

فصل ۴

قالب‌گیری پوسته‌ای

ماهيچه سازي با ماسه رزين دار

پيشنهاده مي شود تدريس اين قسمت با مقايسه بين ماسه هاي ريخته گري آغاز شود. ابتدا تفاوت بين ماسه طبيعي و مصنوعي را ذکر کرده و از هنرجويان بخواهيد انواع ماسه هاي مصنوعي و نحوه آماده سازي آنها را شرح دهند تا مروري بر پودمان اول کتاب تغيير خواص متالورژيكي نيز باشد. به علت اينکه اکثر هنرستان ها فقط با ماسه سيليسي کار مي کنند براي شناخت و درک بهتر انواع ديگر ماسه ها، از نحوه آماده سازي و قالب گيري اين گونه ماسه ها، عكس يا فيلم براي هنرجويان نمايش داده شود. در قسمت بعدي اين پودمان، توضيحاتي در مورد ساخت ماسه رزين دار ارائه شود. (مراحل ساخت در کتاب هنرجو آمده است). پس از آن مقايسه اي بين انواع اتصالات بين ذرات قالب هاي موقت انجام شود. بهتر است با كشيدن جدولي مطابق جدول زير، هنرجويان را به بحث وارد كنيد. مي توانيد روش هاي ديگر قالب هاي موقت نيز به اين جدول اضافه نماييد.

نوع قالب	اجزاي تشكيل دهنده قالب	نحوه اتصال ذرات مواد قالب	استحكام نسبي قالب (خوب - متوسط - ضعيف)
ماسه تر	ماسه + آب + بنتونيت يا خاک رس	اتصال چسب خاكريسي	ضعيف
گچي			
CO ₂			
پوسته اي			
دقيق (دوغاب سراميكي)			

پس از بحث، هنرجويان را به کارگاه ببريد تا با ماسه رزين دار و همچنين با ساخت ماهيچه با اين گونه ماسه ها آشنا شوند.

دانش افزايي

ريخته گري در قالب هاي ماسه اي بر پايه چسب هاي آلي و شيميائي

براي ساخت قالب و ماهيچه ها گستره اي وسيع از چسب هاي آلي و شيميائي موجود است. در اكثر فرايندهاي ريخته گري حتي در قالب هاي دائمي همانند ريخته گري در قالب هاي ريژه يا ريخته گري گريز از مرکز نيز مورد استفاده قرار مي گيرد. به طور كلي اين گونه فرايندها بر حسب نوع چسب ها به سه دسته تقسيم مي شوند که انتخاب هر دسته و نوع چسب به تعداد ماهيچه و قالب هاي مورد نياز، سرعت توليد و داشتن تجهيزات بستگي دارد:

دسته اول: فرايندهاي چسب هاي رزيني بدون پخت (No_bake resin binder) ماسه (معمولاً سيليسي)، چسب و يك ماده شيميائي به عنوان کاتاليزور با يکديگر

مخلوط می‌شوند. چسب و واکنش‌دهنده فوراً شروع به واکنش می‌کنند اما با سرعتی که اجازه شکل دادن به ماسه در درون قالب و جعبه ماهیچه را بدهد تا جایی که ماسه استحکام لازم برای ریخته‌گری را پیدا کند. بهترین دما برای به عمل آوردن این گونه مخلوط ۲۰ تا ۲۵ درجه سلسیوس است اما معمولاً عمل‌آوری در دماهای بین ۱۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس انجام‌پذیر است. تفاوت زمانی میان پرکردن و تخلیه جعبه ماهیچه از مخلوط قالب‌گیری ممکن است از چند دقیقه تا چند ساعت طول بکشد که بستگی به دمای ماسه، کیفیت ماسه، نوع چسب و کاتالیزور مورد استفاده دارد. در این فرایند از چسب‌های متنوعی می‌توان استفاده کرد که چسب‌های فوران (Furan) همانند رزین‌های اوره - فرمالدئید ((urea-formaldehyde (UF) یا فنول - فرمالدئید (Cold box resin binder) از این گونه هستند. نوع کاتالیزور هم بسته به نوع رزین مورد استفاده قرار می‌گیرد که از معروف‌ترین آنها فسفریک اسید است. نسبت مخلوط‌شونده‌ها در این فرایند بستگی به کیفیت ماسه دارد.

