمیزکاری قالب را تعیین کنید.
- ابزارهایی (هوای فشرده، پدهای سایش، سنباده، سنگ‌ها، کاردک و برس‌های نایلونی، برنجی و فولادی و وسایل پاشیدن مواد ساینده و...) از انبار جهت تمیزکاری قالب‌ها تحویل گرفته و به تفکیک روش‌های انتخابی، در اختیار اعضای گروه قرار دهید.
- ۵ با نظارت هنرآموز و استادکار، تمیزکاری قالب را انجام دهید.



- ۱ به هیچ عنوان قالب‌های سنگین را به تنهایی جابه‌جا نکنید.
- ۲ استفاده از کفش ایمنی، دستکش نسوز، ماسک تنفسی و عینک ایمنی الزامی است.
- ۳ از سرد بودن قالب‌ها هنگام تمیزکاری اطمینان حاصل نمایید.
- ۴ از باز کردن و جابه‌جایی قالب‌های با دمای بالا اجتناب کنید.



باز کردن و جابه‌جایی قالب‌های با دمای بالا، علاوه بر خطرات احتمالی برای شخص، باعث تاب برداشتن قالب می‌گردد.



- ۱ در هنگام استفاده از هوای فشرده برای تمیزکاری قالب‌ها و زدایش رسوبات شیمیایی، تهویه کارگاه را روشن نمایید.
- ۲ مواد تمیزکاری شده مخصوصاً اکسیدها و تراشه‌های قالب‌ها را در محیط کارگاه رها نکنید، آنها را در محل مناسبی جمع‌آوری کنید تا به صورت اصولی معدوم گردند.

دمای پیش‌گرم و نحوه پیش‌گرم کردن قالب‌های فلزی

چرا قالب‌های فلزی باید قبل از بار ریزی پیش‌گرم شوند؟



درجه حرارت پیش‌گرم کردن قالب فلزی، به عوامل ذیل بستگی دارد:

- ۱ درجه حرارت و وزن مذاب تزریق شده ۲ سرعت ریخته‌گری ۳ سطح و حجم محفظه قالب.

قالب‌های فلزی بایستی قبل از استفاده تا دمای لازم گرم گردند. تحت هیچ شرایطی نبایستی با یک قالب سرد و یا به قدر کافی گرم نشده ریخته‌گری را آغاز نمود، در غیر این صورت انبساط حرارتی بالایی در سطح دیواره قالب پدید می‌آید، که منجر به تشکیل ترک و تخریب قالب می‌گردد.

قسمت‌های نازک محفظه قالب که به راحتی مذاب آن را پر نمی‌کند، بایستی گرم نگه داشته شوند و برعکس قسمت‌های ضخیم که تماس زیاد با مذاب دارند و بیش از اندازه گرم می‌شوند باید خنک گردند. به طور نسبی، درجه حرارت پایین برای قطعات با ضخامت زیاد و درجه حرارت بالا برای قطعات نازک در نظر گرفته می‌شود. درجه حرارت پیش گرم کردن قالب، برای ریخته‌گری آلیاژهای مختلف فلزی در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- میانگین دمای قالب‌های فلزی، برای ریخته‌گری

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

برای پیش گرم کردن قالب‌های فلزی از دستگاه‌های گرم کننده استفاده می‌شود. این دستگاه‌ها شامل مشعل‌های گازی (شکل ۱۲)، گرم کننده‌های مادون قرمز و یا گرم کننده‌های سرامیکی گازی که توزیع حرارتی نسبتاً یکنواختی به وجود می‌آورند و کوره‌های عملیات حرارتی می‌باشند.



شکل ۱۲- پیش گرم کردن قالب‌های فلزی با استفاده از دستگاه‌های گرم کننده به همراه تجهیزات خنک کننده



- ۱ یک قالب فلزی برای پیش گرم کردن انتخاب نمایید.
- تحقیق کنید قالب فلزی فوق برای ریخته گری چه فلز یا آلیاژی استفاده می‌شود؟
- ۲ محدوده دمای پیش گرم را، با توجه به نوع فلز یا آلیاژی که قرار است بارریزی شود انتخاب کنید.
- ۳ ترمومتر یا دماسنج‌هایی جهت اندازه‌گیری دمای پیش گرم قالب از انبار تحویل گرفته و در محل مناسب و در دسترس قرار دهید.
- ۴ تمامی مشخصه‌های قالب (قسمت‌های ضخیم و نازک و پین‌های پران و ...) را به خاطر سپرده و یادداشت نمایید.
- ۵ از کوره‌های عملیات حرارتی گازی یا برقی، گرم‌کننده‌های مادون قرمز، گرم‌کننده‌های سرامیکی گازی و یا از مشعل‌های گازی جهت پیش گرم کردن قالب‌ها استفاده کنید.
- ۶ هر چند دقیقه دمای پیش گرم شده قالب را اندازه‌گیری و یادداشت نمایید.



توجه داشته باشید که دمای پیش گرم اولیه در حدی انتخاب شود که بازه زمانی پس از پیش گرم فرصت مناسبی را برای جفت کردن قالب‌ها و بارریزی فراهم کرده باشد.



- ۱ هیچ وقت کار با دقت و صحیح را فدای سرعت نکنید.
- ۲ در پیش گرم کردن به روش مشعل‌های گازی، به نوع شعله (اکسایش یا کاهش) توجه جدی شود، تا موجب آسیب دیدن قالب و پوشان نشود.

انواع پوشان قالب‌های فلزی و نحوه اعمال آن بر روی قالب

پوشش دادن جداره داخلی قالب‌های فلزی به چه منظورهایی انجام می‌شود؟



پوشش دادن (پوشان کاری)، یکی از اصلی‌ترین نکات در قالب‌های فلزی، بوده و از روش‌های مختلفی مانند: غوطه‌وری، استفاده از قلم‌مو و یا پاشش (اسپری نمودن) (شکل ۱۳) می‌توان استفاده کرد. ضخامت پوشش نیز بسته به شرایط کار، تعیین می‌شود و معمولاً از ۰/۱ تا ۱ میلی‌متر به اجرا در می‌آید. قبل از اجرای عمل پوشش کاری باید قالب را تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد گرم نمود، چرا که در این شرایط به دلیل تبخیر سریع حامل پوشش (آب یا الکل)، به یکنواختی و چسبندگی بیشتری دست خواهیم یافت. به طور کلی در قالب‌های ریژه، پوشش قالب به عنوان سدی در برابر نفوذ و تماس فلز مذاب به قالب عمل می‌کند.

پوشش قالب برای چهار منظور به کار می‌رود:

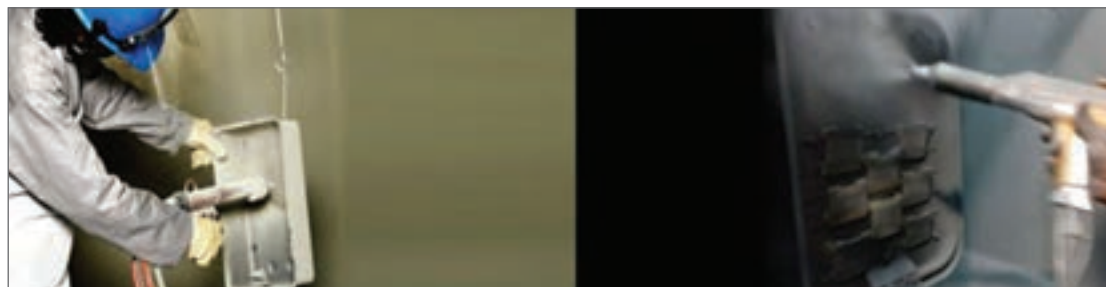
- الف - جلوگیری از انجماد سریع فلز مذاب
- ب - کنترل، سرعت و نحوه انجماد و در نتیجه کمک به سلامت قطعه
- ج - به حداقل رساندن انبساط و انقباض حرارتی در قالب
- د - جلوگیری از جوش خوردن قطعه به قالب

مواد پوششی مورد استفاده در قالب‌های فلزی عموماً دو نوع هستند که عبارت‌اند از: عایق‌کننده‌ها و روان‌کننده‌ها. در برخی موارد از هر دو نوع پوشش استفاده می‌شود. به عنوان مثال، یک ماده پوششی عایق‌کننده خوب، می‌تواند از مخلوط یک قسمت (وزنی) سیلیکات سدیم با دو قسمت کائولن کلئیدی همراه با آب کافی به وجود آید.

مواد پوششی روان کار مطلوب معمولاً شامل گرافیت در یک حامل (واسطه) می‌باشد. در جدول (۲) ترکیب مناسب از مواد پوششی نشان داده شده است. به دلیل هدف‌های مختلف در پوشش یک قالب معمولاً از ترکیب چند ماده پوششی استفاده می‌شود و در برخی موارد هر قسمت قالب را می‌توان توسط یک نوع ماده پوشش داد.

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

در صد 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
	۶۲				۷	۸



شکل ۱۳- پوشان کاری قالب با استفاده از اسپری

مهم ترین مشخصه‌های مواد پوششی جهت قالب‌های ریژه عبارتند از :

- الف - برای افزایش عمر قالب، مواد پوششی باید قالب را دچار خوردگی نکند.
 - ب - بایستی به راحتی به سطح قالب چسبیده و در عین حال پس از عملیات ریخته‌گری به راحتی از قالب جدا شوند.
 - ج - بایستی از تماس مستقیم مذاب و قالب ممانعت نماید.
 - د - مواد پوششی بایستی خنثی بوده و تولید گازهای مضر نکنند.
- صرف نظر از نوع فلز مذاب و شرایط بار ریزی آن، یک مخلوط مایع پوششی برای پوشان کاری قالب‌های فلزی، بایستی دارای مشخصات عمومی ذیل باشد:
- ۱] مخلوط پوششی بایستی از خاصیت غوطه‌وری کافی برخوردار بوده و در صورت ته‌نشین شدن ذرات جامد، با به هم زدن، این مواد، معلق شده و توزیع یکنواختی از آن در ماده حامل حاصل گردد.
 - ۲] از نظر غلظت و وزن مخصوص، بایستی متناسب با روش پوشش دادن باشند.
 - ۳] ماده پوششی بایستی غیر سمی بوده و دارای بوی بد و نامطبوع نباشد.

روش‌های پوشش دادن: قبل از پوشش دادن قالب، سطح آن بایستی تمیز و عاری از هر گونه چربی و روغن باشد در صورتی که قالب توسط اسپری پوشش داده می‌شود باید سطوح قالب را به اندازه کافی حرارت داد (حدود ۲۵۰ درجه سانتیگراد) تا حامل موجود در مواد پوشش کاملاً بخار شود. قالب را می‌توان از طریق اسپری کردن، یا به وسیله قلم مو و اسفنج، یا غوطه‌ور نمودن قالب در مواد پوشان، پوشش داد.

عمر مواد پوششی بستگی به عواملی مانند: درجه حرارت مذاب، اندازه و پیچیدگی قالب و سرعت بارریزی مذاب دارد. برخی قالب‌ها در آغاز هر دوره کاری نیاز به اعمال پوشش دارند و در بسیاری از موارد هر چند روز یک بار پوشش داده می‌شود. به منظور زدودن پوشش باقی مانده و تمیز کردن قالب، از سند بلاست، برس‌های سیمی، کاردک و هوای فشرده استفاده می‌شود.

در برخی موارد ممکن است از دو پوشش در قالب استفاده شود. پوشش اولیه که معمولاً قبل از هر دوره کاری استفاده می‌شود و پوشش ثانویه که قبل از هر بارریزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

پوشش اولیه شامل سیلیکات سدیم (آب شیشه) و گل سفید به نسبت یک به چهار (حجمی) به همراه آب کافی می‌باشد. آب را به منظور تسهیل در استفاده توسط اسپری به مخلوط اضافه می‌نمایند. مخلوط پوشش فوق در سطح قالب گرم شده (تا حدود ۲۵۰ درجه سانتیگراد) اسپری می‌گردد.

پوشش ثانویه شامل لایه‌های کربنی روی سطح قالب می‌باشد. این لایه پوشش بر اثر احتراق گاز استیلن در سطح قالب ایجاد می‌شود.

عمر پوشش‌های قالب: موارد قابل توجه و مهمی مثل درجه حرارت، نوع و حجم فلز مذاب، اندازه و پیچیدگی محفظه قالب و سرعت ذوب ریزی، عمر پوشش‌های قالب را تغییر می‌دهند.

ویژگی پوشش قالب‌های ریخته‌گری تحت فشار (دایکست): در قالب‌های تحت فشار نیز همانند قالب‌های ریژه، مواد پوششی به منظور جلوگیری از تماس مستقیم مذاب و قالب و ایجاد سطح صاف در قطعه‌های ریخته‌گری، مورد استفاده قرار می‌گیرد. از طرف دیگر با انتخاب صحیح مواد پوششی می‌توان هدایت بهتر مذاب را در داخل قالب تضمین نمود.

پوشش قالب‌های ریخته‌گری تحت فشار (دایکست): متداول‌ترین مواد پوششی در این قالب‌ها، پودر کربنی و گرافیت‌های کلئیدی هستند که مقدار کافی از آنها در سطح قالب به گونه‌ای باقی بماند که بتوانند حداقل برای ۵ یا ۶ بار تزریق کافی باشند.

پوشش قالب‌های ریخته‌گری گریز از مرکز برای تولید لوله‌های چدنی: مخلوط یکنواخت فلوئور سیلیکا یا خاک چینی کلسینه (کائولین) در آب، همراه با بنتونیت در نقش چسب، برای پوشش‌دهی تهیه می‌شود. از فرو سیلیس (با دانه بندی ۱۵۰مش) خشک، برای جوانه زایی استفاده می‌شود.

فعالیت



۱ یک نمونه از قالب‌های فلزی (ساده، کشویی، کتابی) با اجزای محرکه مکانیکی، هیدرولیکی و یا از نوع گریز از مرکز را انتخاب کنید.

۲ سطوح قالب را از هر گونه چربی و روغن تمیز نمایید.

۳ چنانچه سطوح قالب آغشته به مواد فلزی و غیرفلزی می‌باشد، به کمک وسایلی از قبیل: سنباده، برس‌های سیمی، کاردک و یا از طریق پاشش ماسه به همراه هوای فشرده (سند بلاست) تمیز گردد.

۴ یک نمونه محلول پوششی، طبق جدول (۲) برای روش‌های استفاده از قلم مو یا پاشیدن (اسپری) و... تهیه نمایید.

۵ قالب فلزی را تا دمای ۲۵۰ درجه سانتی گراد به خوبی گرم کنید به نحوی که پس از پاشش محلول پوشان بر روی سطح قالب فلزی، آب محلول سریعاً تبخیر شود.

۶ محلول پوششی را درون مخزن افشانک (پیستوله) برای روش پوشش دادن پاششی ریخته و طی چند مرحله پاشیدن محلول بر روی جداره داخلی قالب، پوشش‌دهی انجام شود.

باتوجه به امکانات موجود از فرچه (قلم مو) برای پوشان کاری استفاده نمایید، دقت کنید ضخامت لایه پوشان کاری شده، یکنواخت و صاف باشد.

نکته





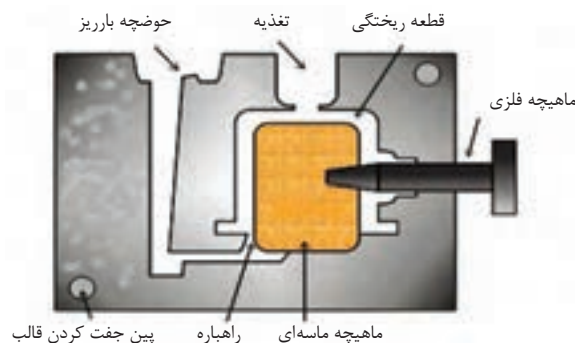
لایه پوشان را برای سطوح راهگاه ها و تغذیه ها ضخیم تر کنید زیرا ضخامت زیاد پوشش، لایه ای عایق در این قسمت ها ایجاد کرده و سرعت انجماد مذاب این کانال ها را کمتر می نماید.

- ۱ در پایان مراحل پوشش دهی، قالب را کاملاً خشک کرده و پیش گرم نمایید در غیر این صورت موقع مذاب ریزی انفجار رخ خواهد داد.
- ۲ از ماسک تنفسی موقع پوشش دادن استفاده کنید.

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

در قالب های فلزی از دو نوع ماهیچه استفاده می شود، ثابت و متحرک. معمولاً ماهیچه های متحرک پیش از باز شدن دو نیمه قالب و عمل پران، با حرکت کشویی ها از قالب جدا می شوند. ماهیچه ها در قالب های دائمی ممکن است به شکل های مختلف قرار گیرند. اگر محور ماهیچه ها موازی با جهت حرکت قالب باشد و نیازی به خارج کردن آنها قبل از باز کردن قالب نباشد، به چنین ماهیچه هایی، ماهیچه های ثابت گفته می شود.

ماهیچه هایی که محوری غیر موازی با جهت حرکت قالب دارند ماهیچه های متحرک نامیده می شوند. این ماهیچه ها به وسیله سیستم جداگانه ای قبل از خارج شدن قطعه ریختگی از آن خارج می شوند (شکل ۱۴و۱). ماهیچه های ثابت و متحرک را می توان جهت رسیدن به اندازه مطلوب، تراش کاری کرده تا بتوانند به طور صحیح در محل خود قرار گیرند. ماهیچه های فلزی را هم می توان با همان پوشش های سرامیکی قالب های فلزی پوشان کاری نمود. با به کارگیری ماهیچه های ماسه ای یا گچی در قالب های فلزی، قطعاتی با شکل های پیچیده تر می توان تولید کرد، ولی در ماهیچه های فلزی با اشکال پیچیده، محدودیت خارج ساختن از درون قطعه تولید شده وجود دارد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴ - قالب فلزی و ماهیچه های ماسه ای و فلزی مشخص شده در آن

قرار دادن ماهیچه های ماسه ای در قالب های فلزی مانند قرار دادن ماهیچه در قالب گیری ماسه ای می باشد. البته وقتی یک ماهیچه ماسه ای در قالب ماسه ای قرار داده می شود بعضی قسمت های قالب ممکن است صدمه دیده و تخریب شود، اما در قالب های فلزی به دلیل صلب بودن این مشکل به وجود نمی آید.

هرکدام از ماهیچه‌های ثابت یا متحرک که از فلزات (فولاد یا چدن) و غیرفلزات (ماسه و گچ) ساخته می‌شوند براساس طرح قالب فلزی و روش استفاده از آن ممکن است به صورت یک تکه یا چند تکه مورد استفاده قرار گیرند. هزینه تولید قطعاتی که از ماهیچه‌های چند تکه استفاده می‌کنند بالا بوده و خارج ساختن چنین ماهیچه‌هایی از داخل قطعات منجمد شده وقت گیر است. علاوه بر آن ماهیچه‌های چند تکه نمی‌توانند به خوبی ماهیچه‌های یک تکه در قالب مونتاژ شوند و به واسطه حرکت و جابه‌جایی اجزای چنین ماهیچه‌هایی در هنگام مذاب ریزی تغییرات ابعادی در قطعات ممکن است به وجود آید، لذا طراح چنین قطعاتی می‌بایست بیشترین تolerانس ممکن را در نظر بگیرد.

بهتر است از ماهیچه‌های ثابت موجود در قالب تحت فشار نیز جهت تخلیه هوای قالب بهره برد. برای این منظور با یک لقی انطباق حدوداً ۰/۰۵ mm در صفحه قالب قرار داده می‌شوند.

نکته



فعالیت



۱ در صورت امکان قالب فلزی مانند (شکل ۱۴) تهیه کرده انواع ماهیچه‌های موجود در آن را شناسایی نموده و نام هر کدام را یادداشت کنید.

۲ با توجه به جهت حرکت نیمه قالب، نوع ماهیچه فلزی (ثابت و متحرک) را مشخص کنید.

۳ اگر در قالب، ماهیچه‌های متحرک استفاده شده است ابتدا به کمک هنرآموز و استاد کار، آن را از قالب خارج کرده، مشخص کنید جنس ماهیچه از چه فلزی است؟ و پس از مشاهده ماهیچه‌ها، آنها را به دقت در محل خود قرار دهید.

۴ در قالب‌هایی که از ماهیچه‌های چند تکه فلزی و غیرفلزی استفاده شده است قبل از قرار دادن قسمت‌های ماهیچه در داخل قالب فلزی، اجزای ماهیچه را چند بار به طور کامل مونتاژ کرده و پس از اطمینان از شکل واقعی ماهیچه تکمیلی، آن را درون قالب فلزی مونتاژ نمایید.

۵ چندین بار مونتاژ کردن ماهیچه‌های چند تکه را تکرار و پس از اطمینان از صحیح بودن جای گذاری ماهیچه‌ها، آن را به تأیید هنرآموز و استاد کار برسانید.

نکته: در هنگام قرار دادن ماهیچه‌های فلزی درون قالب، چون لقی لازم در نظر گرفته شده است برای جای گذاری آن هیچ وقت از ضربه زدن و اعمال فشار استفاده ننمایید چون ضربات باعث تغییر شکل جزئی و ایجاد پلیسه در تکیه‌گاه‌ها و ریشه ماهیچه‌ها می‌شود. در دفعات بعدی مونتاژ، کار سخت شده و در مواقعی غیرممکن می‌شود.

نکته: در مواقعی که از ماهیچه غیر فلزی برای مونتاژ استفاده می‌کنید توجه داشته باشید که ممکن است ذراتی از ماهیچه غیرفلزی کنده شده و یا در اثر سایش ریشه ماهیچه با تکیه‌گاه باقی بماند، این ذرات حتماً قبل از بارریزی توسط هوای فشرده از قالب خارج شوند.



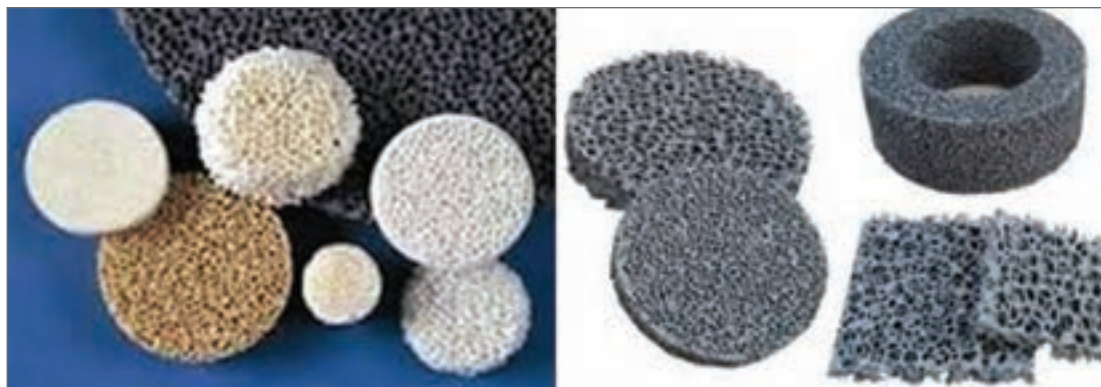
دقت نمایید در پایان مونتاژکاری ماهیچه‌ها و موقع استفاده از هوای فشرده برای تمیزکاری درون قالب، از ماسک تنفسی و عینک محافظ استفاده شود.

فیلترگذاری در قالب:

به چه منظوری از فیلتر در قالب‌های فلزی استفاده می‌شود؟

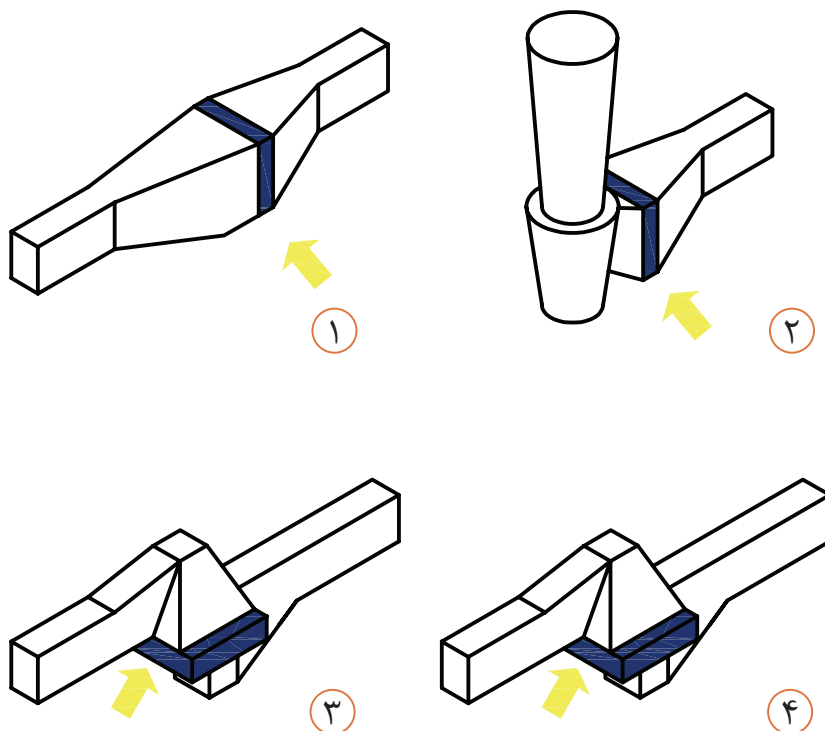


با انجام عملیات کیفی بر روی مذاب، خروج آخال و ناخالصی‌ها از مذاب به طور کامل صورت نمی‌گیرد، به همین منظور، مذاب باید قبل از ورود به محفظه قالب، تصفیه نهایی شود. برای تصفیه مذاب از فیلتر استفاده می‌شود. فیلترها معمولاً از جنس سرامیک، شیشه و توری‌های فلزی و... می‌باشند (شکل ۱۵). فیلترها باید به گونه‌ای انتخاب شوند که در اثر گرمای مذاب آسیب نبینند. شکل ۱۶ استفاده از ماهیچه صافی و توری‌های سیمی در قسمت‌های مختلف سیستم راهگاهی را نشان می‌دهد. در حین بار ریزی یا تزریق مذاب درون قالب فلزی، جریان مذاب ممکن است، حاوی هوا، اکسیدها و آخال‌ها باشد، لذا سر باره گیرهای (فیلتر) خاصی، در مسیر سیستم راهگاهی قرار داده می‌شوند که در آنجا جریان مذاب درون قالب ریخته شده و یا به دیواره قالب پرتاب می‌گردد. بنابراین سر باره گیر (فیلتر)، فلز مذاب را از ناخالصی‌ها تمیز کرده و مذابی تمیز و عاری از هرگونه ذرات مضر و ناخواسته را وارد محفظه اصلی قالب می‌نماید.



شکل ۱۵ - فیلترهای از جنس سرامیک‌ها و شیشه‌ها و توری‌های فلزی و ...

برای جای گذاری صحیح سر باره گیر یا فیلتر بایستی تصویر روشنی از نحوه تغییرات جریان داشت. شکل ۱۶ استفاده از ماهیچه صافی و توری های سیمی در قسمت های مختلف سیستم راهگاهی را نشان می دهد.



شکل ۱۶- نحوه قرار گیری فیلتر در سیستم های راهگاهی

جفت کردن نیمه های قالب

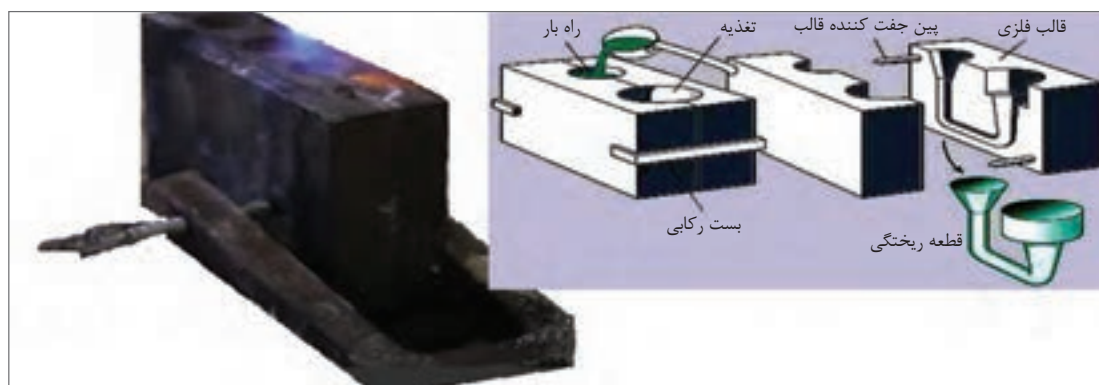
چرا خوب جفت کردن و بسته نگه داشتن قالب های فلزی از اهمیت خاص و بالایی باید برخوردار باشد؟

پرسش



برای جلوگیری از باز شدن قالب در اثر فشار مذاب، تجهیزات ویژه ای جهت بستن قالب تعبیه شده است. بعضی از قالب های فلزی با بست رکابی به یکدیگر بسته می شوند، پس از انجماد مذاب بست را باز کرده و به این ترتیب نیمه های قالب از یکدیگر جدا و قطعه کار خارج می شود (شکل ۱۷) و در قالب های فلزی کشویی، نیمه های قالب بر روی بازوهای راهنمای موازی قرار گرفته که این بازوهای راهنما، کار با قالب های فلزی بزرگ تر را آسان تر می کنند.

قالب‌های فلزی کتابی، کار را ساده‌تر کرده، دو نیمه اتصال آنها یک لولا است که عمل باز و بسته شدن نیمه‌های قالب را راحت کرده، ترجیحاً این نوع قالب‌ها برای قطعات تخت مناسب هستند (شکل ۳). برای بستن قالب‌های فلزی ریخته‌گری بزرگ‌تر، از اجزای محرکه مکانیکی استفاده می‌شود. در این قالب‌ها یکی از نیمه‌های قالب ثابت و دیگری متحرک بوده، که جابه‌جایی آن به وسیله یک میله محور (پیچ و مهره) انجام می‌شود. اتصال نیمه‌های قالب، موقع ریخته‌گری با بست قلاب دار جانبی حفظ می‌شود. یک اهرم زاویه‌دار ماهیچه را باز کرده و سپس ماهیچه بیرون کشیده می‌شود. قالب فلزی با اجزای محرکه هیدرولیکی بیشتر در تولید انبوه به کار می‌رود، که برای جابه‌جا کردن نیمه‌های قالب و یا ماهیچه‌ها از سیلندرهای هیدرولیکی با کنترل شیرها استفاده می‌شود. می‌توان نیمه‌های قالب و ماهیچه‌ها را جابه‌جا نمود.



شکل ۱۷- قالب‌های فلزی با یک بست رکابی

بستن (DIE LOCK) یا جفت کردن نیمه‌های قالب در ریخته‌گری تحت فشار:

در ریخته‌گری تحت فشار نیز برای جلوگیری از باز شدن قالب در اثر فشار تزریق مذاب، تجهیزات ویژه‌ای جهت بستن و محکم نگه‌داشتن دو نیمه قالب کنار هم تعبیه شده است. قالب‌های دایکست به صورت دو تکه ساخته می‌شوند یک نیمه قالب به کفشک ثابت (طرف تزریق) و نیمه دیگر به کفشک متحرک (طرف بیرون‌انداز) بسته می‌شود. قسمت متحرک قالب به وسیله نیرو، روی خط مستقیم به جلو و عقب می‌رود و به این ترتیب قالب تحت فشار باز و بسته می‌شود. نیروی لازم جهت جفت و بسته نگه‌داشتن دو نیمه قالب، از طریق نیروهای هیدرولیکی وارد بر کفشک متحرک و یا به کمک قفل و بندهای مکانیکی می‌باشد.

۱ هنگام باز و بسته کردن قالب‌های فلزی از دستکش‌های نسوز و کفش ایمنی استفاده کنید.

۲ هیچ وقت قالب‌های داغ را به یکباره تا دمای محیط سرد نکنید.

۳ هرگز به تنهایی قالب‌های سنگین فلزی را جابه‌جا نکنید.

نکته ایمنی





- ۱ قالب فلزی ساده‌ای را تمیز کاری کنید و با توجه به وجود پین و حفره‌های موجود در روی هر کدام از نیمه‌ها، با انطباق دادن آنها و با دقت تمام، جفت کردن یا بستن نیمه‌های قالب را انجام دهید.
- ۲ پس از جفت کردن نیمه‌های قالب جهت جلوگیری از باز شدن و نشت مذاب از بین اجزای قالب با بست‌های رکابی نیمه‌های قالب را مهار کنید.
- ۳ یک قالب فلزی کتابی انتخاب کرده و با توجه به جهت چرخش نیمه‌های قالب حول لولاها عمل بستن و جفت کردن قالب را انجام دهید.
- ۴ مونتاژ و عمل جفت کردن نیمه‌های قالب را بر روی یک قالب فلزی کشویی انجام دهید.
نکته: در صورتی که در کارگاه، ماشین ریخته‌گری تحت فشار دارید عمل باز و بستن نیمه‌های قالب را با کمک هنرآموز و استادکار انجام دهید.
- ۵ در گروه‌های چند نفره فیلترگذاری در قسمت‌های مختلف سیستم راهگاهی یک قالب ساده ریژه را انجام دهید.
- ۶ برای مذاب آلومینیم عملیات کیفی انجام داده و بعد، بارریزی را برای هر حالت فیلترگذاری انجام دهید. مجدداً در همان قالبی که قبلاً فیلتر گذاری کرده‌اید، برای بار دوم بدون فیلتر گذاری بارریزی کنید. سطوح فوقانی قطعات بارریزی شده دو قالب (فیلتر گذاری شده و نشده) را با هم مقایسه کنید. چه تفاوت‌هایی با هم دارند؟
- ۷ تا عمق ۵ میلی‌متری از سطح فوقانی هر دو نمونه فیلتر گذاری شده و نشده را ابتدا با سوهان صاف و صیقلی کرده و بعد، با سنباده پرداخت نهایی کنید.
این بار شاهد چه تفاوت‌هایی در سطوح فوقانی قطعات می‌باشید؟
نتایج مطالعات خود را با گروه‌های دیگر به بحث و گفتگو بگذارید.
نتایج حاصل از گفتگوهای خود را در اختیار هنرآموز و استاد کار قرار دهید.

ارزشیابی هنرجو در فصل دوم : آماده سازی قالب های فلزی

<p>نقشه کار: آماده سازی قالب های فلزی</p> <p>آماده سازی یک قالب فلزی موجود در کارگاه را انجام دهید.</p> <p>شاخص عملکرد: پیش گرم کردن، پوشان دهی، ماهیچه گذاری، کیفیت سطحی و ظاهری، جفت کردن قالب</p> <p>شرایط انجام کار: انجام کار در کارگاه ریخته گری با روشنایی مناسب</p> <p>مواد مصرفی: ماهیچه- پوشان قالب- فیلتر - سنباده نرم</p> <p>ابزار و تجهیزات: قالب فلزی- ابزار تمیز کاری- ابزار پیش گرم- مخلوط کن رنگ - اسپری- قلم مو- ابزار خارج کردن قطعه از قالب- گیره دستی</p>

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تمیز کاری قالب	۲	
۲	پیش گرم و پوشان دهی قالب	۲	
۳	ماهیچه گذاری	۲	
۴	جفت کردن تکه های قالب	۱	
	<p>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>۱ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار</p> <p>۲ استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش، عینک و ...</p> <p>۳ تمیز کردن میز کار و محیط کارگاه و تفکیک ضایعات مخلوط ماسه قالب گیری از سایر زباله ها</p> <p>۴ رعایت دقت و نظم</p>	۲	
میانگین نمرات*			

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

فصل ۳

خارج کردن قطعه از قالب و جدا کردن سیستم راهگاهی از آن

واحد یادگیری : خارج کردن قطعه از قالب و جدا کردن سیستم راهگاهی از آن

پس از قالب گیری مدل و ریختن مذاب در قالب و انجماد مذاب، قطعه از قالب خارج می شود و اضافات قطعه شامل سیستم راهگاهی و تغذیه از آن جدا می شود. در این واحد یادگیری، زمان مناسب قطعه از قالب با توجه به نوع انجماد آن، روش های جدا کردن سیستم راهگاهی، تغذیه و تمیزکاری از قطعه و انبارش راهگاه و تغذیه و قطعات برگشتی توضیح داده می شود.

استاندارد عملکرد کار

خارج کردن قطعه از قالب و جدا کردن سیستم راهگاهی و تغذیه از آن با استفاده از ابزار و تجهیزات مورد نیاز براساس استانداردهای مرتبط

پیش نیاز

قالب گیری و ذوب ریزی قالب

خارج کردن قطعه از قالب

مقدمه: برای تولید قطعه با کیفیت، باید قطعه به صورت سالم از درون قالب خارج گردد که روش و زمان مناسب خروج قطعه در این پروسه بسیار تأثیرگذار است. همچنین ابزار مورد نیاز و کاربرد آن ابزار باید کاملاً مورد توجه قرار گیرد تا قطعه معیوب تولید نشود. جدا کردن زواید قطعه به صورت کامل منوط به شناسایی روش جدا کردن زوائد و انتخاب محل برش آن است که بسیار حایز اهمیت می باشد. با استفاده از ابزار مناسب و کاربرد صحیح آن، می توان این شایستگی را به صورت کامل انجام داد. همچنین جداسازی و انبارش برگشتی ها به بالا رفتن قطعه با کیفیت و بهره وری اقتصادی تولید کمک خواهد کرد تا این موضوع هم مورد توجه بیشتر قرار گیرد.

راهگاه ها و تغذیه ها که همراه مذاب در قالب جامد می گردند به عنوان زواید قطعات محسوب می شوند.



شکل ۱

به شکل ۱ نگاه کنید:

- ۱ به طور کلی قالب های ریخته گری به چند نوع تقسیم می شوند؟
- ۲ کدام یک از قالب های بالا، قالب دائم و کدام یک قالب موقت می باشد؟

نکته



پرسش



یادآوری



قالب های ریخته گری به دو گروه قالب های دائم و قالب های موقت تقسیم بندی می شوند.
قالب های موقت: قالب هایی هستند که در هنگام خارج کردن قطعه تخریب می شوند. (مانند قالب های ماسه ای، گچی، CO₂ و...)
قالب های دائم: قالب هایی هستند که در هنگام خارج کردن قطعه تخریب نمی گردند و به طور مداوم مورد استفاده قرار می گیرند. مانند قالب های فلزی
برای خارج کردن قطعه از درون قالب باید زمان مناسب را انتخاب کرد تا قطعه کاملاً استحکام خود را به دست آورده باشد. این زمان به عوامل زیر بستگی دارد.

فوق ذوب

نقطه ذوب

انجماد

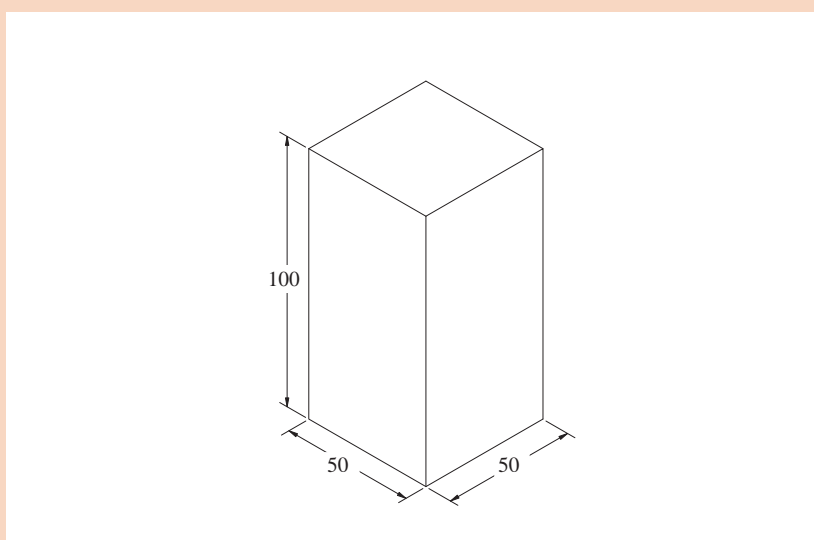
شکل قالب



فوق ذوب:

به درجه حرارتی که کمی بالاتر از درجه حرارت نقطه ذوب باشد فوق ذوب می گویند. اگر مذاب دارای فوق ذوب باشد زمان لازم جهت خارج کردن قطعه طولانی تر خواهد شد. همچنین احتمال کشیدگی قطعه ریختگی هم وجود دارد.

مدل شکل ۲ را به صورت روباز قالب گیری کرده و بعد از تهیه مذاب آلومینیم قالب را با شرایط (جدول ۱) مذاب ریزی کنید سپس نتایج کار گروهی را در جدول ۱ ثبت کرده و نتایج آن را تحلیل کنید.



شکل ۲

جدول ۱

گروه ها	مراحل آزمایش
	ذوب ریزی با فوق ذوب 100°C
	ذوب ریزی با فوق ذوب 50°C
	ذوب ریزی بدون فوق ذوب
	بررسی نتایج

درجه حرارت مذاب را به وسیله ترموکوپل اندازه گیری کنید. با توجه به نقطه ذوب آلومینیم درجه حرارت فوق ذوب مورد نظر را کنترل نمایید سپس عملیات مذابریزی انجام دهید. زمان انجماد را به وسیله زمان سنج اندازه گیری کنید.

برای خروج قطعه از قالب دو درجه را با کمک یکدیگر گرفته و به محل تخلیه انتقال دهید. سپس درجه رویی را بلند کنید و با ضربات آهسته به ماسه، قالب را تخریب کنید تا قطعه از درون ماسه خارج گردد. قطعه را با انبر به میز کار انتقال داده و به آهستگی به وسیله پرس سیمی ماسه های چسبیده شده به قطعه را تمیز کنید. پس از تمیزکاری قطعه اجازه دهید تا قطعه کاملاً سرد گردد.

تخلیه قطعه از قالب

فیلم



- ۱ در هنگام مذابریزی استفاده از لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی است.
- ۲ از خشک بودن قالب کاملاً اطمینان حاصل کنید.
- ۳ با نظارت هنرآموز و استاد کار عملیات ذوبریزی صورت گیرد.
- ۴ از دستکش نسوز و انبر جهت انتقال قطعه استفاده نمایید.
- ۵ از شوخی کردن در هنگام کار بپرهیزید.

نکته ایمنی



- ۱ ماسه های سوخته شده را درون ماسه دان نریزید.
- ۲ هرگز قطعه خارج شده از قالب را با آب سرد نکنید.
- ۳ سرباره های مذاب را در محیط پراکنده نکنید پس از جمع آوری درون مخزن سرباره بریزید.

نکات زیست محیطی



نقطه ذوب

نقطه ذوب یکی از خواص فیزیکی اجسام به شمار می رود و درجه حرارتی است که در آن جسم جامد به مایع تبدیل می شود.



جدول را کامل کنید (از کتاب همراه هنرجو کمک بگیرید).

جدول ۲

فلزات عوامل	آهن	نقره	منیزیم	سرب	نیکل	روی	مس	آلومینیم
نقطه ذوب								
زمان خارج کردن قطعه از قالب (کوتاه - طولانی)								



- ۱ آیا زمان انجماد به نقطه ذوب وابسته است؟
- ۲ آیا زمان تخلیه قالب به نقطه ذوب بستگی دارد؟

هر فلز یا آلیاژی که دارای نقطه ذوب بالاتری است به دلیل این که گرمای نهان زیادی درون آن نهفته است به زمان بیشتری جهت تخلیه از قالب نیاز می باشد. بنابراین اگر قطعه سریع تر از قالب خارج گردد دچار تغییر فرم (اعوجاج) می شود.

انجماد

به شکل های ۳ نگاه کنید.



(شکل ۳)



۱ در شکل ۳، تصویر آب به چه دلیل متفاوت شده است؟

۲ منظور از انجماد چیست؟

وقتی یک مایع را به اندازه کافی سرد کنیم، به جامد تبدیل می‌شود. تبدیل شدن مایع به جامد را انجماد می‌گویند.

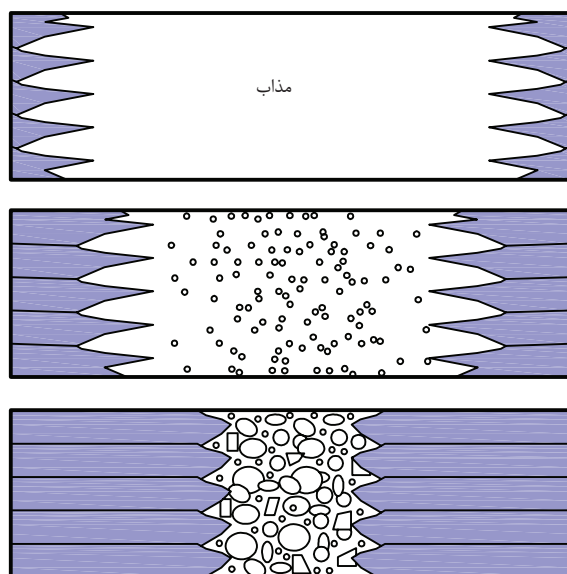
تعریف دیگر: انجماد یعنی رشد تدریجی ذرات جامد با افزایش اتم‌ها (از حالت مایع بر روی سطوح جامد) که در زمان معین با کاهش دما اتفاق می‌افتد.



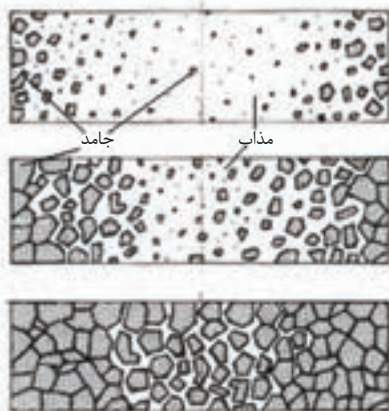
انتقال حرارت در قالب‌های موقت (ماسه‌ای، گچی، سرامیکی و ...) کمتر از قالب‌های دائم (فلزی) بوده به همین دلیل زمان انجماد مذاب در آنها نسبت به قالب‌های فلزی طولانی‌تر است.

زمان انجماد: مهم‌ترین وظیفه قالب پس از تضمین شکل و اندازه قطعه، انتقال حرارت مذاب به درون خود قالب یا به محیط خارج است. لذا سرعت انتقال حرارت باعث افزایش سرعت انجماد مذاب می‌گردد. همچنین زمان انجماد در شرایط محیطی یکسان به نوع انجماد پوسته‌ای، میانی و خمیری بستگی دارد.

انجماد پوسته‌ای: کاهش درجه حرارت در فصل مشترک قالب و مذاب باعث به‌وجود آمدن پوسته‌ای، در دیواره قالب می‌گردد. بنابراین با تشکیل این پوسته انجماد شروع شده و به سمت مذاب حرکت می‌کند. این فرایند در اثر انتقال حرارت از همه جهات دیواره قالب بوده که باعث تشکیل پوسته جامد در همه دیواره‌های قالب می‌شود و به سمت مرکز قالب انجماد پیش می‌رود.



شکل ۴



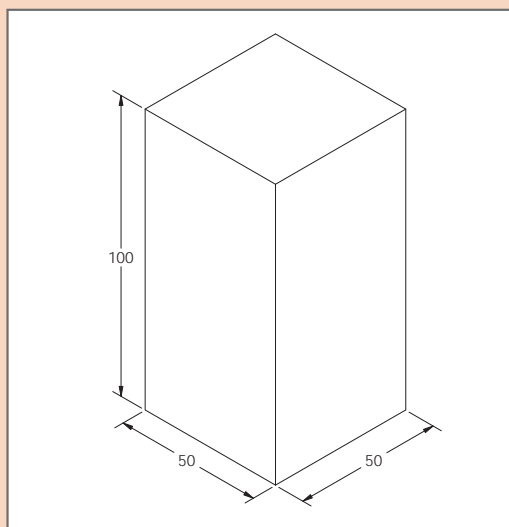
شکل ۵

انجماد خمیری: در این انجماد به دلیل حرکت سریع عناصر آلیاژی درون مذاب، پوسته اولیه جامد دارای غلظت کمتری از عناصر آلیاژی است لذا عناصر پس رانده شده درجه حرارت مذاب را به صورت هماهنگ در کل مذاب سریع کاهش می دهند و اجازه تشکیل پوسته ضخیم تر را در دیواره قالب نمی دهند لذا زمان جامد شدن طولانی تر می شود (این انجماد شبیه سفت شدن ملات می باشد).

انجماد میانی: این انجماد ترکیبی از انجماد پوسته ای و خمیری می باشد. زمان جامد شدن قطعه بین زمان پوسته ای و خمیری می باشد. در جدول زیر انواع انجماد برای چند فلز خالص و آلیاژ مشخص شده است.

جدول ۳

خمیری	میانی	پوسته ای
آلیاژ آلومینیم- مس آلیاژ آلومینیم- منیزیم آلیاژ فسفر برنز آلیاژ برنز قلع آلیاژ برنز سرخ فولاد های پر کربن آلیاژ های فسفر نیکل	آلیاژ های آلومینیم با بیش از ۱٪ عناصر آلیاژی برنج زرد فولاد های کم آلیاژی و کم کربن	فلزات خالص آلیاژ آلومینیم برنز آلیاژ آلومینیم- سیلیسیم (حدود ۱۲٪) آلیاژ برنج سیلیسیم دار فولادهای کم کربن



شکل ۶

مدل شکل ۶ را به صورت روباز قالب گیری کرده و با شرایط مندرج در جدول ۴ بعد از تهیه مذاب برنج قرمز (۸۰٪ مس و ۲۰٪ روی) مذاب ریزی کنید. نتایج کار گروهی را در جدول صفحه بعد ثبت کنید و نتایج آن را تحلیل کنید.

فعالیت ۳



جدول ۴

زمان انجماد قطعه بر حسب ثانیه	مراحل آزمایش
	گروه‌ها
	ذوب‌ریزی با فوق ذوب 100°C
	ذوب‌ریزی با فوق ذوب 50°C
	ذوب‌ریزی بدون فوق ذوب
	بررسی نتایج

درجه حرارت مذاب را به وسیله ترموکوپل اندازه‌گیری کنید با توجه به نقطه ذوب برنج درجه حرارت فوق ذوب مورد نظر را کنترل نمایید، سپس مذاب‌ریزی کنید. زمان انجماد را به وسیله زمان‌سنج اندازه‌گیری کنید.

نتایج فعالیت ۱ و ۳ را با هم مقایسه کنید تا بیشتر با انجماد پوسته‌ای و خمیری آشنا شوید.

بحث گروهی و
نتیجه‌گیری



نکته ایمنی



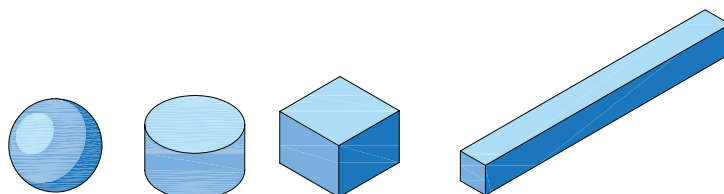
- ۱ در هنگام مذاب‌ریزی استفاده از لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی است.
- ۲ از خشک بودن قالب کاملاً اطمینان حاصل کنید.
- ۳ با نظارت هنرآموز و استاد کار عملیات ذوب‌ریزی صورت گیرد.
- ۴ از انبر برای انتقال قطعه استفاده کنید.
- ۵ از شوخی کردن در هنگام کار بپرهیزید.
- ۶ برای جلوگیری از خروج مذاب از بین دو درجه، روی درجه‌ها وزنه قرار دهید.
- ۷ به دلیل تولید گاز زیاد در کارگاه از تهویه مناسب استفاده کنید.



- ۱ ماسه‌های سوخته شده را درون ماسه‌دان نریزید.
- ۲ هرگز قطعه خارج شده از قالب را با آب، سرد نکنید.
- ۳ سرباره‌های مذاب را در محیط پراکنده نکنید پس از جمع‌آوری درون مخزن سرباره بریزید.

شکل قالب:

به شکل ۷ نگاه کنید.



شکل ۷

به نظر شما کدام یک از قطعات زمان انجماد طولانی‌تری دارد؟ (فرض کنید حجم قطعات با همدیگر مساوی است).

آیا زمان خارج کردن قطعه از درون قالب، متفاوت است؟

پرسش



چورنیف زمان انجماد را براساس شکل قالب بررسی کرد و در آزمایشات به این نتیجه رسید که حجم و سطح قطعه تأثیر زیادی بر روی زمان انجماد دارد. بدین‌صورت که قطعاتی با اشکال کره، استوانه، مکعب و مکعب مستطیل با حجم یکسان را مورد بررسی قرار داد. در این آزمایشات شکل قطعه تأثیر زیادی بر روی انجماد داشت. او بر اساس یافته‌های خود رابطه زیر را به‌دست آورد که به رابطه چورنیف مشهور است.

$$t_f = k_o \left(\frac{V}{A} \right)^2 \quad \text{و} \quad t_f = k_o M^2$$

در این رابطه

$M = \frac{V}{A}$ مدول انجماد است که

t_f زمان نهایی انجماد قطعه، k_o ضریب ثابت انجماد، V حجم قطعه و A سطح قطعه می‌باشد.

فعالیت ۴



در صورتی که حدوداً حجم اشکال بالا 1000 cm^3 و ثابت چورنیف برای قالب ماسه‌ای $k_o = 2/1$ باشد با محاسبات سطح اشکال بالا، جدول صفحه بعد را کامل کنید (جهت یادآوری فرمول‌های سطح از دستینه استفاده کنید).

جدول ۵

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

- ۱ دلیل استفاده کردن از لوله راهگاه و تغذیه به شکل استوانه‌ای چیست؟
- ۲ شکل هندسی سیستم راهگاهی چگونه شکلی باشد بهتر است؟

پرسش



شبیه‌سازی انجماد

شبیه‌سازی انجماد، نرم‌افزاری کامپیوتری است که با دادن اطلاعات و شرایط دقیق می‌توان زمان انجماد، زمان تخلیه قالب و حتی طراحی سیستم راهگاهی و تغذیه را بررسی کرد. این تکنولوژی جدید به برطرف کردن این مشکل کمک کرده و لذا استفاده از این تکنولوژی در صنایع بسیار کاربردی شده است.



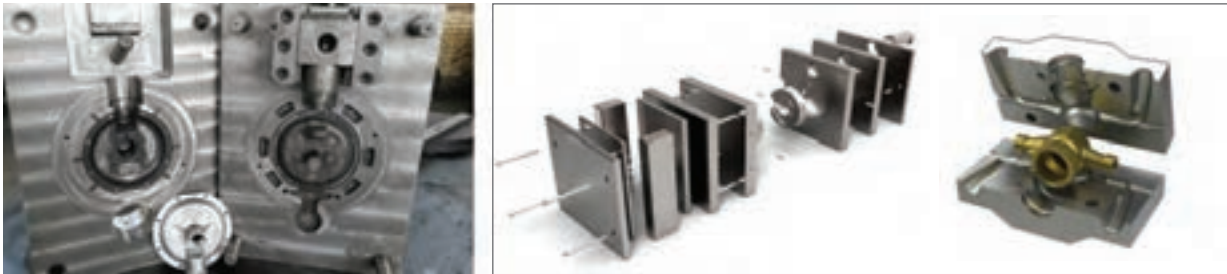
مدل چوبی شکل‌های زیر که اندازه‌های آن در (جدول ۶) آمده است را بسازید و سپس قالب‌گیری کنید. در انتها قالب‌های آماده را با مذاب آلومینیم مذاب‌ریزی کنید. اکنون جدول زیر را کامل کرده و نتایج را با فعالیت مقایسه کنید.

جدول ۶

درصد زمان انجماد (نسبت به استوانه $D = H$)	زمان انجماد عملی (بر حسب دقیقه)	زمان انجماد تئوری (بر حسب دقیقه)	محاسبات
			اشکال
۱۰۰٪			استوانه $D = H = ۱۰۸/۴ \text{ mm}$
			استوانه $D = ۵۰/۳ \text{ mm}$ و $H = ۱۰ D = ۵۰۳ \text{ mm}$
			مکعب $A = ۱۰۰ \text{ mm}$
			مکعب مستطیل $A = B = ۴۶/۴ \text{ mm}$ $C = ۴۶۴ \text{ mm}$
			بررسی نتایج

خارج کردن قطعه از قالب دائم

به شکل ۸ نگاه کنید.



شکل ۸

- ۱ آیا ابزار خاصی برای خروج قطعه از قالب دائمی وجود دارد؟
- ۲ به نظر شما زمان مناسب جهت خارج کردن قطعه چه هنگام است؟

پرسش



قالب‌های دائم قالب‌های هستند که در هنگام خارج کردن قطعه تخریب نمی‌گردند و به‌طور مداوم مورد استفاده قرار می‌گیرند. مانند قالب ریژه، تحت فشار و...

یادآوری



برای خارج کردن قطعه از درون قالب باید زمان مناسب را انتخاب کرد لذا در قالب‌های ریژه زمان مناسب برای خروج قطعه بعد از انجماد سیستم راهگاهی است ولی در قالب‌های تحت فشار با کامل شدن تزریق خروج قطعه به‌وسیله دستگاه صورت می‌گیرد.

جهت خروج قطعه از قالب‌های دائم به‌دلیل اینکه قالب تخریب نمی‌گردد ابزاری به نام صفحه پران وجود دارد که با جدا شدن دولنگه قالب از همدیگر دستگاه به کمک صفحه پران قطعه را از قالب خارج می‌کند.

فیلم



ریخته‌گری تحت فشار (دایکاست) و استفاده از صفحه پران برای خارج کردن قطعه از قالب.

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 می‌شود. سپس توسط صفحه پران از قسمت دوم قالب قطعه جدا می‌گردد.

جدا کردن سیستم راهگاهی، تغذیه و تمیز کاری

مقدمه: هنگامی که قطعات ریخته‌گری در قالب‌ها جامد و سرد گردیدند (بدون توجه به نوع قالب) لازم است این گونه قطعات قبل از انجام مراحل بعدی نظیر ماشین‌کاری، تمیزکاری شده و زوائد نظیر راهگاه‌ها و تغذیه از قطعات جدا گردند. مقدار کار انجام شده در این مرحله نه تنها به اندازه قطعه و نوع آلیاژ بستگی دارد بلکه به دقت ریخته‌گران در مرحله تولید و روش‌های تولید نیز وابسته می‌باشد. در مورد قطعات ریختگی در قالب‌های ماسه‌ای، عملیات فوق منحصراً به جدا کردن راهگاه‌ها، تغذیه‌ها، ماسه‌های چسبیده شده به قطعات ریختگی و ماهیچه‌ها خواهد بود. در مورد قطعات ریختگی سنگین و پیچیده مقدار کار انجام شده برای خارج کردن ماهیچه‌ها و جدا کردن زوائد قطعات ریختگی افزایش خواهد یافت. همچنین با افزایش نقطه ذوب فلزات و در نتیجه افزایش درجه حرارت ریختن مذاب، عملیات تمیزکاری به دلیل افزایش پلیسه‌ها در اثر ماسه‌سوزی و... در قطعات ریختگی نیز طولانی‌تر می‌گردد.

مراحل تمیز کاری

مراحلی که به منظور تمیزکاری قطعات ریختگی در بخش تمیزکاری کارگاه انجام می‌گیرد، به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شود.

- ۱ جدا کردن راهگاه‌ها و تغذیه‌ها از قطعات ریختگی و تمیزکاری سطحی اولیه روی قطعات.
- ۲ تمیزکاری سطوح داخلی و خارجی قطعات ریختگی.
- ۳ صاف‌کاری محل اتصال کانال‌ها و تغذیه به قطعه ریختگی و اضافات.
- ۴ تمیزکاری نهایی سطوح.
- ۵ بازرسی قطعات ریختگی.

در مواردی که قطعات عملیات حرارتی می‌شوند گاهی اوقات تمیزکاری پس از اتمام عملیات حرارتی (برای جدا کردن اکسیدهای ایجاد شده روی سطوح) ضرورت می‌یابد. این نوع تمیزکاری را می‌توان در مراحل بین ۳ و ۴ اشاره شده در بالا انجام داد. غالباً مراحل ۱ تا ۵ هم‌زمان در کارخانجات ریخته‌گری انجام می‌شود و این امکان وجود دارد که مرحله جدا کردن راهگاه‌ها در جریان لرزیدن (ویبره) قالب برای جدا کردن ماسه از قطعه ریختگی انجام گیرد.

مراحل تمیزکاری به طور هم‌زمان در کارخانه‌های ریخته‌گری.

نکته



فیلم



جدا کردن راهگاه و تغذیه قطعه ریخته گری

سیستم راهگاهی: مجموعه راههایی که مذاب برای ورود به محفظه قالب از آنها عبور می کند را سیستم راه گاهی می گویند.

این اجزا شامل: حوضچه بارریز، راهگاه بارریز، حوضچه پای راهگاه بارریز، راهبار (کانال اصلی)، کانال ممتد و راهباره (کانال فرعی) می باشد.

۱ کدام قسمت سیستم راهگاهی از قطعه جدا می گردد؟

۲ به نظر شما برای جدا کردن سیستم راهگاهی و تغذیه از چه ابزارهایی استفاده می شود؟

پرسش



برای جداسازی سیستم راه گاهی و تغذیه از دو روش زیر استفاده می شود.

۱ شکستن

۲ برش کاری

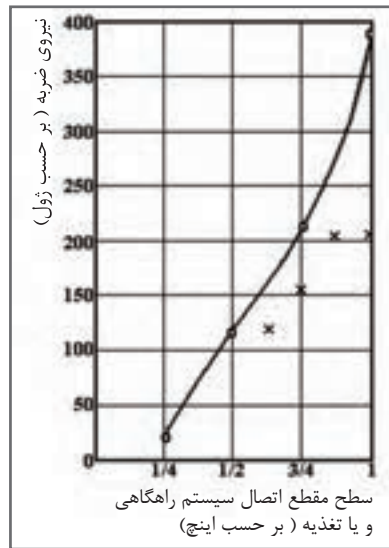
شکستن (جداسازی به وسیله ضربه)

چنانچه آلیاژ شکننده باشد (نظیر انواع چدن ها) می توانند توسط ضربه به وسیله چکش و یا درمحل لرزندان (ویبره) قالب (برای جدا کردن قطعه ریخته گری از ماسه) شکسته گردند. همچنین این امکان وجود دارد که بلافاصله پس از خارج شدن قطعه از درون ماسه (در مراحل ویبره قالب) کارگری توسط چکش به شکستن و جدا کردن این زوائد اقدام کند.

از این روش می توان به سهولت در مورد جدا کردن زوائد چدن های سفید و خاکستری استفاده نمود. به هر حال شکستن زوائد دارای این عیب می باشد که امکان ادامه منطقه شکست تا داخل قطعه ریخته گری وجود دارد. برای جلوگیری از این عیب لازم است اتصالات راهگاه ها و تغذیه ها در محل تماس با قطعه ریخته گری نازک شود. در این حالت مشکل فوق از بین می رود. همچنین نیروی های ضربه ای لازم برای شکستن اتصالات سیستم راهگاهی و تغذیه از اهمیت زیادی برخوردار است.

به هر حال مقداری از اتصالات به قطعه ریخته گری باقی می ماند که لازم است این زوائد توسط سنگ زنی و یا روش های دیگر برداشته شوند. چنین روشی را حتی در مورد فولادها نیز می توان به کار برد منوط بر آنکه اتصال راهگاه ها و تغذیه ها به قطعه ریخته گری با سطح مقطع کوچکی انجام گیرد. (برای مثال در مورد فولادهای ساده کربنی قطر اتصال راهگاه ها و تغذیه از ۷ سانتیمتر کمتر باشد).

در نمودار ۱ رابطه این نیرو و قطر و سطح مقطع اتصال نشان داده شده است. در این نمودار منظور از قطر کمترین قطر منطقه اتصال می باشد. استفاده از گلوی تغذیه (کم کردن محل اتصال تغذیه به قطعه ریخته گری) موجب می گردد که بتوان تغذیه را توسط اعمال ضربه در فلزات نرم و با استحکام بالا، بعضی از انواع فولادها، برنجه ها و برنزه ها جدا کرد. این مسئله از نظر اقتصادی و قیمت تمام شده قطعه ریخته گری از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می باشد. (نمودار ۱)



نمودار ۱: نیروهای ضربه‌ای لازم برای شکستن تغذیه‌های فولاد ساده کربنی

در نمودار ۱ نقاطی که به صورت ضرب در مشخص شده است نمونه‌های آزمایش شده است که تقریباً با این نمودار هم‌خوانی دارد.

مدل انتخابی را قالب‌گیری کرده سپس توسط مذاب چدن خاکستری مذاب‌ریزی کنید پس از خارج کردن قطعه از قالب، سیستم راه‌گامی آن را با ضربه زدن توسط چکش جدا کرده و توسط سوهان، پرداخت کاری نمایید.

فعالیت ۶



قطعاتی که محل اتصال آن ضخیم است می‌توان با کمان اره و یا اره ماشینی تا نیمه اتصالات برش داد و سپس با ضربه زدن اتصالات را جدا نمود.

نکته



- ۱ در هنگام مذاب‌ریزی استفاده از لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی است.
- ۲ از خشک بودن قالب کاملاً اطمینان حاصل کنید.
- ۳ با نظارت هنرآموز و استاد کار عملیات ذوب‌ریزی صورت گیرد.
- ۴ از انبر جهت انتقال قطعه استفاده نمایید.
- ۵ از شوخی کردن در هنگام کار بپرهیزید.
- ۶ قطعه کار را به صورت کامل و محکم به گیره ببندید.
- ۷ در هنگام ضربه زدن با چکش از عینک ایمنی استفاده کنید.

نکته ایمنی





زوائد جدا شده را به کارگاه ذوب و یا انبار نگهداری شارژ انتقال دهید.



- ۱ ماسه‌های سوخته شده را درون ماسه‌دان نریزید.
- ۲ هرگز قطعه خارج شده از قالب را با آب سرد نکنید.
- ۳ سرباره‌های مذاب را درون مخزن سرباره بریزید تا در محیط پراکنده نگردد.

برش کاری

اتصالات را می‌توان توسط اره دستی یا ماشینی، دستگاه‌های برش، پیکور، هوا برش، دستگاه جوش و برش اکسیژن جدا کرد.

اره دستی

برای برش دستی قطعات به تعداد کم از کمان اره استفاده می‌شود که با توجه به جنس قطعه از تیغ اره مناسب استفاده می‌شود.

تعداد دندانان در اینچ مشخص‌کننده نوع تیغ اره است که به خشن بر، معمولی و ظریف بر تقسیم بندی می‌گردد.



اره‌های ماشینی:

یکی از انواع ماشین‌های برش به منظور جدا کردن زوائد ماشین اره نواری عمودی و یا افقی می‌باشد که در اکثر کارخانجات ریخته‌گری ایران به منظور برش دادن فلزات و آلیاژهای نرم نظیر فولاد، برنج، مس و آلومینیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. اضافات ریخته‌گری به ضخامت حدود ۳ تا ۱۲ میلی‌متر به سهولت توسط این‌گونه ماشین‌ها برش داده می‌شود. در ماشین‌های برش کاری اتوماتیک قطعات به گیره بسته شده و به صورت خودکار به محل برشکاری با اره هدایت می‌شود که این کار کاملاً به صورت ایمنی صورت می‌گیرد. اما در برش کاری دستی احتمال آسیب دیدن فرد وجود دارد.



شکل ۹

ماشین‌های برش:

در مورد آلیاژهای سخت، بریدن زوائد بایستی توسط ماشین‌های برشی با دیسک ساینده انجام گیرد (شکل ۱۰). این دستگاه علاوه بر برش فلزات سخت برای برش اضافات ریختگی انواع آلیاژها می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در حالی که ماشین‌های برشی نواری اکثراً برای بریدن اتصالات فلزات غیرآهنی مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۱۰

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

عملکرد دستگاه ماشین برش.

فیلم



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

(جدول ۷)

اطلاعات کلی	ماده خنک کننده	فشار برش	سرعت متر بر دقیقه		نام آلیاژ
			دور کم	دور زیاد	
افزایش سختی قطعه سرعت براده برداری کاهش می‌یابد	در صورت چسبیدن براده به ابزار برش باید استفاده شود	۱۲/۵ کیلوگرم برای ۲۵ میلی متر ضخامت	≥ 600	≥ 120	آلیاژهای مس
ضخامت بیش از ۱۲/۵ میلی متر سرعت برش را کاهش می‌دهد	در صورت چسبیدن براده به ابزار برش باید استفاده شود	کم	۱۰۶۰	۱۵۰	آلیاژهای آلومینیوم و منیزیم
-----	در صورت چسبیدن براده به ابزار برش باید استفاده شود	متوسط	۴۵۰	۱۵۰	آلیاژهای آهنی (برش نواری)

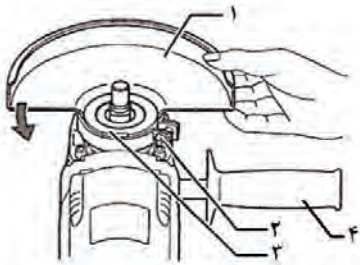
سنگ برش:

به شکل های ۱۱ نگاه کنید.



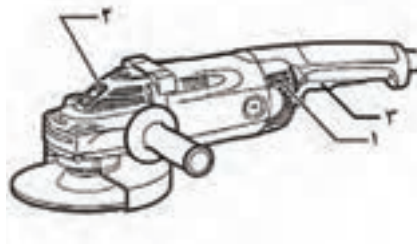
شکل ۱۱

دستگاه سنگ دستی در صنعت برای برش کاری و ساب کاری قطعات کاربرد زیادی دارد. لذا جهت کار با این دستگاه باید با قسمت های مهم دستگاه آشنایی کامل داشت تا بتوان کاربرد آن را به صورت اصولی یاد گرفت. با دقت به شکل ۱۲ الف و ب زیر نگاه کنید. در تصاویر زیر بعضی از قسمت های کاربردی نشان داده شده است.



- ۱- حفاظت صفحه سنگ
- ۲- پیچ تنظیم حفاظ
- ۳- محفظه یا تاقان
- ۴- دسته سنگ

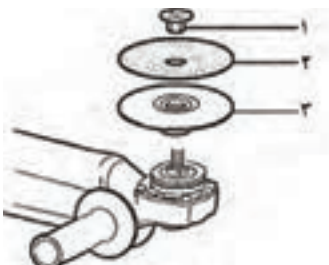
شکل ۱۲ ب



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

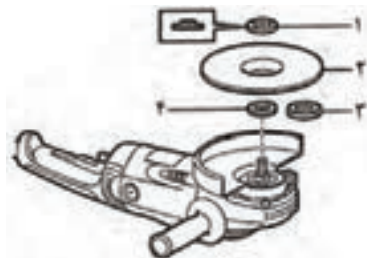
شکل ۱۲ الف

در شکل ۱۳ الف قسمت های کاربردی برای نصب سنگ ساب و یا برش و همچنین شکل ۱۳ ب قسمت های کاربردی صفحه سنباده نشان داده شده است.



- ۱- مهره قفلی مخصوص
- ۲- صفحه سنباده
- ۳- صفحه پلاستیکی

شکل ۱۳ ب



- ۱- مهره قفلی
- ۲- صفحه سنگ (برش یا ساب)
- ۳- سوپر فلانچ
- ۴- فلانچ داخلی

شکل ۱۳ الف

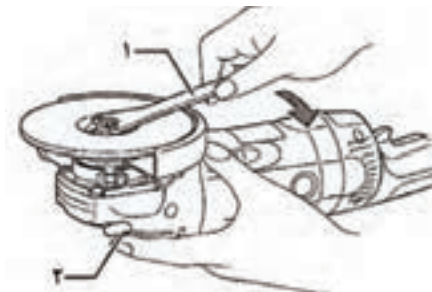
روی دستگاه سنگ علاوه بر صفحه برش و ساب، صفحه سنباده هم نصب می‌گردد که با آن می‌توان سطوح تخت را سنباده کاری و پرداخت کاری نمود.

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

نکته



به شکل ۱۴ دقت کنید.



۱- آچار مخصوص مهر قفلی

۲- قفل محور

شکل ۱۴

طریقه نصب صفحه برش یا ساب روی دستگاه

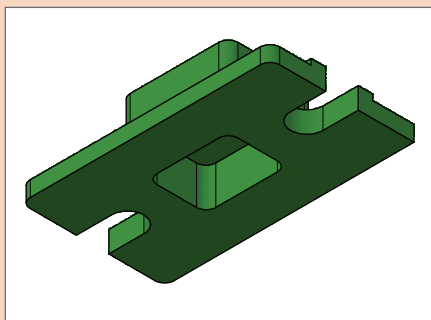
دو شاخه دستگاه را از پریز برق خارج کرده و سپس با قرار دادن آچار مخصوص درون حفره‌های پیچ مخصوص و گرفتن ضامن دستگاه، آچار را در جهت خلاف عقربه ساعت بچرخانید تا پیچ باز شود. با باز شدن کامل پیچ، صفحه قدیمی را خارج کرده و صفحه جدید را روی محور گذاشته و پیچ مخصوص را محکم نمایید.

نکته



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

فعالیت



شکل ۱۵

مدل شکل ۱۵ را قالب‌گیری کرده و بعد از تهیه مذاب آلومینیم مذاب‌ریزی کنید. سپس سیستم راهگاهی و تغذیه را توسط سنگ برش جدا کرده و توسط سنگ ساب پرداخت کاری نمایید.

نکته ایمنی



- ۱ در هنگام مذابریزی استفاده از لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی است.
- ۲ از خشک بودن قالب کاملاً اطمینان حاصل کنید.
- ۳ با نظارت هنرآموز و استاد کار عملیات ذوبریزی صورت گیرد.
- ۴ از انبر جهت انتقال قطعه استفاده نمایید.
- ۵ از شوخی کردن در هنگام کار بپرهیزید.

نکته ایمنی



نکات ایمنی سنگ زنی

- ۱ در هنگام تعویض سنگ از خارج بودن دو شاخه از برق اطمینان کامل حاصل نمایید.
- ۲ در هنگام تعویض سنگ از صحیح نصب کردن صفحه سنگ اطمینان کامل حاصل نمایید.
- ۳ تعویض سنگ باید با نظارت هنرآموز و استاد کار صورت گیرد.
- ۴ در هنگام گذاشتن سوپر فلانچ دقت نمایید تا لبه قرار گرفتن صفحه برش و یا ساب دقیقاً درون صفحه قرار گیرد.
- ۵ قبل از سنگ زنی از نصب بودن حفاظ صفحه سنگ، جهت صحیح آن و محکم بودن آن اطمینان حاصل کنید.
- ۶ در هنگام کار با دستگاه سنگ استفاده از لوازم ایمنی دستکش کار، عینک و ماسک الزامی است.

نکته



زوائد جداشده را به کارگاه ذوب و یا انبار نگهداری شارژ انتقال دهید.

نکات زیست محیطی

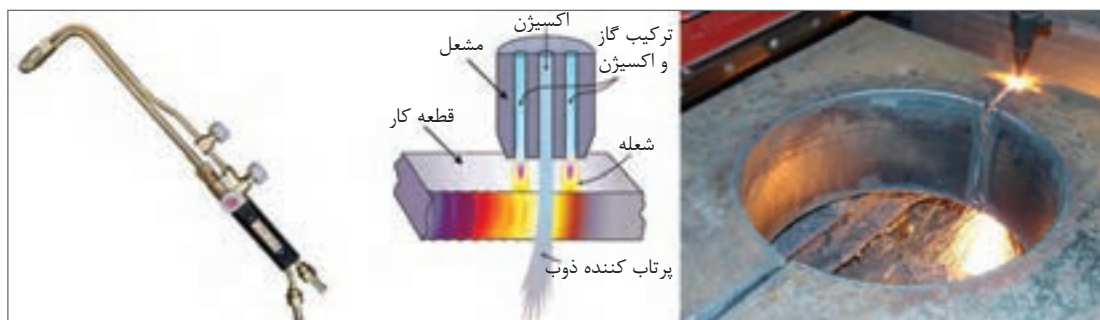


- ۱ ماسه های سوخته شده را درون ماسه دان نریزید.
- ۲ هرگز قطعه خارج شده از قالب را با آب، سرد نکنید.
- ۳ سرباره های مذاب را درون مخزن سرباره بریزید تا در محیط پراکنده نگردد.

برشکاری

برش کاری به وسیله مشعل گازی

تغذیه ها و راهگاه های بزرگ فولادی را بایستی توسط برش کاری با مشعل گازی از قطعه ریخته گری جدا کرد. اگرچه ماشین های برش کاری مکانیکی محدود به بریدن اتصالات کوچک هستند لیکن توسط مشعل های گازی تغذیه و راهگاه ها با هر اندازه ای را می توان از قطعات ریخته گری جدا کرد. روش کار مشعل های گازی اکسی استیلن که در بیشتر موارد برای برش کاری قطعات استفاده می شوند در شکل ۱۶ نشان داده شده است.



شکل ۱۶

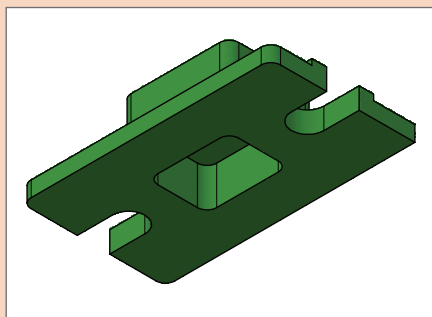
گرچه امروزه در بسیاری از کارخانجات ریخته‌گری جدا کردن تغذیه‌های فولادی توسط مشعل‌های دستی اکسی استیلن انجام می‌شود. به هر حال در بعضی از کارخانجات ریخته‌گری نیز این عمل کاملاً به صورت اتوماتیک انجام می‌پذیرد.

بعضی از انواع آلیاژهای آهنی نظیر چدن‌ها و فولادهای آلیاژی پر عیار در مقابل اکسیداسیون مقاوم بوده و لذا نمی‌توان آن‌ها را براساس روش‌های اشاره شده در بالا برش کاری نمود. برای رفع این مشکل مشعل‌هایی 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، لذا برش کاری راهگاه‌ها و تغذیه‌ها در این گونه آلیاژها امکان‌پذیر است.

به وسیله این روش می‌توان اضافات قطعات ریخته‌گری 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. 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 شده‌اند.

جدول ۸

مقدار اکسی استیلن $\frac{m^3}{h}$	مقدار اکسیژن $\frac{m^3}{h}$	سرعت برش $\frac{mm}{min}$	فشار اکسیژن $\frac{N}{mm^2}$ ۱۰۶	قطر نازل مشعل cm	ضخامت قطعه ریخته‌گری 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	۲۳/۵-۶/۵۴	۱۵۲/۴-۲۲۰/۲	۱۵۱۶۹۰-۲۴۴۷۵۰	۰/۱۷-۰/۲۰	۵/۰۸
۰/۴۵-۰/۶۵	۵/۸۶-۸/۲۱	۱۰۱۶/۶-۲۴۵	۲۲۷۳۵-۳۷۹۲۲۵	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	۳۴۲۸۲۲۰-۵۵۱۶۰۰	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



شکل ۱۷

مدل شکل ۱۷ را قالب‌گیری کرده و بعد از تهیه چدن نشکن مذاب‌ریزی کنید. سپس سیستم راهگامی و تغذیه را توسط مشعل گاز برش کاری جدا کرده و توسط سنگ ساب پرداخت کاری نمایید.



نکات ایمنی ریخته گری

- ۱ در هنگام مذاب‌ریزی استفاده از لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه ایمنی، ماسک و عینک ایمنی الزامی است.
- ۲ از خشک بودن قالب کاملاً اطمینان حاصل کنید.
- ۳ با نظارت هنرآموز و یا استاد کار عملیات ذوب‌ریزی صورت گیرد.
- ۴ از انبر جهت انتقال قطعه استفاده نمایید.
- ۵ از شوخی کردن در هنگام کار بپرهیزید.



نکات ایمنی مشعل برشکاری

- ۱ در هنگام کار با مشعل گاز برش کاری استفاده از لوازم ایمنی دستکش کار، عینک و ماسک الزامی است.
- ۲ با نظارت هنرآموز و استاد کار عملیات برش کاری صورت گیرد.
- ۳ قبل از سنگ‌زنی از نصب بودن حفاظ صفحه سنگ، جهت صحیح آن و محکم بودن آن اطمینان حاصل کنید.
- ۴ در هنگام کار با دستگاه سنگ استفاده از لوازم ایمنی دستکش کار، عینک و ماسک الزامی است.



زوائد جداشده را به کارگاه ذوب و یا انبار نگهداری شارژ انتقال دهید.



- ۱ ماسه‌های سوخته شده را درون ماسه‌دان نریزید.
- ۲ هرگز قطعه خارج شده از قالب را با آب سرد نکنید.
- ۳ سرباره‌های مذاب را درون مخزن سرباره بریزید تا در محیط پراکنده نگردد.

انبارش راهگاه، تغذیه و قطعات برگشتی

برای کاهش هزینه تولید استفاده از قراضه و برگشتی‌ها بسیار مرسوم است. عموماً خطوط تولید کارخانجات در هر شیفت کاری می‌تواند مذاب با آنالیز متفاوت داشته باشد لذا جداسازی و انبارش قراضه و برگشتی جزء اصول بسیار مهم خط تولید می‌باشد، لذا برای کنترل ترکیب آلیاژها و یا فلزات خالص کنترل انبارش سیستم راهگاهی، تغذیه و قطعات معیوب بسیار حائز اهمیت است. برای این منظور همیشه بعد از جداسازی اضافات قطعه و یا قطعات معیوب از قطعات سالم، آنها را در مخازن برگشتی قرار داده تا بایکدیگر مخلوط نشوند. در صورتی که برگشتی‌ها با یکدیگر مخلوط شوند از خواص فیزیکی زیر برای جداسازی آنها استفاده می‌گردد.

رنگ

چگالی

ربایش (جذب مغناطیس شدن)

جدول ۹

فلزات	رنگ		
	قرمز Red	سبز Green	آبی Blue
آهن	۱۹۶	۱۹۷	۱۹۹
نقره	۲۵۱	۲۵۰	۲۴۵
آلومینیوم	۲۴۶	۲۴۶	۲۴۶
طلا	۲۵۵	۲۲۵	۱۵۳
مس	۲۵۵	۲۱۲	۱۹۳
کرم	۱۹۷	۱۹۷	۱۹۷
نیکل	۲۱۳	۲۰۵	۱۹۲
تیتانیوم	۱۹۶	۱۸۷	۱۷۸
پلاتین	۲۱۶	۲۰۹	۲۰۱

چگالی gr /cm ^۳	فلزات و یا آلیاژها
۲/۷	آلومینیوم
۷/۲	چدن
۷/۸۵	فولاد نرم
۱۱/۴	سرب
۸/۹	مس
۷/۲	روی
۷/۴	قلع
۸/۹	نیکل
۸/۷	فسفر برنز
۸/۵	برنج

چگالی (Density): مقدار ماده‌ای است که واحد حجم اشغال می‌کند را چگالی می‌گویند. چگالی و وزن مخصوص به تعداد مولکول‌های موجود در واحد حجم وابسته هستند که با افزایش دما، فعالیت مولکولی زیاد شده و تعداد مولکول‌ها در واحد حجم کم می‌شود در نتیجه چگالی و وزن مخصوص کاهش می‌یابند.

فعالیت



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

جدول ۱۰

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

ارزشیابی هنرجو در فصل سوم: خارج کردن قطعه از قالب و جداکردن سیستم راهگای از آن

	<p>نقشه کار: خارج کردن قطعه از قالب و جداکردن سیستم راهگای از آن</p> <p>قالب ساخته شده به روش CO_2 با استفاده از مدل مقابل را با مذاب آلومینیوم بارریزی کرده و پس از انجماد، قطعه را از قالب خارج کرده و سیستم راهگای را از آن جدا کنید.</p> <p>شاخص عملکرد: خارج کردن قطعه ریختگی از قالب، جدا کردن سیستم راهگای و تغذیه از قطعه</p> <p>شرایط انجام کار: انجام کار در کارگاه ریخته‌گری با روشنایی مناسب</p> <p>ابزار و تجهیزات: کمان اره، گیره، سنگ فرز، چکش، قلم</p>
---	---

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	خارج کردن قطعه از قالب	۲	
۲	جدا کردن سیستم راهگای	۲	
۳	انبارش راهگاه و تغذیه	۱	
	<p>شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>۱ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار</p> <p>۲ استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش، عینک، ایمنی و ...</p> <p>۳ تمیز کردن محیط کارگاه و تفکیک ضایعات</p> <p>۴ رعایت دقت و نظم</p>	۲	
میانگین نمرات*			

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

فصل ۴

ذوب ریزی

واحد یادگیری: ذوب ریزی

پس از ساخت قالب ریخته‌گری، مذاب به داخل قالب ریخته می‌شود. در این واحد یادگیری، کنترل پارامترهای کیفی و کمی مذاب، نحوه اندازه‌گیری دمای مذاب، عوامل مؤثر در زمان و ارتفاع بارریزی، استفاده از مواد عایق و گرما را در تغذیه، توضیح داده می‌شود.

استاندارد عملکرد کار

ذوب‌ریزی با استفاده از ابزار و تجهیزات مناسب بر اساس استانداردهای مرتبط.

پیش نیاز

ذوب فلزات و قالب‌گیری

ذوب فلزات

مقدمه: ذوب فلزات فرایندی است که در آن، فلز جامد را به وسیله حرارت دادن در کوره‌های ذوب به صورت مذاب در می‌آورند. هنگامی که یک فلز جامد حرارت داده می‌شود، به علت افزایش دامنه ارتعاشات اتم‌ها و افزایش فاصله بین اتمی آنها، ساختمان جامد از حالت پایدار خود خارج شده و به حالت مایع تبدیل می‌گردد (ذوب می‌شود). درجه حرارتی که باعث تغییر حالت فلز جامد به مایع می‌شود را نقطه ذوب گویند؛ مثلاً نقطه ذوب آلومینیم ۶۶۰ - ۶۵۹ درجه سانتی‌گراد است.

آیا نقطه ذوب ۶۶۰ درجه سانتی‌گراد برای آلومینیم دمای مناسبی جهت ریخته‌گری است؟

پرسش

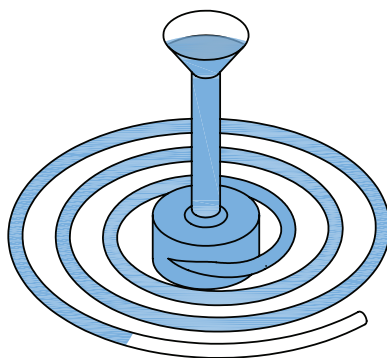


یکی از مواردی که در ریخته‌گری فلزات و آلیاژها حائز اهمیت است، درجه حرارت فوق ذوب می‌باشد. به عبارتی می‌توان گفت در مورد قطعاتی که دارای اشکال پیچیده‌ای هستند و تنها به روش ریخته‌گری قابل تولید می‌باشند، درجه حرارت فوق ذوب مناسب تعیین کننده سلامت قطعه است.

باید به این نکته توجه نمود که نمی‌توان دمای فوق ذوب را بیش از حد افزایش داد، زیرا با افزایش درجه حرارت مذاب، واکنش‌های مضر مانند اکسیداسیون مذاب، انحلال گازهای محیط در مذاب و... با شدت بسیار زیادی افزایش خواهد یافت. همان‌طور که می‌دانید، همواره درجه حرارت فوق ذوب با سیالیت مذاب رابطه مستقیم دارد.

به طور کلی سیالیت را می‌توان چنین تعریف نمود: سیالیت عبارت است از توانایی مذاب در پر کردن قالبی با ابعاد مشخص، با سرعت و میزان جریان بارریزی معین (دبی).

سیالیت ریخته‌گری با روش‌های مختلفی اندازه‌گیری می‌شود، که یکی از عملی‌ترین و ساده‌ترین آنها آزمایش مارپیچ (spiral) است (شکل ۱).



شکل ۱: آزمایش مارپیچ (spiral)

عملیات ذوب در کوره‌های ریخته‌گری انجام می‌شود. برای تهیه مذاب از فلز و ریخته‌گری آن، عملیات مختلفی انجام می‌شود که هر کدام اصطلاح خاص خود را دارد؛ برای مثال می‌توان از عملیات (فوق ذوب، گاززدائی، سرباره‌گیری، حمل و ذوب‌ریزی مذاب و...) نام برد.

در این فصل تلاش شده است که توجه شما هنجریان را با اقداماتی که در مراحل قبل از ذوب‌ریزی مذاب انجام می‌شود آشنا کنیم.



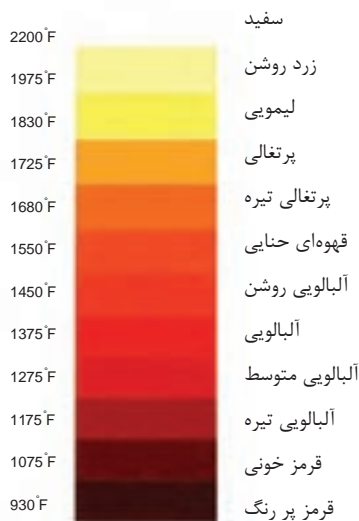
- ۱ آیا با ذوب فلزات و مواد صنعتی آشنایی دارید؟
 ۲ آیا می‌توان با دماسنج‌های ساده، دمای مذاب را اندازه‌گیری کرد؟ چرا؟

کنترل پارامترهای کیفی و کمی مذاب

همان‌طور که در سال قبل بیان شد، برای اندازه‌گیری درجه حرارت اجسام گداخته، مانند کوره‌ها، مذاب فلزات، شعله حاصل از احتراق سوخت‌ها و... از بعضی از پدیده‌های فیزیکی که تابع پیوسته‌ای از تغییرات درجه حرارت باشند استفاده می‌شود. این پدیده‌ها عبارت‌اند از تغییر مقاومت الکتریکی، تغییر اختلاف پتانسیل الکتریکی در یک مدار و تغییر وضع تشعشع و رنگ جسم گداخته (که اکثراً در پیرومترها استفاده شده است).

الف) کنترل دما و کیفیت ظاهری مذاب: کنترل دمای مذاب را می‌توان به صورت تجربی و علمی به دست آورد. در روش تجربی از روی رنگ مذاب حدود دمایی حاصل می‌گردد. اکثراً رنگ ظاهری مذاب در دمای‌های بالا (فوق ذوب) روشن‌تر و در دماهای پایین‌تر تیره‌تر می‌باشد؛ مثلاً مذاب آلیاژ آلومینیم در دمایی حدود ۷۵۰-۷۰۰ درجه سانتی‌گراد رنگ نقره‌ای روشن (متمایل به سفید) و در دمای حدود ۶۶۰-۶۰۰ درجه سانتی‌گراد رنگ نقره‌ای تیره به خود می‌گیرد.

به تصویر (شکل ۲) توجه فرمایید. در این تصویر که شاخصه رنگ دمایی در فولاد را نشان می‌دهد به وضوح مشخص است که در دماهای بالای ۱۸۳۰ درجه فارنهایت (حدوداً ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد) رنگ فولاد به زرد روشن تبدیل می‌گردد که در ادامه با بالا رفتن دمای فولاد به رنگ سفید متمایل می‌شود.



شکل ۲- راهنمای دمایی فولاد بر حسب درجه فارنهایت

همچنین می‌توان برای به‌دست آوردن درجه حرارت دقیق‌تر (فوق ذوب و ریخته‌گری) مذاب از وسایل اندازه‌گیری دما استفاده کرد.

ب) وسایل اندازه‌گیری درجه حرارت در ریخته‌گری: امروزه از ابزارهای مختلفی برای تعیین درجه حرارت مذاب استفاده می‌شود. ابزارهای اندازه‌گیری دما به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- تماسی

۲- غیر تماسی تقسیم می‌شوند.

ابزار تماسی مثل ترموکوپل و انواع آن و ابزار غیرتماسی مانند پیرومترهای تابشی (مادون قرمز) که در کتاب تولید قطعات فلزی به روش ریخته‌گری توضیح داده شده است. در ذیل جهت یادآوری چند تصویر نمونه از ابزارهای اندازه‌گیری دما نشان داده شده است.



ترمومتر مقاومتی



ترموکوپل



پیرومتر

شکل ۳- ابزارهای اندازه‌گیری دما (تماسی و غیر تماسی)

ج) عواقب ناشی از عدم کیفیت مذاب: در صورتی که بدون توجه به دمای مناسب ذوب‌ریزی و عدم دقت به کیفیت ظاهری مذاب (حضور مواد ناخواسته بر روی سطح مذاب) اقدام به مذاب‌ریزی درون قالب شود، ممکن است:

۱- دمای مذاب بیش از حد استاندارد (فوق ذوب)، بالا رفته باشد؛ در نتیجه عیوبی چون ماسه‌سوزی، حفره‌های گازی و... در قطعه ایجاد شود.

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

۳- به علت عدم آگاهی، سرباره روی سطح مذاب برداشته نشده باشد؛ در این صورت اگر اقدام به ذوب‌ریزی گردد مواد ناخواسته (سرباره) وارد قالب شده و قطعه ریختگی معیوب خواهد شد.

۴- یکی دیگر از مواردی که در کیفیت قطعه نقش دارد ساختار و دانه‌بندی قطعه ریختگی می‌باشد. برای ریزدانه کردن قطعات از مواد جوانه‌زا استفاده می‌شود؛ مثلاً (برای آلیاژهای آلومینیم از تیتانیم و بور استفاده می‌کنند که برای پیشگیری از اتلاف جوانه‌زا، آن را در انتهای عملیات ذوب به مذاب اضافه می‌کنند). همچنین برای بهسازی ساختار آلیاژهای آلومینیم، از فلز استرانسیم یا آنتیموان استفاده می‌شود. به طور خلاصه مراحل ذوب و عملیات کیفی مذاب به ترتیب زیر انجام می‌گیرد:

- ۱- ذوب

۲- استفاده از مواد سرباره‌گیر (فلاکس) برای حذف اکسید و ترکیبات بین فلزی

۳- گاززدایی (با توجه به جدول شماره ۱)

۴- اصلاح ساختار و جوانه‌زنی

درباره خصوصیات و کاربرد انواع مختلف ابزارهای اندازه‌گیری دمای بالا تحقیق کرده (دراینترنت یا مقالات) سپس نتیجه را در کلاس همراه با هنرآموز مورد بررسی قرار دهید.

فعالیت



	خصوصیات و کاربرد، مزایا و معایب ابزار اندازه‌گیری تماسی؛
	خصوصیات و کاربرد، مزایا و معایب ابزار اندازه‌گیری غیرتماسی؛

پس از تهیه ۶۰kg مذاب چدن خاکستری، توسط سلاکس سرباره‌گیری کرده سپس به وسیله پیرومتر اقدام به اندازه‌گیری دما نمایید و در محدوده دمایی ۱۴۳۰-۱۳۵۰ درجه سانتی‌گراد در قالب‌های آماده شده بارریزی کنید.

فعالیت



۴۰ کیلوگرم مذاب آلومینیوم را آماده کنید. پس از تهیه آن را گاززدایی (قرص دگازور) و سرباره‌گیری (کاورال) کنید. سپس به وسیله ترموکوپل اقدام به اندازه‌گیری دما نمایید و در محدوده دمایی ۷۰۰-۶۶۰ درجه سانتی‌گراد در قالب‌های آماده شده بارریزی کنید.

فعالیت



جدول شماره ۱- چگونگی گاززدایی و تصفیه مذاب از گازها و آخال‌ها

نوع فلز اصلی	گاز	نوع واکنش	نام عملیات	مواد مؤثر بر عملیات کیفی
آلومینیوم	H _۲	انحلالی (AL) _[H]	گاززدایی	ازت، کالر، مخلوط ۷۰-۳۰ و یا ۹۰-۱۰ ازت و کالر مواد قابل تبخیر نظیر C _۲ CL _۲ ، C _۲ CL _۴ انواع کلرورها و فلئوئورهای چندگانه
	O _۲	<ترکیبی O _۳ AL _۲ >	آخال زدایی	کلرورها و فلئوئورهای سدیم، پتاسیم و گاه کلسیم
فولاد	H _۲	انحلالی (Fe) _[H]	گاززدایی	گاز CO در ضمن تصفیه مقدار هیدروژن را کاهش می دهد.
	O _۲	انحلالی (Fe) _[O] ترکیبی انواع اکسیدها	اکسیژن زدایی فلاکس زنی	منیزیم، آلومینیوم، تیتانیوم، سیلیسیم و آلیاژهای آن‌ها استفاده از فلاکس‌های حاوی کلسیم و سدیم عموماً بر اساس ترکیبات کربناتی و کاربیدی
	S	انحلالی (Fe) _[S]	گوگرد زدایی	مواد حاوی منیزیم، منگنز، کلسیم، کاربید کلسیم
	N _۲	انحلالی (Fe) _[N] ترکیبی تیترورها	گاززدایی	نظیر هیدروژن در آهن Al، Ti، نیز می‌توانند نیتروژن‌ها را خارج سازند، فلاکس‌های کلسیم و منیزیم
	H _۲	انحلالی (Cu) _[H]	گاززدایی	ازت، گازکربنیک و مواد قابل تبخیر و در بسیاری موارد اکسیژن زدایی کافی است.
مس	O _۲	انحلالی (Cu) _[O] ترکیبی Cu _۲ O	اکسیژن زدایی فلاکس زدایی	فسفر، کربن، لیتیم، کلسیم فلاکس‌های حاوی سیلیس، براکس و ...
	S	انحلالی (Cu) _[S] ترکیبی Cu _۲ S	فلاکس زنی فلاکس زنی	کنترل در مواد شارژ فلاکس‌های حاوی سیلیسیم، براکس و بُر
	H _۲	انحلالی (Mg) _[H]	گاززدایی	مانند آلومینیوم از ازت بیشتر و کالر کمتر استفاده می‌شود.
منیزیم	O _۲	ترکیبی <Mgo> ترکیبی (Mg _۲ N _۳)	آخال زدایی آخال زدایی	مواد کلروره، کلرور منیزیم، اسید بوریک، فلوربات، آمونیم، ترکیبات حاوی گوگرد نظیر فوق



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

۱ چند نمونه استوانه‌ای در ابعاد ($H = 10$ و $D = 5$) سانتیمتر آماده و قالب‌گیری (ماسه‌ای) شود. سپس مذاب (آلیاژ آلومینیم) را آماده کرده و بدون عملیات گاززدایی اقدام به مذاب‌ریزی شود.

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

۳ نمونه‌های ریختگی پس از انجماد و سرد شدن در راستای محور عمودی از وسط برش داده شود و پس از آماده‌سازی، از نظر حفره‌های گازی بررسی شود.



با تشکیل گروه‌های دو نفره

۱ جدول زیر کامل شود.

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

نوع فلز	گاز مضر در مذاب	عنصر مناسب جهت گاززدایی
مس	اکسیژن	فسفر، کربن، و...
آلومینیوم	هیدروژن	
منیزیم		کلر منیزیم، مواد کلر و ...
فولاد		گاز CO_2



۱ در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار نسوز، کفش ایمنی، دستکش نسوز، کلاه، ماسک و عینک ایمنی الزامی است.

۲ در صورت مرطوب بودن غلاف ترموکوپل احتمال پاشش مواد مذاب و آسیب رساندن به افراد وجود خواهد داشت.

۳ نگهداری بیش از حد غلافی در داخل مذاب، سبب آسیب رساندن به ترموکوپل می‌شود.

۴ پس از خروج غلافی از مذاب، با توجه به بالا بودن دمای آن، با احتیاط حمل شود تا سبب آسیب رساندن به دیگران نشود.

- ۵ گازهای متصاعد شده در حین عملیات گاززدایی و اکسیژن زدایی بایستی توسط هواکش از محیط کارگاه خارج شود.
- ۶ قبل از عمل گاززدایی کلاhek خوراک دهنده (فلانچ) پیش گرم و عاری از رطوبت باشد.
- ۷ از قرص های دگازور رطوبت دیده و تاریخ گذشته استفاده نشود. زیرا ممکن است سبب تولید آخال یا مک در مذاب گردد.
- ۸ باید از خشک بودن وسایل اندازه گیری درجه حرارت اطمینان حاصل شود.
- ۹ نکات ایمنی و بهداشتی قبل و بعد از بارریزی حتماً فراموش نشود.

عوامل مؤثر در زمان و ارتفاع بارریزی

نکته مهم در تعیین زمان پرکردن قالب، کوتاه بودن آن جهت جلوگیری از عیوبی مثل سردجوشی، 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.

الف) عوامل مؤثر در زمان بارریزی:

- ۱ **حجم قطعه:** هر چقدر حجم قطعه بزرگ تر باشد زمان بارریزی هم افزایش می یابد.
- ۲ **ضخامت نازک ترین سطح مقطع:** با توجه به ضخامت قطعه، با بالا بردن سرعت بارریزی باید زمان بارریزی کاهش داده شود.
- ۳ **مقدار پیچیدگی قطعه:** هر چقدر شکل قطعه پیچیده تر باشد زمان بارریزی هم متغیر می شود.
- ۴ **خواص حرارتی قالب:** با توجه به نوع انتقال حرارت در قالب های (فلزی یا ماسه ای) زمان بارریزی فرق می کند. این زمان در قالب های فلزی به علت انتقال حرارت بیشتر، زیادتر است.
- ۵ **شرایط بارریزی:** با توجه به نوع روش بارریزی قالب (از کف یا بالا یا سطح جدایش) زمان بارریزی متفاوت است.
- ۶ **ترکیب شیمیایی مذاب:** بسته به نوع عناصر آلیاژی درون مذاب زمان بارریزی کم یا زیاد می گردد. هر چقدر عناصر آلیاژی موجود در مذاب بیشتر باشد سرعت انجماد قطعه بیشتر می گردد و در نتیجه باید زمان ذوب ریزی کاهش داده شود.
- ۷ **درجه حرارت فوق ذوب:** توجه داشته باشید که زمان بارریزی با زمان پرکردن قالب توسط مذاب دو موضوع متفاوت است. بنابراین هر چقدر زمان بارریزی که توسط ابزار اندازه گیری دما تعیین می شود دقیق تر باشد، نتیجه عملیات ریخته گری مطلوب تر است.
- طبق تعریف:** به مقدار حجم مذابی که در هر مقطع، در یک ثانیه از یک منبع (سیستم راهگاهی و ...) جریان پیدا می کند، دبی گویند.
- به عبارت دیگر حجم عبوری از جریان مذاب در یک زمان خاص از یک سطح مقطع (برحسب مترمکعب) معین را دبی گویند. دبی از رابطه زیر به دست می آید.

$$Q = \frac{V}{t} = \text{مقدار ثابت}$$

Q: دبی بارریزی بر حسب M^3/S

V: حجم عبوری جریان مذاب بر حسب M^3

t: زمان بارریزی بر حسب s

چرا مقدار دبی در یک مسیر بارریزی ثابت است؟

پرسش



در یک سیستم بارریزی اگر دبی زیاد باشد، مذاب متلاطم می‌گردد. در نتیجه آشفته‌گی مذاب علاوه بر ورود هوا به داخل قالب، ممکن است قسمت‌هایی از قالب (ماسه‌ای) تخریب گشته و وارد محفظه قالب گردد. و اگر دبی کم باشد سیالیت مذاب را تحت تأثیر قرار داده و باعث عیوبی مانند سردجوشی در قطعه ریخته‌گی می‌شود. با توجه به اینکه حجم V را می‌توان به صورت حاصل ضرب مساحت (A) در ارتفاع یا طول (L) بیان کرد در نتیجه رابطه بالا را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$Q = \frac{V}{t} \Rightarrow Q = \frac{A \times L}{t} \Rightarrow Q = A \frac{L}{t} \Rightarrow Q = A \times v$$

V: سرعت خطی مذاب (مایع بر حسب $\frac{m}{s}$)

A: مساحت مقطعی که مذاب با سرعت مذکور از آن عبور می‌کند (m^2)

مسئله نمونه

در ریخته‌گری یک قطعه چدنی مطابق شکل به وزن کل $5/4 \text{ kg}$ (مجموع وزن قطعه و سیستم راهگاهی) در صورتی که زمان ریختن مذاب در قالب ۸s باشد دبی بارریزی آن را محاسبه کنید. وزن مخصوص چدن مذاب $\frac{kg}{dm^3}$ ۷/۲ فرض شود.

حل: ابتدا باید حجم قطعه ریخته‌گی تعیین شود. این موضوع از رابطه جرم قابل محاسبه است: $m = \rho \times v$

$$v = \frac{m}{\rho} = \frac{4/5}{7/2} \Rightarrow v = 0/625 \text{ dm}^3$$

چون سرعت بارریزی یا دبی، برابر است با حجم تقسیم بر زمان، لذا می‌توان نوشت:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{0/625}{8} = 0/0781 \frac{\text{dm}^3}{s} = 78/1 \frac{\text{cm}^3}{s}$$

مرحله ۱- ۳۰ کیلوگرم مذاب آلومینیوم را آماده کنید و توسط کاورال سرباره‌گیری نمایید. سپس به وسیله ترموکوپل دمای مذاب و با استفاده از زمان سنج، زمان رسیدن از فوق ذوب تا دمای $660^\circ C$ را اندازه‌گیری کنید.

مرحله ۲- عملیات فوق را این بار برای ۵۰ کیلوگرم آلومینیوم انجام داده و تأثیر مقدار شارژ و مدت زمان رسیدن مذاب به دمای $660^\circ C$ را بررسی کنید.

شرایط اولیه دمایی برای هر دو مرحله باید یکسان باشد.

فعالیت



نکته



ب) تنظیم ارتفاع ذوب‌ریزی:

اگر ارتفاع ذوب‌ریزی زیاد باشد باعث تلاطم مذاب می‌شود. عدم دقت در تنظیم ارتفاع دهانه بارریزی باعث می‌گردد که مذاب با سرعت زیادی قالب را پر کرده و در نتیجه زمانی برای خروج گازها از داخل محفظه قالب وجود نداشته باشد (عیوب مک و تخلخل در قطعه ایجاد می‌گردد).

هنگام ریختن مذاب بعضی از آلیاژهای آلومینیم در قالب، یک لایه اکسید سطحی نازک (فیلم) اطراف سطح مذاب را احاطه کرده که اگر این لایه اکسیدی از بین برود باعث اکسیدشدن مذاب می‌شود. همچنین اگر ارتفاع بارریزی تقریباً بیشتر از ۹۰-۱۲۰ mm باشد، هوا وارد مذاب می‌شود و به صورت حباب‌هایی در سطح ظاهر می‌گردد. بنابراین برای جلوگیری از این حالت می‌توان ریخته‌گری از کف را مورد استفاده قرار داد.

در صورت استفاده از راهگاه کف قالب، بایستی به سرعت بارریزی و تخلیه مذاب در قالب توجه نمود تا قطعه دچار عیوب حاصل از کم شدن درجه حرارت بارریزی (نیامد) نگردد.

نکته



ج) روش‌های مختلف ذوب‌ریزی در قالب (مزیت‌ها و محدودیت‌ها):

جدول شماره ۲- مزیت‌ها و محدودیت‌های روش راهگاه از بالا

مزیت‌ها	محدودیت‌ها	کاربرد
<ul style="list-style-type: none"> - سادگی سیستم راهگاهی - راندمان ریختگی بالا - ایجاد انجماد جهت‌دار از قطعه به سوی راهگاه و در نتیجه آن، تجمع حفره‌های انقباضی و آخال‌ها در راهگاه 	<ul style="list-style-type: none"> - تخریب کف قالب در اثر ریزش مستقیم مذاب (مناسب نبودن برای ریخته‌گری آلیاژهای سنگین مانند چدن، فولاد و مس) - ایجاد ذرات اکسیدی در اثر برخورد مذاب با کف قالب و پرتاب شدن آن (نامناسب بودن برای ریخته‌گری فلزات و آلیاژهایی که تمایل زیادی به اکسایش دارند) - جذب گاز و هوا در اثر تلاطم زیاد مذاب 	<ul style="list-style-type: none"> - ریخته‌گری در قالب‌های کوچک با ارتفاع کم - ریخته‌گری در قالب‌های با استحکام بالا مانند: قالب‌های فلزی و قالب‌های ماسه‌ای سخت (قالب‌های تهیه شده با چسب‌های سیلیکات سدیم، سیمان و ...) - ریخته‌گری قطعات چدنی با شکل ساده - ریخته‌گری استوانه‌های توخالی به طریق عمودی به صورت راهباره مدادی - ریخته‌گری قطعاتی که دارای قسمت بزرگ و سنگینی در وسط خود هستند (مانند چرخ واگن‌های راه آهن)

همان‌طور که در جدول فوق ذکر شد روش راهگاه‌گذاری از بالا، روشی ساده است؛ از طرف دیگر به علت عدم نیاز به اجزای سیستم راهگاهی، مذاب باقیمانده در سیستم راهگاهی بسیار کم است بنابراین راندمان ریختگی زیاد خواهد بود. از طرف دیگر در قطعه انجماد جهت‌دار از کف قالب به سمت راهگاه به‌وجود می‌آید و در نتیجه حفره‌های انقباضی و آخال‌ها در راهگاه جمع می‌شوند. اما در این روش امکان تخریب قالب، ایجاد ذرات اکسیدی در مذاب و جذب گاز و هوا در اثر تلاطم مذاب وجود دارد.

جدول شماره ۳- مزیت‌ها و محدودیت‌های روش راهگاه از کف

مزیت‌ها	محدودیت‌ها	کاربرد
<ul style="list-style-type: none"> - کاهش اکسایش فلز و تخریب قالب - کاهش جذب هوا و گاز هنگام بارریزی به دلیل ایجاد جریانی آرام و با حداقل تلاطم از مذاب - صافی سطوح قطعات ریختگی - ایجاد انجماد جهت‌دار در صورت استفاده از راهگاه پله‌ای و یا استفاده از مواد عایق در تغذیه 	<ul style="list-style-type: none"> - احتمال قطع شدن جریان و ناقص ماندن قسمت‌های فوقانی در صورت وقوع انجماد از پایین به طرف بالا - ایجاد شیب دمایی نامناسب و فراهم نشدن شرایط برای ایجاد یک انجماد جهت‌دار (تشکیل حفره‌های انقباضی در قطعه) 	<ul style="list-style-type: none"> - عموماً در ریخته‌گری قطعات فولادی - غالباً در ریخته‌گری قطعات بزرگ - در ریخته‌گری قطعات با استفاده از تغذیه جانبی

با توجه به جدول فوق در روش راهگاه‌گذاری از پایین به دلیل کاهش تلاطم و آشفستگی 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 ریختگی از صافی و یکنواختی بالاتری نسبت به روش راهگاه‌گذاری 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.

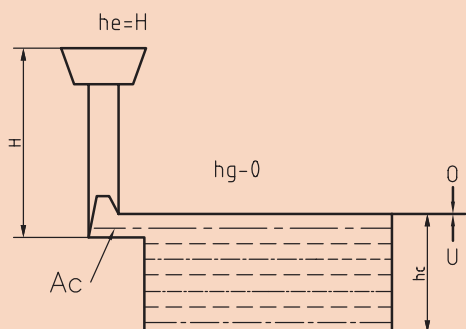
جدول شماره ۴- مزیت‌ها و محدودیت‌های روش راهگاه از خط جدایش

مزیت‌ها	محدودیت‌ها	کاربرد
<ul style="list-style-type: none"> - سهولت تعبیه سیستم راهگاهی به دلیل قرار گرفتن آن در سطح جدایش - مفید بودن این روش، به هنگامی که ارتفاع قسمت زیری قالب زیاد نباشد. - سهولت اتصال راهگاه به تغذیه و در نتیجه انجماد جهت‌دار و تهیه قطعه‌ای با کیفیت مطلوب - صرفه‌جویی در فلز مصرفی در سیستم راهگاهی در اثر اتصال راهگاه به قطعه توسط تغذیه 	<ul style="list-style-type: none"> - ایجاد جریان مذابی با تلاطم و آشفستگی زیاد در صورتی که ارتفاع قسمت زیری قالب زیاد باشد. (تخریب قالب و جذب هوا و گاز) 	<ul style="list-style-type: none"> - به دلیل ایجاد تلاطم در قسمت زیری قالب و در نتیجه باقی ماندن ذرات اکسیدی و ناخالصی‌های دیگر در مذاب، این روش برای ریخته‌گری آلیاژهای غیر آهنی مناسب نیست. - در ریخته‌گری قطعات چدنی و به‌ویژه در مواردی که ارتفاع قسمت زیری قالب کم باشد، این روش مناسب است.



با توجه به نوع فلزی (آلومینیم، مس، چدن و ...) که در کارگاه موجود است به کمک هنرآموز و استادکار محترم عملیات زیر را انجام دهید:

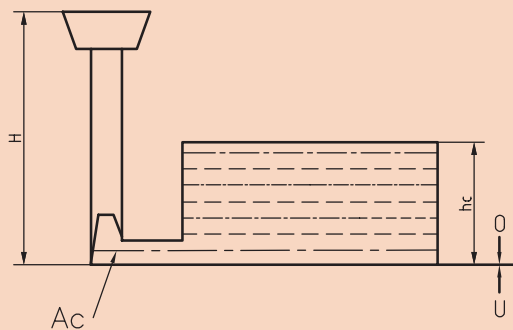
سه نمونه استوانه‌ای با ابعاد مشخص را به صورت عمودی و در سه حالت زیر قالب‌گیری و بارریزی کنید.



الف) نمونه اول را ساده و در درجه پایین قالب‌گیری کنید (لوله راهگاه را در محل خط جدایش قرار دهید).

سؤال: در این حالت چگالی مذاب نقشی، در ارتفاع مؤثر و تخریب قالب دارد؟

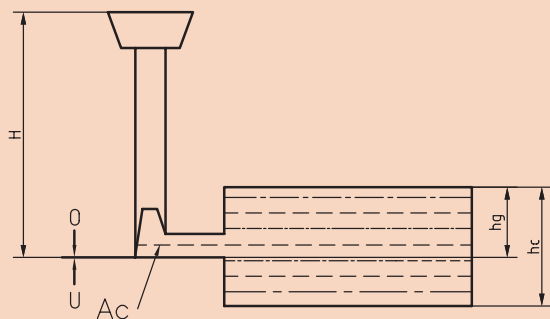
$$h_e = H$$



ب) نمونه دوم را ساده و در درجه بالا قالب‌گیری کنید. (لوله راهگاه را پایین نمونه قرار دهید).

سؤال: آیا در این حالت ارتفاع مؤثر بر زمان بارریزی تأثیری دارد؟

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



ج) نمونه سوم را ساده و در درجه پایین قالب‌گیری کنید.

(لوله راهگاه را از سطح جدایش در نظر بگیرید)

سؤال: در این حالت سلامت قطعه بیشتر است یا در دو حالت فوق؟

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

د) قطعات به دست آمده در هر روش را از نظر عیوب ناشی از ارتفاع و سرعت ذوب‌ریزی بررسی و درصد سلامت قطعه را نسبت به هر سه روش تعیین کنید.

نکته



در روابط ذکر شده:

۱. h_c ارتفاع قطعه برحسب cm
۲. h_g ارتفاع قسمتی از قطعه که در نیمه بالایی قرار دارد برحسب cm
۳. H ارتفاع لوله راهگاه برحسب cm
۴. A_c سطح مقطع تنگه برحسب cm^2
۵. h_e ارتفاع مؤثر برحسب cm

مثال: قطعه‌ای استوانه‌ای شکل به قطر ۱۶ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۲ سانتی‌متر به طور عمودی قالب‌گیری شده است، در صورتی که ارتفاع استاتیکی مذاب ۴۰ سانتی‌متر و راهباره در قسمت پایین (کف استوانه) تعبیه شده باشد ارتفاع مؤثر را به دست آورید؟

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

فعالیت



یک قطعه چدنی به ضخامت ۱۲ سانتی‌متر را (نیمی در درجه بالایی و نیمی در درجه پایینی) قرار داده‌ایم. ارتفاع لوله راهگاه و حوضچه روی هم ۱۸ سانتی‌متر است. ارتفاع مؤثر را به دست آورید؟

مواد عایق و گرمازا:

۱. چگونه می‌توان از کاهش درجه حرارت مذاب درون پاتیل یا بوته جلوگیری کرد؟
۲. روش‌های عملی، جهت دیرتر سرد شدن تغذیه نسبت به قطعه چیست؟
۳. چه فرقی بین مواد عایق و مواد گرمازا وجود دارد؟

پرسش



فعالیت



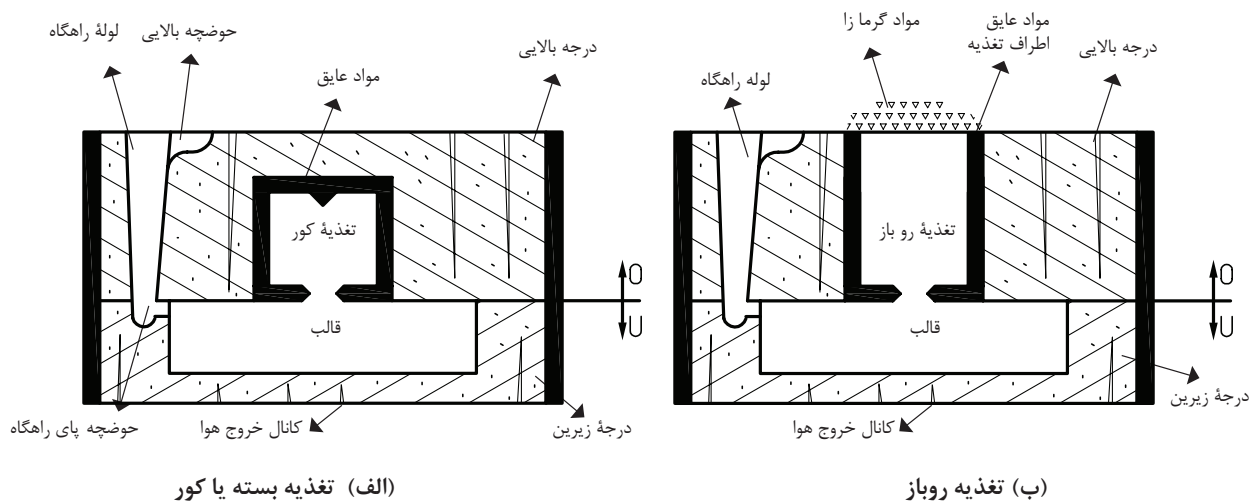
در گروه‌های دو نفره انواع روش‌های انتقال حرارت را در جدول زیر همراه با مثال بنویسید.

انواع انتقال حرارت	چگونگی انتقال حرارت	مثال

استفاده از مواد عایق و گرمازا در تغذیه:

اگر تغذیه با مواد عایق طراحی و ساخته شود و یا در تغذیه از مواد گرمازا استفاده شود، می توان مدت زمانی که فلز به حالت مذاب در تغذیه باقی می ماند را افزایش داد. بنابراین، می توان تا انجماد کامل قطعه ریختگی، فلز را به حالت مذاب در تغذیه نگهداری کرد. با این عمل وظیفه تغذیه که جبران کمبود مذاب قطعه (در حین انجماد) است به خوبی انجام می شود. به عبارت دیگر با استفاده از مواد عایق و گرمازا می توان شیب دمایی مناسبی از تغذیه به قطعه ایجاد کرد. از طرف دیگر، اگر بتوان مذاب داخل تغذیه را مدت زمان بیشتری نگهداری کرد، می توان حجم تغذیه را کاهش داد. در نتیجه، مقدار برگشتی کاهش یافته و راندمان ریختگی افزایش خواهد یافت.

البته در قسمت هایی از محفظه قالب که سریع منجمد می شوند نیز می توان از مواد عایق استفاده کرد تا از انجماد سریع آن قسمت ها جلوگیری شود. اما به دلایل تکنولوژیکی و عملی، کمتر از مواد عایق در محفظه قالب استفاده می شود. برای درک بهتر به تصاویر زیر (شکل ۴) توجه شود.



شکل ۴- کاربرد مواد عایق و گرمازا در تغذیه

در شکل فوق کاربرد مواد عایق و گرمازا در تغذیه ها برای حالت (الف) تغذیه بسته و (ب) تغذیه روباز همراه با مواد گرمازا بررسی شده است و نتایج زیر به دست آمده است:

۱- در شکل (الف)، همان طور که مشاهده می شود، تغذیه از مواد عایق ساخته شده است. حتی سطح بالایی تغذیه نیز با مواد عایق پوشانده شده است. با این روش می توان تغذیه را تا مدت زمان زیادی به صورت مذاب نگهداری نمود و راندمان ریخته گری را افزایش داد ولی طراحی و ساخت این گونه تغذیه ها هزینه بالایی دارد.

۲- در شکل (ب)، اطراف تغذیه روباز با مواد عایق پوشش داده شده است و سطح بالایی آن توسط مواد گرمازا، جهت جلوگیری از کاهش دمای مذاب در سطح تغذیه، پوشانده شده است. این روش سبب افزایش مدت زمان نگهداری مذاب در تغذیه می شود. این روش مقرون به صرفه تر و سریع تر از حالت قبل است.



اساس کار مواد گرمازا: مواد گرمازا در تماس با مذاب، ابتدا مقداری از حرارت مذاب را می‌گیرند و پس از انجام فعل و انفعال با ایجاد حرارت، گرمای دریافت شده را جبران می‌کنند و درجه حرارت مذاب را به دمای اولیه و در برخی موارد کمی بالاتر می‌رسانند. (شکل ۵)

شکل ۵- چند نمونه از مواد عایق حرارتی تغذیه

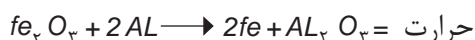
در حقیقت نقش اصلی مواد گرمازا، عایق بودن آنهاست و مزیت عمده آنها نسبت به موادی که فقط خاصیت عایق بودن دارند، این است که در صورت استفاده از مواد عایق به جای مواد گرمازا، این مواد نمی‌تواند حرارت گرفته شده از مذاب را جبران کند و فقط نقش عایق بودن را بر عهده دارند. مواد گرمازا را پس از پر شدن تغذیه یا پاتیل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

منظور از مواد واسطه، موادی هستند که به منظور عملیات کیفی مذاب در آخرین مرحله ذوب‌ریزی به پاتیل یا بوته اضافه می‌شوند.

نکته



به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که: مواد گرمازا، مخلوطی از یک ماده مشتعل‌شونده است. ترکیب این مواد شامل بعضی از فلزات خالص است که به سرعت مشتعل می‌شوند، (پودر آلومینیوم) و در بعضی مواقع از (کک یا زغال چوب، منیزیم و کلسیم) و اکسیدهای بعضی از فلزات، (اکسید آهن، منیزیم، سیلیسیم و مس) به عنوان عامل اکسیژن‌دهنده استفاده می‌شود. در زیر با یک نمونه از فعل و انفعالات گرمازا آشنا می‌شویم.



- زمان و نحوه استفاده از مواد گرمازا به نوع مذاب و آلیاژ آن بستگی دارد.
- مواد عایق عمدتاً به صورت غلاف استوانه‌ای از پیش ساخته در بازار موجود است ولی مواد گرمازا به صورت پودر بوده که روی سطح تغذیه پاشیده می‌شود.

نکته





در گروه‌های دو نفره (با کمک اینترنت یا مجلات و مقالات علمی) جدول زیر را کامل کنید:

نام تجاری مواد گرمازا و عایق	کاربرد	مزایا	روش استفاده
فروکس (Ferrux ۲۵۰ N)			
فیدکس (Feedex)			
آلدکس (Aldex)			

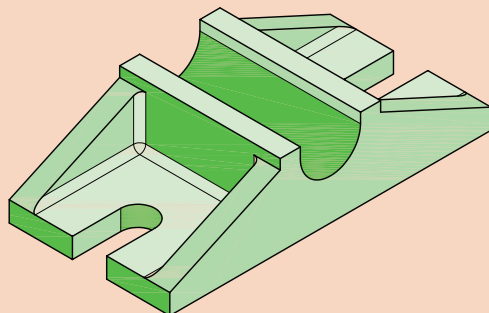


نکات ایمنی هنگام افزودن مواد عایق و گرمازا

- در هنگام ورود به کارگاه، استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، دستکش نسوز، پیش بند، پابند، روکشی نسوز، کلاه ماسک، ماسک تنفسی و عینک ایمنی الزامی است.
- با استفاده از ابزار مناسب، نسبت به پاشش مواد عایق یا حرارت‌زا روی مذاب اقدام نمایید. به طوری که کاملاً سطح مذاب را بپوشاند.
- نکته:** از خشک بودن مواد عایق یا حرارت‌زا اطمینان حاصل شود تا باعث ایجاد خطر پاشش مذاب نشود.
- در حین افزودن مواد عایق یا حرارت‌زا، از ماسک تنفسی مناسب استفاده شود.
- همه مواد گرمازا در درجه حرارت‌های بالای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد شعله‌ور می‌شوند در نتیجه این مواد فقط در خصوص اهداف مشخص با روش و موقعیت صحیح به کار برده می‌شوند.
- مراقبت‌های ویژه در خصوص محصولات آماده مصرف از نظر شعله‌وری تصادفی در کارگاه یا کارخانه لحاظ شود.
- در کاربردهای معمول مواد گرمازا هیچ‌گونه خطر سلامتی وجود ندارد اما استنشاق زیاد گازهای متصاعد از سوختن این مواد زیان‌آور 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 است بپوشانید.
- تهویه مناسب در محل ریخته‌گری تعبیه شود.



فعالیت تکمیلی



قطعه مشابه روبه‌رو را قالب‌گیری و سپس در شرایط ذکر شده ذوب‌ریزی نمایید.

۱. ریخته‌گری مذاب آلومینیوم - سیلیسیم با استفاده

از پودر گرمازا بر روی تغذیه

۲. ریخته‌گری مذاب آلومینیوم - سیلیسیم با استفاده

از غلاف استوانه‌ای عایق در اطراف تغذیه

۳. ریخته‌گری مذاب آلومینیوم - سیلیسیم با استفاده

از عایق و پودر گرمازا به‌طور مشترک در تغذیه

در پایان عملکرد هر سه روش را بررسی کنید. راندمان تغذیه در کدام حالت بهتر است.

ارزشیابی هنرجو در فصل چهارم: ذوب‌ریزی

	<p>نقشه کار: ذوب‌ریزی</p> <p>ذوب‌ریزی قالب ساخته شده به روش CO_2 با استفاده از مدل مقابل را انجام دهید.</p> <p>شاخص عملکرد: پارامترهای کیفی و کمی مذاب، پارامترهای ذوب‌ریزی، پر شدن کامل قالب</p> <p>شرایط انجام کار: انجام کار در کارگاه ریخته‌گری با روشنایی مناسب</p> <p>مواد مصرفی: مواد عایق - مواد گرمازا - غلافی</p> <p>ابزار و تجهیزات: پاتیل - بوت - ترموکوپل - کمچه و ...</p>
---	---

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	کنترل پارامترهای کیفی و کمی مذاب	۲	
۲	تنظیم ارتفاع ذوب‌ریزی	۱	
۳	ذوب‌ریزی	۲	
۴	افزودن مواد عایق	۱	
	<p>شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>۱ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار</p> <p>۲ استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش، عینک، ایمنی و ...</p> <p>۳ تمیز کردن محیط کارگاه و تفکیک ضایعات</p> <p>۴ رعایت دقت و نظم</p>	۲	
میانگین نمرات*			

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.



فصل ۵

نسوز کوبی کوره ذوب

واحد یادگیری: نسوز کوبی کوره ذوب

جداره عایق و دیرگداز کوره‌های ریخته‌گری پس از کار کردن در یک دوره زمانی بسته به جنس و درجه حرارت مذاب، تخریب شده و نیاز به نسوز کوبی مجدد دارند.

در این واحد یادگیری، انواع مواد عایق و دیرگداز مورد استفاده در دیواره کوره‌های ریخته‌گری، نحوه عایق‌گذاری دیواره کوره القایی، نوع و جنس ارت و نحوه نصب و اتصال آن، انواع خاک نسوز، مشخصات و دانه‌بندی آن‌ها، مقدار خاک نسوز مورد نیاز، نحوه کوبش خاک نسوز کف کوره، نحوه شابلون‌گذاری کوره، و ریختن خاک نسوز و ویبره کردن آن و نحوه آجر چینی کوره زمینی توضیح داده می‌شود.

استاندارد عملکرد کار

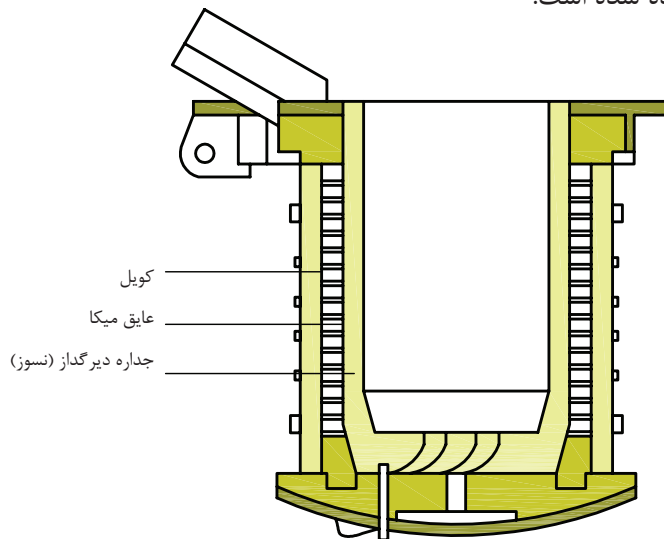
با استفاده از عایق و خاک نسوز و ابزارآلات و تجهیزات نسوز کوبی و براساس استانداردهای مرتبط نسوز کوبی کوره انجام می‌گیرد.

پیش نیاز

ذوب فلزات

واحد یادگیری: نسوز کوبی کوره ذوب

مقدمه: در فصل (۴) کتاب تولید قطعات فلزی با نحوه کار کوره القایی بدون هسته آشنا شدید. در این فصل مطالبی پیرامون جداره نسوز و طریقه نصب آن در کوره القایی بیان می‌گردد. کیفیت نصب نسوز (نسوز کوبی) بر روی افزایش تعداد ذوب گرفته شده از کوره تأثیر زیادی دارد. در شکل (۱) محل قرار گرفتن عایق و دیرگداز (نسوز) در کوره القایی نشان داده شده است.



شکل ۱

انواع عایق‌ها

مواد عایق باعث کاهش انتقال حرارت از دیواره می‌شوند و بین جداره سرد و گرم کوره قرار می‌گیرند و مانع انتقال حرارت به سمت دیواره بیرونی کوره می‌شوند. انواع مواد عایق هدایت حرارتی کمی دارند و در گروه‌های زیر طبقه بندی می‌شوند.

سیلیکات‌های کلسیم: هنگامی که ترکیبی با استحکام بسیار بالا و هدایت حرارتی کم مورد نیاز است از این عایق‌ها استفاده می‌شود (شکل ۲).

آجرهای عایق: در دیواره کوره‌هایی که هدایت حرارتی کم مورد نیاز است از این آجرهای پیش ساخته استفاده می‌شود (شکل ۳).

عایق‌های ریختنی: برای عایق کاری کویل کوره القایی از این عایق‌ها (سیمان‌ها) به شکل ملات استفاده می‌شود (شکل ۴).

الیاف‌های سرامیکی: این عایق‌ها انعطاف پذیر هستند و در دیواره کوره‌های القایی از آنها استفاده می‌شود مانند ورق میکا و آزیست (شکل ۵).

پوشش‌های سرامیکی: برای تأسیساتی که باید در برابر انتقال حرارت مقاوم باشند، مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۶)



شکل ۴- عایق های ریختنی



شکل ۳- آجرهای عایق



شکل ۲- عایق های سیلیکات کلسیمی



شکل ۶- پوشش سرامیکی



شکل ۵- الیاف های سرامیکی

جدول زیر را کامل کنید:

نوع کوره	کوره القایی	کوره آنیل گازی	کوره الکتریکی مقاومتی
نوع عایق	الیاف سرامیکی / آزبست، میکا
طریقه نصب			

فعالیت





با نظارت هنرآموز، مراحل نصب عایق کوره‌ای مطابق شکل (۷) را انجام دهید.

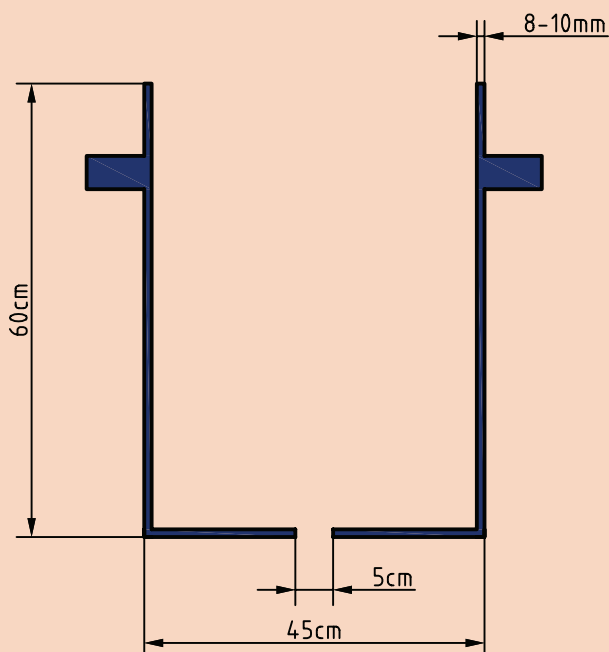
۱ ابتدا سطوح داخلی پوسته فولادی (استوانه کوره) را از وجود هرگونه آلودگی و جسم خارجی پاک کنید.

۲ مطابق محیط داخلی کوره و ارتفاع آن صفحات عایق آزیست (و یا میکا) را طوری برش بزنید که ارتفاع عایق برش خورده حدود ۸ الی ۱۰ سانتی‌متر از ارتفاع کوره بلندتر باشد.

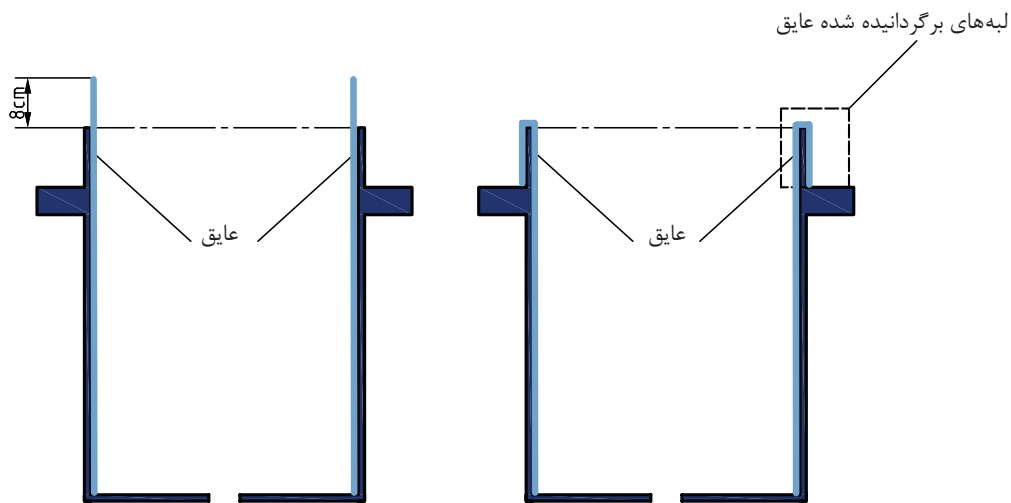
۳ عایق بریده شده را از بالا درون کوره قرار دهید به طوری که کاملاً با جداره داخلی کوره تماس داشته باشد. چنانچه عایق بریده شده یک تکه نباشد حتماً دقت شود که تکه‌های بریده شده از محل درز محیطی آنها به صورت لایه لایه کاملاً بر روی هم قرار داشته باشند و درزهایی که در راستای ارتفاع کوره هستند روی هم قرار نگیرند.

۴ برای جلوگیری از ریزش احتمالی مواد دیرگداز از لبه‌های عایق (درزها) به پشت آن، این لبه‌ها توسط چسب دیرگداز آزیستی یا سایر چسب‌های آلی کاملاً گرفته شود.

۵ جهت اطمینان از عدم ریزش هرگونه جسم خارجی به پشت لایه عایق، لبه‌های بیرون زده عایق را به صورت طولی برش زده و برگردانید. و با چسب کاغذی این لبه‌ها را بچسبانید. (شکل ۸)



شکل ۷



شکل ۸

نکته ایمنی



- ۱ در هنگام ورود به کارگاه استفاده از لباس کار الزامی است.
- ۲ جهت جلوگیری از استنشاق غبار سیلیس حتماً از ماسک تنفسی مناسب استفاده کنید.
- ۳ از دستکش مناسب استفاده کنید.
- ۴ هیچگاه ورق‌های آزبست را استنشاق نکنید، آنها سمی هستند.

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

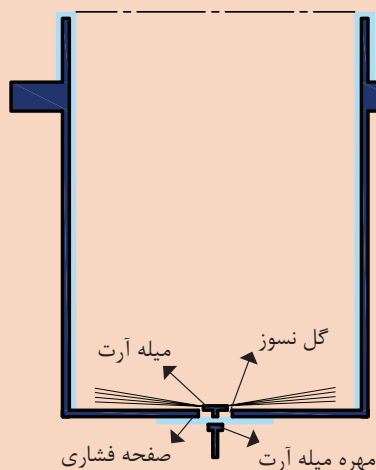
در کوره القایی برای داشتن حفاظت الکتریکی کوره و جلوگیری از برق دار شدن شارژ کوره از آنتن گذاری (سیم اتصال زمین ارت) استفاده می‌شود (شکل ۹). عدم وجود سیم ارت می‌تواند منجر به برق گرفتگی اپراتور کوره شود. سیم ارت رشته سیم‌هایی مفتولی از جنس فولاد زنگ نزن هستند که توسط یک میله فلزی به کف کوره متصل شده و از آنجا به زمین وصل می‌گردند (شکل ۱۰). این رشته سیم‌ها از درون نسوز کوره با مذاب داخل بوتله در تماس می‌باشند تا چنانچه شارژ کوره برق دار شد، خطری اپراتور کوره را تهدید نکند.



شکل ۱۰- شماتیک اتصال سیم ارت در کوره القایی



شکل ۹- آنتن کوره



شکل ۱۱

با نظارت هنرآموز، مراحل آنتن گذاری (نصب سیم ارت) کوره شکل (۱۱) را انجام دهید.

۱ ابتدا داخل، خارج و اطراف کوره را به لحاظ پاک بودن از هرگونه آلودگی و جسم خارجی بررسی نمایید و در صورت نیاز آنها را برطرف کنید.

۲ سیم اتصال زمین را از حفره کف کوره وارد کرده و پس از بستن پیچ آن، رشته‌های آن را به صورت ستاره‌ای در جهت شعاعی روی کف کوره بخوابانید.

۳ توسط خاک دیرگداز، حفره ورود سیم اتصال زمین به درون کوره را کاملاً بپوشانید.

۴ خاک دیرگداز نصب شده در محل ورود سیم اتصال زمین را با یک صفحه فشاری عایق از کف کوره مهار کنید.



- ۱ در هنگام ورود به کارگاه استفاده از لباس کار الزامی است.
- ۲ جهت جلوگیری از استنشاق غبار سیلیس حتماً از ماسک تنفسی مناسب استفاده کنید.
- ۳ از دستکش مناسب استفاده کنید



– به علائم هشداردهنده تابلو برق کوره مبنی بر وجود و یا عدم وجود ارت توجه کنید؛ کوره بدون ارت ایمن نیست.

– هرگز با کوره‌ای که سیستم اعلام هشدار آن معیوب است، کار نکنید.

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

خاک‌های نسوز عموماً در سه نوع دیرگداز سیلیسی (SiO_2)، آلومینایی (Al_2O_3) و منیزیتی (MgO) تولید و مورد استفاده قرار می‌گیرند. در (جدول ۱) مشخصات این دیرگدازها نشان داده شده است.

جدول ۱ – مشخصات سه نوع خاک نسوز سیلیسی، آلومینایی و منیزیتی

مشخصات فیزیکی	سیلیسی (کوارتز)	آلومینا (کوران‌دوم)	منیزیتی
نقطه ذوب (درجه سانتی‌گراد)	۱۷۰۰	۲۳۰۰	۲۸۰۰
دانشیه (g/cm ^۳)	۲- ۲/۲	۳/۱ - ۳/۰۵	۲/۹۵-۲/۹۷
هدایت حرارتی صفر تا ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد بر حسب ($\frac{W}{m^{\circ}K}$)	۱/۷	۲/۶	۴
ضریب انبساط صفر تا ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد ($10^{-6} \times \frac{1}{^{\circ}K}$)	۱۲/۲	۸/۲	۱۳/۸
مقاومت به شوک حرارتی	۷۱۵	۴۸۰	۳۶۵

این دیرگدازها از نظر جنس و ترکیب به سه گروه اسیدی، بازی و خنثی تقسیم می‌شوند. به عنوان مثال خاک نسوز سیلیسی خاصیت اسیدی، خاک نسوز منیزیته خاصیت بازی و خاک‌های آلومینایی خاصیتی خنثی دارند. انتخاب نوع نسوز مناسب برای کوره، بستگی به جنس مذاب و سرباره آن دارد. اگر از خاک نسوز (دیرگداز) نامناسب با توجه به نوع آلیاژ استفاده شود، خاک نسوز خیلی زود دچار خوردگی و تخریب می‌شود. در جدول (۲)، انتخاب دیرگداز مناسب با توجه به نوع مذاب نشان داده شده است.

جدول ۲- نوع دیرگداز(خاک نسوز) مناسب برای آلیاژهای مختلف

نوع دیرگداز	نوع مذاب		
	سیلیسی	آلومینایی	منیزیته
آلیاژهای آلومینیوم/چدن‌های غیرآلیاژی فولادهای ساده کربنی آلیاژهای مس/فلزات رنگین، چدن خاکستری و نشکن	مناسب	مناسب / ولی گران بوده و مقرون به صرفه نیست	نامناسب
فولادهای آلیاژی/ فولادهای نسوز/ فولادهای منگنزدار، چدن‌های پرآلیاژی	نامناسب	مناسب	مناسب

تولید کنندگان خاک نسوز، این دیرگدازها را مطابق جدول (۳) دانه‌بندی شده (مخلوطی از دانه‌های بزرگ، کوچک و متوسط) به کارخانجات ریخته‌گری ارسال می‌کنند. عموماً دانه‌بندی خاک‌های سیلیسی در محدوده صفر تا هشت میلی‌متر می‌باشد.

جدول ۳ - ترکیب دانه‌بندی نمونه‌ای از جرم نسوز سیلیسی

اندازه	۱ الی ۴ میلی‌متر	۰/۲ تا ۱ میلی‌متر	۰/۰۶ الی ۰/۲ میلی‌متر	کمتر از ۰/۰۶ میلی‌متر
درصد	۳۳٪	۳۰٪	۱۷٪	۲۰٪

– یکی از علل تخریب زود هنگام دیواره کوره، انتخاب نامناسب دیرگداز می‌تواند باشد.
– خاک نسوز حاوی ۱/۵–۰/۵ درصد چسب (اکسید بر و اسیدبوریک) برای اتصال دانه‌های آن می‌باشد.

نکته
کلیدی



ترکیب شیمیایی یک نمونه جرم سیلیسی در جدول (۴) نشان داده شده است.

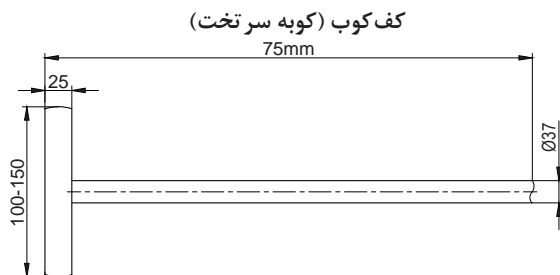
جدول ۴ - ترکیب شیمیایی جرم سیلیسی

MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂
۰/۰۴	۰/۱	۰/۲	۰/۶	۹۸/۹

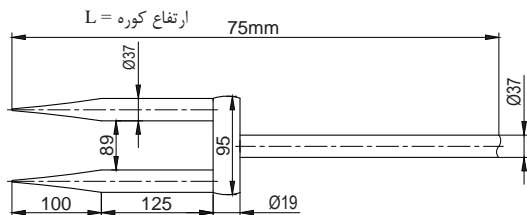
مقدار خاک مورد نیاز، مقدار کوبش و روش کوبیدن کف کوره

مقدار خاک مورد نیاز برای کف کوره به ظرفیت کوره بستگی دارد که معمولاً از طرف سازنده کوره مشخص می‌گردد ولی به طور تقریبی ارتفاع خاک مورد نیاز کف کوره ، $0/25 - 0/2$ قطر کوره در نظر گرفته می‌شود. به عنوان مثال اگر قطر کوره ۴۰ سانتی متر باشد ضخامت خاک نسوز کف در حالت کوبیده شده ۱۰-۸ سانتی متر در نظر گرفته می‌شود. کیفیت کوبش رابطه مستقیمی با عمر دیواره کوره دارد.

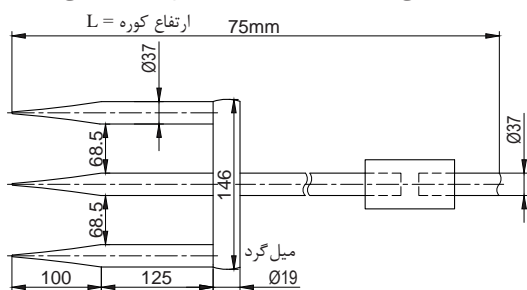
کوبیدن کف کوره با کوبه دستی: پس از نصب سیم اتصال زمین، کف کوبی آغاز می‌گردد. به این صورت که، خاک نسوز هر بار به میزان ۵ تا ۸ سانتی متر، از حداقل ارتفاع ممکن در کف کوره ریخته می‌شود و پس از تسطیح و پخش یکنواخت آن، عمل کوبش از مرکز کوره شروع می‌شود و به طور شعاعی به سمت دیواره کوره ادامه می‌یابد. شکل کوبه در این روش به صورت کوبه سرتخت و کوبه چنگالی با دستگیره‌های بلند است. مقدار کوبش هر لایه باید آن قدر ادامه یابد تا سر کوبه چنگالی بیشتر از یک سانتی متر در خاک فرو نرود. پس از اتمام خاک کوبی ۱ تا ۲ سانتی متر ارتفاع نهایی کف کوره از حالت استاندارد کوره بیشتر در نظر گرفته می‌شود این مقدار خاک اضافی در موقع تراز کردن خاک کف کوره تراشیده می‌شود تا ارتفاع خاک نسوز کف به حد مورد نظر برسد. برای کوبش خاک کف کوره علی‌رغم استفاده از کوبه دستی معمولی (چنگالی و سرتخت) از کوبه ماشینی با سرهای قابل تعویض نیز استفاده می‌شود (شکل ۱۲ و ۱۳).



کوبه چنگالی برای ضخامت دیواره کمتر از ۶۳ میلی متر



کوبه چنگالی برای ضخامت دیواره بیش از ۶۳ میلی متر



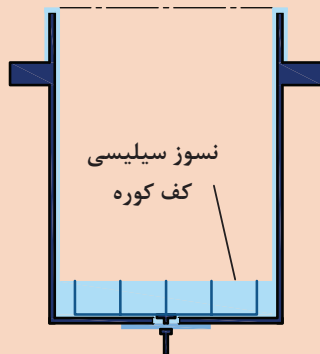
شکل ۱۴- کوبه سرتخت و چنگالی دستی



شکل ۱۲- کوبه ماشینی با سرهای قابل تعویض



شکل ۱۳- کوبیدن نسوز کف کوره با کوبه ماشینی



شکل ۱۵

با نظارت هنرآموز، ریختن خاک نسوز و کوبیدن خاک نسوز کف کوره را مطابق مراحل زیر انجام دهید. (شکل ۱۵)

- ۱ از انتهای رشته سیم‌های ارت که به صورت ستاره‌ای در کوره خوابانیده است حدود ۱۰ سانتی‌متر را در جهت ارتفاع کوره با زاویه ۹۰ درجه برگردانید.
- ۲ سپس توسط بیل یا بیلچه مقداری خاک نسوز را در کف کوره بریزید به طوری که ارتفاع خاک کف حدود ۵ سانتی‌متر شود. توجه داشته باشید خاک نسوز از حداقل ارتفاع ممکن در کف کوره ریخته شود و به همراه آن هیچ‌گونه جسم خارجی و یا زائده فلزی وارد نشود.

۳ خاک را طوری توزیع کنید که بین رشته‌های سیم ارت به طور یکنواخت

خاک وجود داشته باشد و رشته‌های سیم ارت به طور یکنواخت توزیع شوند. سپس توسط کوبه‌دستی خاک نسوز اطراف رشته‌ها را بکوبید. دقت داشته باشید سیم ارت زیر خاک مدفون نگردد و رشته‌های آن به نقاط مختلف کف کوره رسیده باشد. قسمت‌هایی از سیم آنتن (ارت) که از سطح نسوز سیلیسی کف کوره بیرون زده شده‌اند را روی سطح نسوز بخوابانید و یا توسط سیم‌چین از محل بیرون زدگی قطع کنید.

۴ مجدداً مقداری خاک نسوز در کف کوره بریزید تا ارتفاع خاک نسوز کف به حدود ۱۰ سانتی‌متر برسد. پس از پخش و تسطیح آن با استفاده از کوبه چنگالی عمل کوبش را انجام دهید. در این مرحله عمل کوبش را از مرکز کوره به صورت شعاعی شروع و به اطراف (دیواره) کوره ختم کنید. عمل کوبش تا حدی ادامه پیدا کند که سرکوبه چنگالی بیشتر از ۱ سانتی‌متر در خاک نسوز فرو نرود.

۵ ارتفاع نهایی و استاندارد خاک نسوز کف در حالت کوبیده و تراز شده باید حدود ۱۰ سانتی‌متر باشد. برای تراز کردن کف کوره، خاک نسوز کف باید حداقل ۲ سانتی‌متر از حد استاندارد (۱۰ سانتی‌متر)، بیشتر باشد. این مقدار اضافی برای تراز کردن کف کوره مورد نیاز است.

۶ پس از اتمام کوبش، کف کوره را توسط کارد تسمه و تراز، کاملاً صاف و تراز کنید و به ۱۰ سانتی‌متر برسانید.



- ۱ در هنگام ورود به کارگاه استفاده از لباس کار الزامی است.
- ۲ جهت جلوگیری از استنشاق غبار سیلیس حتماً از ماسک تنفسی مناسب استفاده کنید.
- ۳ از دستکش مناسب استفاده کنید.

مشخصات شابلون و روش شابلون گذاری

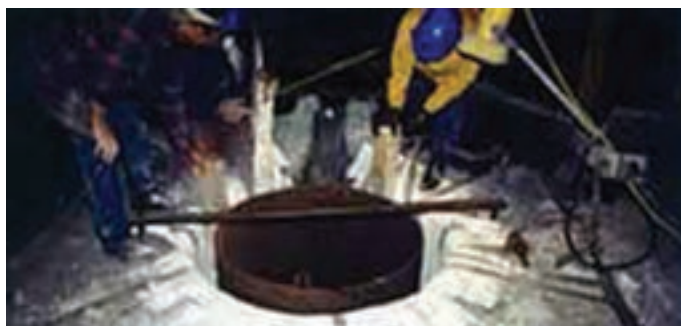
اصطلاح شابلون به ورق فولادی گفته می شود که به شکل استوانه رول شده و درزهای به هم رسیده آن جوشکاری می شود. قطر و ارتفاع شابلون ها به ابعاد استاندارد بوته کوره بستگی دارد و ضخامت ورق آن طوری انتخاب می گردد که هنگام خاک کوبی از مقاومت خوبی برخوردار باشد معمولاً ضخامت ورق شابلون ها بین ۳ تا ۱۲ میلی متر انتخاب می شود.

برای جلوگیری از اکسید شدن سطوح شابلون، آنها را در مکان های خشک، نگهداری و انبار می کنند. به طور کلی روش های شابلون گذاری به دو نوع شابلون مصرفی و شابلون غیرمصرفی تقسیم می شوند؛ در روش استفاده از شابلون مصرفی، پس از خاک کوبی، شابلون درون کوره باقیمانده و در طی مراحل بعد، ذوب می شود ولی در روش شابلون غیرمصرفی، پس از عملیات خاک کوبی، شابلون از کوره بیرون آورده می شود و در صورت عدم تغییر شکل ابعادی، برای دفعات متعدد از آن استفاده می شود. به طور کلی در صنعت بیشتر روش شابلون مصرفی مرسوم می باشد. در شکل ۱۶ انواع شابلون های مورد استفاده در کوره القایی با ظرفیت های مختلف آورده شده است.



شکل ۱۶- انواع شابلون کوره در ظرفیت های مختلف

در هنگام شابلون گذاری شابلون دقیقاً در مرکز کوره به حالت عمودی قرار داده می شود به طوری که فاصله دورتا دور شابلون تا دیواره کوره فاصله یکسانی باشد. قبل از شابلون گذاری اگر رشته سیم های ارت از سطح خاک نسوز بیرون زده باشند، ابتدا آنها را روی سطح خاک کف کوره خوابانیده و سپس شابلون را در کوره قرار می دهند. برای جلوگیری از حرکت شابلون هنگام کوبش دیواره، به وسیله چوب های گوه ای شکل از جهات مختلف شابلون مهار می شود. در شکل ۱۷ نحوه انتقال شابلون به مرکز کوره نشان داده شده است.



شکل ۱۷- انتقال شابلون به مرکز کوره



با نظارت هنرآموز، مطابق مراحل زیر نحوه قراردادن شابلون در مرکز کوره را به همراه محکم نمودن آن انجام دهید.

۱ ابتدا اطراف کوره کاملاً تمیز گردد، به طوریکه احتمال ورود هرگونه ناخالصی و جسم خارجی به شدت کاهش یابد.

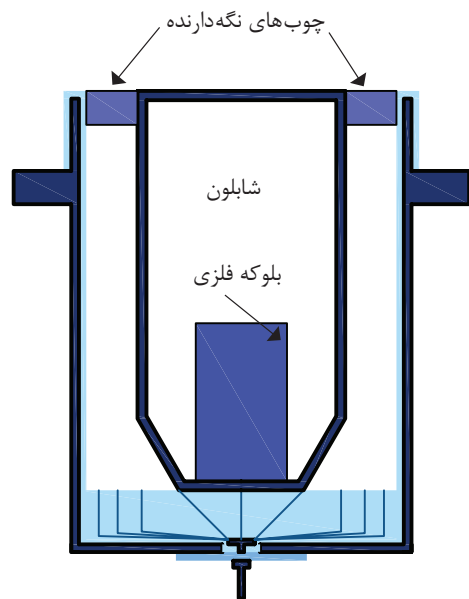
۲ شابلونی به ابعاد مشخص شده در تصویر زیر و کاملاً تمیز در دسترس قرار گیرد.

۳ رشته سیم‌های آنتن کوره که از داخل نسوز کوره بیرون زده را از محل بیرون زدگی از خاک کف، توسط سیم‌چین قطع کنید و یا روی سطح خاک کف کوره بخوابانید.

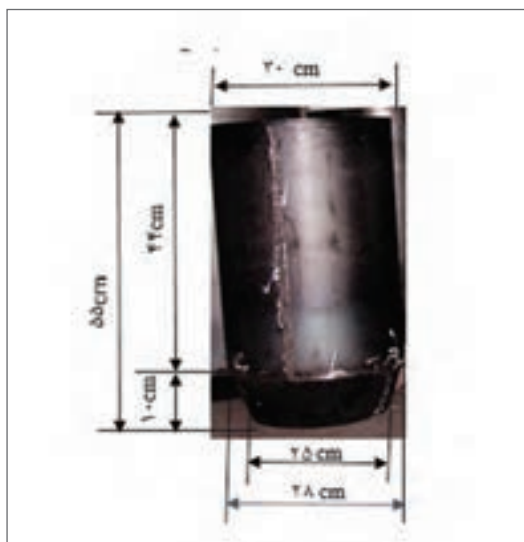
۴ سطوح خارجی شابلون را به پودر گرانیات (زغال) برای جدایش بهتر از خاک نسوز آغشته کرده و آن را از بالای کوره وارد نموده و دقیقاً در مرکز کوره قرار دهید.

۵ فاصله شابلون تا دیواره کوره را دقیقاً در جهات مختلف بوسیله پرگار فلزی تنظیم کنید.

۶ برای جلوگیری از جابه‌جایی شابلون، توسط چوب‌های گوه‌ای شکل، شابلون را از چهار طرف مهار کنید. درون شابلون اجسام سنگین فلزی قرار دهید؛ مانند یک بلوکه چدنی.



شکل ۱۸





- ۱ در هنگام ورود به کارگاه استفاده از لباس کار الزامی است.
- ۲ جهت جلوگیری از استنشاق غبار سیلیس حتماً از ماسک تنفسی مناسب استفاده کنید.
- ۳ از کفش و دستکش مناسب استفاده کنید.

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

مقدار خاک نسوز مورد نیاز به طراحی کوره و دستورالعمل شرکت سازنده آن بستگی دارد ولی مقدار تقریبی آن با توجه به نوع خاک نسوز مصرفی از روابط زیر محاسبه می گردد.

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

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

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



شکل ۱۹- نحوه کوبش دیواره کوره توسط کوبه ماشینی

M = ظرفیت کوره بر حسب تن
برای سهولت استفاده و آماده سازی خاک نسوز معمولاً خاک نسوز مصرفی در یک سینی به طول ۱ تا ۱/۵ متر، عرض ۰/۵ متر و ارتفاع ۲۰ سانتی متر ریخته می شود. در این سینی عمل هم زدن خاک نسوز به طور دستی انجام می شود. هدف از هم زدن خاک نسوز، جلوگیری از جدایش دانه بندی می باشد. خشک کردن خاک نسوز از طریق حرارت دادن سینی به وسیله مشعل های تعبیه شده در زیر آن انجام می شود.

پس از استقرار و مهار شابلون، خاک نسوز به مقدار مورد نیاز تهیه می شود و توسط قیف، بیل و یا کمچه از کمترین ارتفاع ممکن اطراف شابلون ریخته می شود. ضخامت لایه خاک ریخته شده در هر مرحله پس از تسطیح ۵ تا ۸ سانتی متر در نظر گرفته می شود. برای جلوگیری از محبوس شدن هوا در لایه های خاک نسوز، به وسیله میل گرد فولادی نوک تیز سوراخ هایی در خاک نسوز ایجاد می شود که به این عمل اصطلاحاً سیخ زدن می گویند. با سیخ زدن خاک نسوز در فواصل معین، هوا از لایه های زیرین خاک نسوز تخلیه می گردد. پس از سیخ زدن عمل کوبش با کوبه دستی (ماشینی) چنگالی آغاز می گردد (شکل ۱۹). فرد کوره کوب مرتباً دور کوره ضمن کوبش حرکت می کند با این کار نقاط مختلف خاک نسوز به طور یکسان کوبیده می شود. عمل کوبش با کوبه چنگالی تا حدی ادامه می یابد که سرکوبه چنگالی بیشتر از یک سانتی متر در خاک فرو نرود. مجدداً لایه بعدی خاک نسوز مشابه مرحله قبل ریخته می شود و پس از سیخ زدن عمل کوبش با کوبه چنگالی مشابه مرحله قبل انجام می شود. لایه های بعدی به همین طریق تا نزدیکی دهانه کوره کوبیده می شوند. برای استحکام بیشتر آخرین لایه، خاک نسوز این لایه با چسب سیلیکات سدیم مخلوط می شود و عمل کوبش با کوبه چنگالی ادامه می یابد. در پایان، عملیات خاک کوبی با استفاده از کوبه سر تخت پایان می پذیرد.

نکته



- ۱ اگر میزان رطوبت خاک نسوز بیش از ۱/۵ درصد و نزدیک ۲ درصد باشد حتماً باید درون سینی و در کمتر از ۱۰۰ درجه سانتی گراد خشک شود.
- ۲ حتماً باید از عدم وجود زائده‌های فلزی در خاک نسوز اطمینان حاصل گردد. این عمل توسط حرکت دادن آهنربا درون خاک نسوز ریخته شده در سینی انجام می‌شود.

نکته
کلیدی

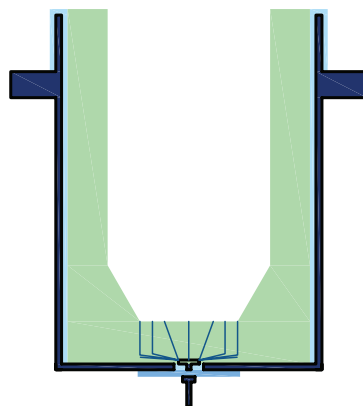


فعالیت



یکی از عوامل کاهش عمر دیواره کوره، استفاده از خاک نسوز مرطوب می باشد.

- با نظارت هنرآموز، ریختن خاک نسوز و کوبیدن دیواره را مطابق مراحل زیر انجام دهید.
- ۱ برای اتصال بهتر و یکپارچه شدن خاک دیواره با خاک کف کوره، توسط کوبه چنگالی خاک کف کوره (تاج دور شابلون) را خراش دهید.
 - ۲ خاک نسوز به ضخامت ۵ تا ۸ سانتی متر توسط قیف، بیل و یا کمچه از حداقل ارتفاع اطراف شابلون ریخته شود و سپس تسطیح گردد.
 - ۳ عمل کوبش با کوبه چنگالی به مدت ۱۲ دقیقه انجام گردد و هم‌زمان با کوبیدن دور کوره حرکت کنید.
 - ۴ مجدداً خاک نسوز به ضخامت ۵ تا ۸ سانتی متر اطراف شابلون بریزید و پس از سیخ زدن و تسطیح به مدت ۱۲ دقیقه عمل کوبش با کوبه چنگالی را انجام دهید.
 - ۵ مرحله (۴)، آن قدر تکرار شود تا به ۱۵ سانتی متری بالای شابلون برسید.
 - ۶ سپس حدود ۵ درصد چسب سیلیکات سدیم به خاک نسوز اضافه کنید و پس از مخلوط کردن کامل، عملیات کوبش را با کوبه چنگالی به مدت ۱۰ دقیقه ادامه دهید.
 - ۷ در پایان با کوبه سرتخت به مدت ۱۰ دقیقه عملیات کوبش را انجام داده و به پایان برسانید.
 - ۸ با استفاده از یک میله آهنی به آهستگی ضرباتی رفت و برگشتی به داخل شابلون در جهات مختلف وارد کنید، اصطلاحاً آن را لقی کنید و آن را از کوره خارج کنید. (شکل ۲۰) این مرحله فقط برای شابلون غیرمصرفی انجام می‌شود و برای شابلون مصرفی، شابلون در کوره باقی مانده و در طی مراحل بعدی (زنیتر) ذوب می‌شود.



شکل ۲۰



- ۱ در هنگام ورود به کارگاه استفاده از لباس کار الزامی است.
- ۲ جهت جلوگیری از استنشاق غبار سیلیس حتماً از ماسک تنفسی مناسب استفاده کنید.
- ۳ از کفش و دستکش مناسب استفاده کنید.

ویبراتور دیوار کوب و کف کوب:

در کارخانجات ذوب و ریخته‌گری برای کوبش جداره نسوز از ابزارهایی که به همین منظور طراحی و تولید شده‌اند استفاده می‌شود. این ابزارها در مقابل روش‌های دستی خاک‌کوبی از سهولت، دقت و سرعت بیشتری برخوردار هستند. طراحی این ابزارها و ماشین‌آلات به جهت ابعادی و سهولت استفاده از آنها به گونه‌ای است که برای کوره‌های با ظرفیت بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مختصری از روش کار ویبراتور دیوار کوب:

- ۱- پایه نگهدارنده (چهارچوب دروازه‌ای) بر روی کوره سوار می‌گردد.
- ۲- ویبراتور دیوار کوب سه بازویی (یا دوبازویی) به قلاب پایه نگهدارنده متصل می‌گردد (شکل ۲۲).
- ۳- ویبراتور توسط جرثقیل آن به پایین کوره هدایت می‌شود.
- ۴- بازوها باز شده و به شابلون نزدیک و تماس می‌گردند.
- ۵- مطابق جدول زیر ویبره قسمت‌های مختلف انجام می‌شود و هم‌زمان کاهش ضخامت خاک نسوز با اضافه کردن خاک نسوز جبران می‌گردد.

ظرفیت کوره	کف کوره	منطقه کونیک شابلون	دیواره برای هر گام ۱۰ سانتیمتری
۲ تا ۵ تن	۸ - ۶ دقیقه	۸ - ۳ دقیقه	۴ - ۲ دقیقه
۵ تا ۱۰ تن	۱۵ - ۸ دقیقه	۱۵ - ۸ دقیقه	۸ - ۴ دقیقه
۱۰ تا ۲۰ تن	۳۰ - ۱۵ دقیقه	۳۰ - ۱۵ دقیقه	۱۵ - ۸ دقیقه
۲۰ تا ۳۰ تن	۴۰ - ۳۰ دقیقه	۴۰ - ۳۰ دقیقه	۲۰ - ۱۵ دقیقه
۳۰ تا ۴۰ تن	۵۰ - ۴۰ دقیقه	۵۰ - ۴۰ دقیقه	۲۵ - ۲۰ دقیقه

قبل از نصب شابلون و پس از ریختن خاک نسوز کف و کوبیدن آن با کوبه دستی، با ریختن مجدد خاک‌نسوز کف و رساندن ارتفاع خاک نسوز کف به کمی بالاتر از حد استاندارد، ویبراتور کف کوب به قلاب پایه نگهدارنده متصل شده و به کف کوره هدایت می‌شود. سپس عمل ویبره کف و کوبش آن مطابق زمان‌بندی جدول فوق انجام می‌گردد. ابعاد صفحه کف کوب ویبراتور، به ظرفیت کوره و قطر آن بستگی دارد (شکل ۲۱). در شکل (۲۳ و ۲۴) شماتیک کف کوبی و دیوار کوبی نشان داده شده است.

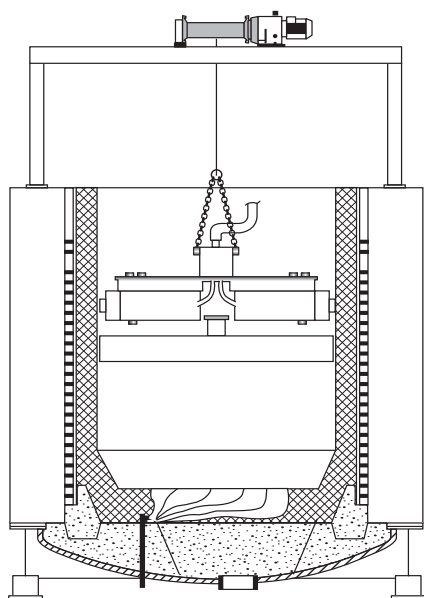




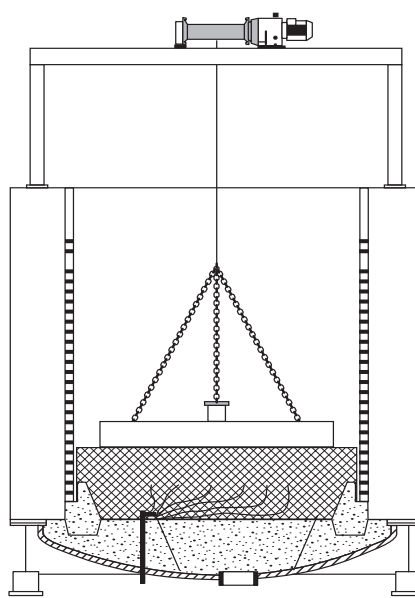
شکل ۲۲- ویبراتور دیوار کوب اتومات



شکل ۲۱- صفحه ویبراتور کف کوب به همراه ویبراتور آن



شکل ۲۴



شکل ۲۳

آجرچینی کوره بوته ای (زمینی)

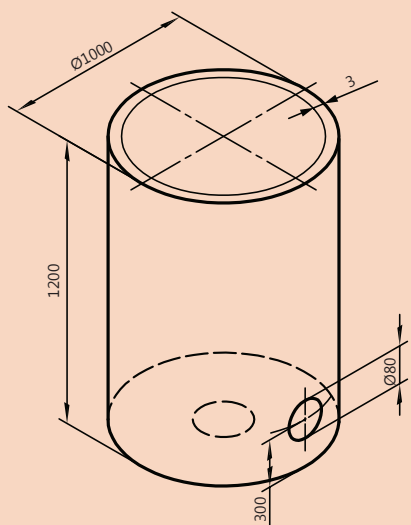
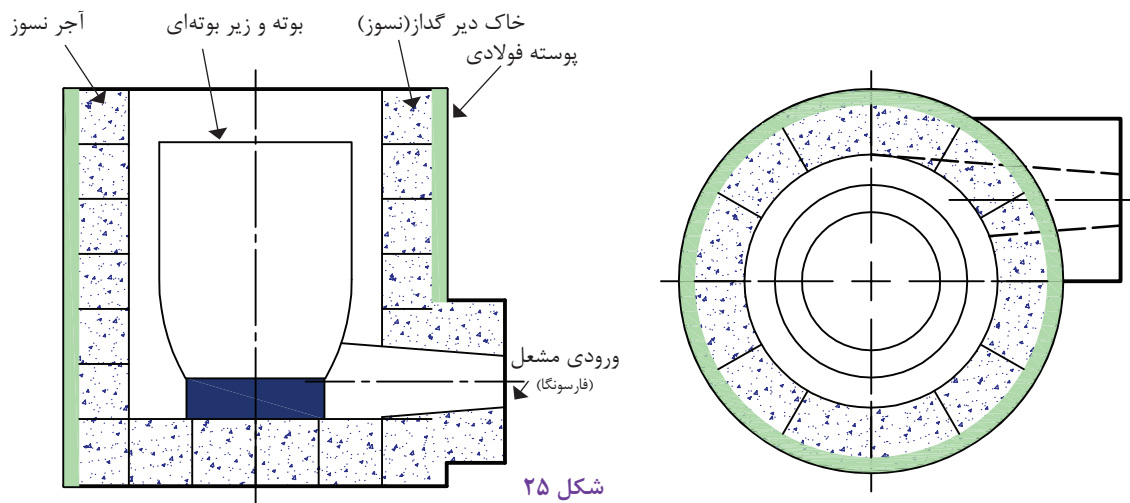
در کتاب تولید قطعات فلزی کوره بوته ای، اجزای تشکیل دهنده و روش راه اندازی آن توضیح داده شد. در این قسمت نحوه نصب دیواره دیرگاز این کوره آموزش داده خواهد شد. برای آجرچینی کوره بوته ای (زمینی) باید ابعاد و ساینز بوته کوره، ارتفاع قرارگیری بوته در مرکز کوره و محل ورود مشعل (فارسونگا) مدنظر قرار گیرد. (شکل ۲۵) **ابعاد بوته کوره:** به ظرفیت (نمره) بوته بستگی دارد و با افزایش ظرفیت بوته، ابعاد بوته با مرکز مشعل هم سطح باشد.

ارتفاع قرارگیری بوته در کوره:

بوته دقیقاً در مرکز کوره قرار می گیرد و ارتفاع بوته طوری تنظیم می شود که کف بوته با مرکز مشعل هم سطح باشد.

محل ورود مشعل (فارسونگا):

ورودی مشعل طوری تنظیم می شود که شعله بتواند به دور بوته چرخش مناسبی داشته باشد.



شکل ۲۶

با نظارت هنرآموز، مراحل نصب آجر نسوز را برای کوره‌ای مطابق شکل ۲۶ انجام دهید.

فعالیت



ظرفیت کوره	
قطر کوره (D)	۹۰ الی ۱۰۰ سانتی‌متر
ارتفاع کوره ($H = \frac{1}{2}D - \frac{1}{4}D$)	۱۲۰ سانتی‌متر
قطر ورودی فارسونگا	۵ الی ۸ سانتی‌متر
ارتفاع لوله فارسونگا از کف کوره	۳۰ سانتی‌متر
قطر سوراخ کف کوره	۳۰ الی ۴۰ سانتی‌متر (کف کوره به وسیله درب لولایی بسته شود)
ضخامت ورق کوره	۵ میلی‌متر

۱ بدنه کوره (پوسته فولادی) را توسط برس سیمی و پارچه تنظیف از هرگونه آلودگی تمیز کنید.
 ۲ با توجه به ابعاد آجرهای نسوز سیلیسی و قطر کوره، تعداد آجر نسوز مورد نیاز را محاسبه کنید و سپس آنها را در کنار کوره قرار دهید.

۳ به وسیله نخ و گچ در مرکز کوره دایره‌ای به قطر ۵۰ سانتی‌متر بکشید و یک ردیف آجر نسوز را در کف کوره به صورت درز به درز بچینید به گونه‌ای که دایره ترسیمی با قطر داخلی آجر نسوز مماس باشد.

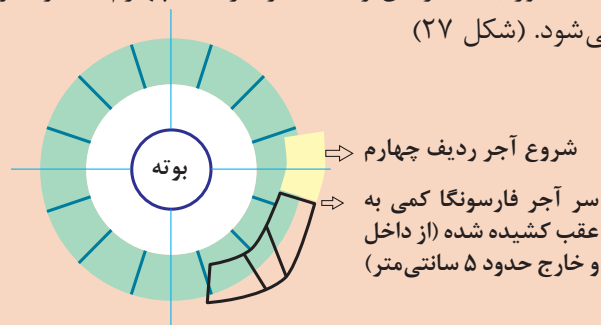
نکته: علت درز به درز چیدن آجر کوره: با ذوب شدن گوشه‌های آجرها، درزها پر شده و استحکام ساختمان کوره افزایش می‌یابد. در صورتی که مانند آجر چینی بنایی، آجر چینی صورت گیرد گوشه‌های آجر که ذوب می‌شوند روی آجر بعدی نفوذ کرده و علاوه بر کاهش استحکام ساختمان کوره، فضای کوره را تنگ‌تر می‌کند.

۴ آجرهای ردیف دوم را نیز دقیقاً روی آجرهای ردیف اول و به صورت درز به درز بچینید.
 ۵ توسط ماسه خشک، (ماسه خشک موجود در گود ماسه دان)، فضای اطراف آجرهای پایینی (فضای بین آجر و پوسته فولادی) را با ماسه خشک پر کنید. این عمل را بعد از چیدن آجرهای هر ردیف تا ردیف‌های بالایی و انتهایی تکرار کنید.

۶ آجرهای ردیف سوم را نیز دقیقاً روی آجرهای ردیف دوم و به صورت درز به درز بچینید.

نکته: به ردیف آجرهای زیر آجر فاسونگا اصطلاحاً بستر کوره می‌گویند.

۷ شروع آجر ردیف چهارم، از آجر فاسونگا انجام شود. به این صورت که آجر فاسونگا کمی بازتر (حدود ۱۰ سانتی‌متر عقب‌تر) از آجر ردیف سوم قرار داده شود و سپس آجر ردیف چهارم به صورت درز به درز چیده شود. (یک سمت کمانی آجر فاسونگا مماس با آجر ردیف سوم و سر دیگر آجر فاسونگا کمی به عقب کشیده شود. به طوری که در این ردیف آجر (ردیف چهارم) قطر خارجی کوره بزرگ‌تر از قطر ردیف‌های پایین می‌شود. (شکل ۲۷)



نکته: برای ساخت آجر فاسونگا (نشیمن‌گاه لوله فاسونگا)، روی سطح فوقانی دو آجر، شیاری نیم استوانه‌ای با زاویه ۴۵ درجه به وسیله سنگ برش ایجاد گردد که وقتی دو آجر روی هم قرار می‌گیرد یک استوانه کامل درست کند تا محل قرار گرفتن لوله فاسونگا باشد. لازم به ذکر است که آجر فاسونگا، با ابعاد و طراحی استاندارد در بازار موجود است.

۸ لوله فارسونگا را از فضای در نظر گرفته شده روی پوسته فولادی، با زاویه دار وارد کوره کرده و در محل نشیمن گاه خود که بر روی آجر فارسونگا تعبیه شده قرار دهید.



شکل ۲۸

۹ برای ردیف پنجم مجدداً از آجر فارسونگا شروع کنید و نیمه دیگر آجر فارسونگا را روی آجر پایینی قرار دهید و به صورت درز به درز آجرهای ردیف پنجم را تکمیل کنید.

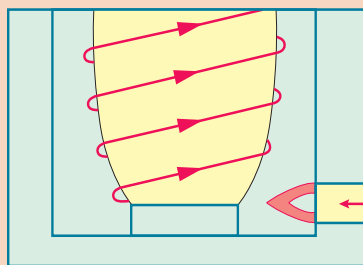
نکته: به دو ردیف بالای بستر کوره (ردیف های فارسونگا)، اصطلاحاً منطقه آتش خوار می گویند.

۱۰ از شروع ردیف ششم، اولین آجر این ردیف را کمی بسته تر (حدود ۳ سانتی متر جلوتر) قرار دهید (یک سمت کمانی آجر را مماس با آجر ردیف پایینی (ردیف ۵) و سر دیگر آن کمی به سمت داخل کوره چرخانیده شود). سپس آجرهای این ردیف را به صورت درز به درز بچینید. (از شروع ردیف ششم قطر خارجی کوره نسبت به دو ردیف قبلی (یعنی ردیف ۴ و ۵) کوچک تر خواهد شد).

۱۱ آجرهای ردیف هفتم را به صورت درز به درز ادامه دهید. با چیدن و ادامه دادن آجرهای ردیف هشتم و ردیف های بالای آن، به تدریج از قطر خارجی کوره در ردیف های بالا کم شده و به قطر بستر کوره (سه ردیف اول) برسید.

نکته: این شیوه چیدمان که باعث می شود ساختمان نهایی آجرها از حالت استوانه ای کامل به حالت خمره ای تبدیل شود، باعث نگهداری بیشتر حرارت در کوره خواهد شد و زمان ذوب گیری را کاهش خواهد داد.

۱۲ در انتها فضای پشت آخرین ردیف آجر (فضای بین آجر و پوسته فولادی) را به ارتفاع حدود ۵ تا ۱۰ سانتی متر، توسط ملات نسوز (گل نسوز) بپوشانید تا آجرها محکم گردند.



شکل ۲۹

۱۳ کف کوره را حدود ۱۵ سانتی متر ماسه بادی بریزید.

۱۴ از بوتۀ شکسته به عنوان زیر بوتۀ ای استفاده کنید و بوتۀ را در کوره قرار دهید.

نکته: ارتفاع بوتۀ در داخل کوره طوری تنظیم شود که لوله فارسونگا با کف بوتۀ هم سطح باشد. این عمل به گرم شدن، حرارت دیدن یکنواخت بوتۀ و چرخش شعله کمک می کند. (شکل ۲۹)

۱۵ فن (ونتیلاتور) را به لوله فارسونگا وصل کنید و اتصالات ورود سوخت (گاز یا مازوت) را ببندید (نمونه فن در شکل ۳۰ دیده می‌شود).



شکل ۳۰

- ۱۶ تمامی اتصالات را کنترل کنید و از صحت و ایمنی آنها مطمئن شوید.
- ۱۷ با نظارت و تأیید هنرآموز و رعایت نکات ایمنی (بدون روشن کردن فن) کوره را روشن کنید.
- ۱۸ فن کوره را روشن کنید و با نظارت هنرآموز و استاد کار چرخش شعله را کنترل کنید.

- ۱ در هنگام ورود به کارگاه استفاده از لباس کار الزامی است.
- ۲ از دستکش و ماسک تنفسی مناسب استفاده کنید.
- ۳ بوته را از نظر نداشتن ترک و فرسودگی کنترل کنید.
- ۴ اتصالات سوختی کوره را به لحاظ نشتی بررسی کنید.
- ۵ پس از پایان آجرچینی با نظارت و تأیید استاد کار و هنرآموز اقدام به روشن کردن کوره نمایید.

نکته ایمنی



ارزشیابی هنرجو در فصل پنجم: نسوز کوبی کوره ذوب

نقشه کار: نسوز کوبی کوره ذوب

نسوز کوبی ماکت کوره القایی را انجام دهید.

شاخص عملکرد: عایق گذاری، شابلون گذاری، کوبیدن خاک کف کوره و دیواره کوره

شرایط انجام کار: انجام کار در کارگاه ریخته گری با روشنایی مناسب

مواد مصرفی: خاک نسوز، عایق (آزبست و ...) و شابلون

ابزار و تجهیزات: ویبره، جرثقیل، کف کوب، ابزار کوبش خاک و ارت

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	عایق گذاری بدنه کوره	۲	
۲	آنتن (ارت) گذاری کف کوره	۱	
۳	کوبیدن خاک نسوز کف کوره	۲	
۴	قرار دادن شابلون	۲	
۵	ریختن خاک نسوز دور شابلون	۱	
۶	ویبره کردن دیواره	۱	
شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:			
۱ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲ استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش، عینک و ... ۳ تمیز کردن محیط کارگاه و تفکیک ضایعات ۴ رعایت دقت و نظم			
میانگین نمرات*			

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.



منابع و مآخذ

- فتحی، محمد حسن ۱۳۶۹، ریخته گری با قالب های دائم، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه اصفهان.
- فتحی، محمد حسن ۱۳۶۹، مواد قالب گیری برای ریخته گری، نشرارذکان، اصفهان.
- ولی نژاد، عبدالله ۱۳۸۹، جداول و استانداردهای ماشین سازی، نشر طراح، تهران.
- حجازی جلال، دوامی پرویز، نظم دار سیاوش، ۱۳۷۶، درس فنی سال سوم نظام قدیم، انتشارات کتاب های درسی ایران.
- حجازی جلال، دوامی پرویز، نظم دار سیاوش، ۱۳۷۶، درس فنی سال چهارم، انتشارات کتاب های درسی ایران.
- امامی منصور، ثقفیان لاریجانی حسن، ۱۳۹۳، اصول تکنولوژیکی ریخته گری، انتشارات کتاب های درسی ایران.
- کمیسیون تخصصی رشته متالورژی، ۱۳۹۳، آزمایشگاه متالورژی، انتشارات کتاب های درسی ایران.
- حیدر زاده آرانی، طبیب زاده و دیگران، ۱۳۹۳، کارگاه ریخته گری ۲، انتشارات کتاب های درسی ایران.
- سلیمی مراد، ۱۳۹۰، کارگاه مدل سازی، انتشارات کتاب های درسی ایران.
- ولی نژاد عبدالله، ۱۳۷۸، طراحی و ساخت قالب های دایکست، نشر طراح.
- فرزین محمود، ۱۳۷۰، ریخته گری تحت فشار.

سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب های درسی راه اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب های درسی نونگاشت، کتاب های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان ها، گروه های آموزشی و دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده اند به شرح زیر اعلام می شود.

عملیات ذوب و ریخته گری با کد ۲۱۱۵۳۲

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	رحیم رستمی	کردستان	۹	محمد مهدی حداد	همدان
۲	موسی بابازاده	آذربایجان شرقی	۱۰	فرهاد طاهرخانی	قزوین
۳	فرهاد مهدیزاده	گیلان	۱۱	ابوالفضل حسینی	مرکزی
۴	علی رضا خلیلی	فارس	۱۲	شرف الدین توماج پور	گلستان
۵	رضا حیدری	شهرتپهران	۱۳	مهدی نادعلی	خراسان رضوی
۶	حسین حسن نژاد	خراسان جنوبی	۱۴	حسینعلی حق سیرت	شهرستان های تهران
۷	مجید بلالی پور	چهارمحال وبختیاری	۱۵	مبارک محمدزاده	آذربایجان غربی
۸	سپهیل شاتوتی	کرمانشاه	۱۶	کوروش وحید حداد	خراسان شمالی