دسته دوم: فرایندهای چسب‌های رزینی جعبه سرد (Cold box resin binder) شباهت این دسته با دسته قبل در دمای عملیات است که همان دمای محیط می‌باشد اما تفاوت آن صرف نظر از ترکیب مخلوط، استفاده از دمش گاز به عنوان سخت‌کننده مخلوط قالب‌گیری است. بیشتر از ماسه سیلیسی استفاده می‌شود اما می‌توان از نمونه‌های کرومیتی و زیرکنی نیز بهره جست. فرایندهای موجود در این گروه نیز همانند گروه اول بر اساس چسب‌های به کار رفته تقسیم‌بندی می‌گردد. فرایند جعبه سرد اورتان فنولی ((Phenolic urethane cold box (PUCB) نمونه‌ای از این گروه است. در این مورد چسب از دو قسمت تشکیل می‌شود بخش اول شامل رزین فنول و قسمت دوم پلی‌ایزوسیانات (polyisocyanate) است که در اینجا به نسبت مساوی هستند. پس از مخلوط کردن این چسب با ماسه، گاز آمین (Amine) درون آن دمیده می‌شود.

دسته سوم: فرایندهای چسب‌های رزینی گرماسخت (Heat-cured resin binder) در این روش ماسه و چسب مخلوط شده در تماس با مدل یا درون جعبه ماهیچه پیش گرم شده قرار می‌گیرند. گرما باعث فعال کردن کاتالیزور موجود در چسب می‌شود و در نهایت منجر به عمل آوردن چسب می‌گردد. جعبه ماهیچه و مدل‌ها باید از فلز ساخته شوند که معمولاً از جنس چدن خاکستری هستند. سطوح کاری جعبه ماهیچه به طور معمول تا ۲۵۰ درجه سلسیوس گرم می‌شوند و دمای بالاتر شاید منجر به سوختگی چسب گردد. ماسه هدایت حرارتی ضعیفی دارد بنابراین مشکل است که پوسته‌های ضخیمی از ماسه به‌طور سریع و کامل ایجاد شود. معمولاً رزین نوولاک فنولوئیک (Phenolic novolak) و فنول - فرمالدئید و همچنین کاتالیست هگزامین در این دسته کاربرد زیادی دارند. از مهم‌ترین فرایندهایی که

در این گروه قرار دارد می‌توان به فرایند جعبه داغ (Hot_box process)، جعبه گرم (Warm_box process) و فرایند پوسته‌ای (Shell or Croning process) اشاره کرد.

فعالیت عملی



آشنایی با ماسه رزین دار

هدف از این فعالیت کار با ماسه رزین دار (چراغی) است تا هنرجو علاوه بر آشنایی اجمالی با این نوع ماسه، یک مقایسه مختصر با ماسه‌های دیگر نظیر ماسه طبیعی داشته باشد.

توجه: ماسه مورد استفاده در پروسه ریخته‌گری پوسته‌ای بسیار دانه ریزتر از ریخته‌گری در قالب‌های ماسه‌ای تر است.
روند این فعالیت به این شرح است:

ابتدا در کارگاه با استفاده از ماسه رزین دار روند ساخت یک ماهیچه را در حضور همه هنرجویان ارائه دهید. از شرایط و نحوه کار با ماسه رزین دار برای هنرجویان توضیح دهید. حتماً درباره محدودیت نوع جنس جعبه ماهیچه و مدل‌های صفحه‌ای که در فرایند ریخته‌گری پوسته‌ای به کار می‌رود صحبت شود. سپس هنرجویان را به گروه‌های چند نفری تقسیم‌بندی نمایید. هر گروه باید ماهیچه‌ای را با یک جعبه ماهیچه آماده کنند. برای اینکه در آخر قرار است یک مقایسه‌ای بین ماهیچه‌ها انجام شود، بهتر است شکل جعبه ماهیچه‌ها همه به یک شکل باشند. بر اساس تعداد هنرجویان، گروه‌ها باید از مواد زیر برای ساخت ماهیچه استفاده کنند:

۱ ماسه تر

۲ ماسه CO_2

۳ ماسه رزین دار

۴ گچ

(دقت شود جعبه ماهیچه‌ای که برای ساخت ماهیچه با استفاده از ماسه رزین دار به کار می‌رود باید فلزی باشد.)

پس از ساخت ماهیچه‌ها و کنار هم قرار دادن آنها، از هنرجویان بخواهید با توجه به نوع مواد ماهیچه به سؤالات زیر پاسخ دهند:

■ برای ساخت کدام ماهیچه، جنس جعبه ماهیچه یک نوع محدودیت حساب می‌شود؟

■ برای ساخت کدام ماهیچه، وجود حرارت برای فعال شدن چسب موجود در ماسه الزامی است؟

■ کدام ماهیچه کیفیت سطح بهتری را دارد؟
■ ساخت کدام ماهیچه هزینه بیشتری را در بردارد؟
■ کدام ماهیچه‌ها کمترین و بیشترین استحکام را دارا هستند؟
پس از دریافت جواب پرسش‌ها و دلایل آنها به تشریح هر سؤال و جواب آنها بپردازید.

نکته



هنگام استفاده از ماسه رزین‌دار و گچ دقت داشته باشید که این مواد با ماسه‌کارگاهی موجود در چاله ماسه مخلوط نشود.

نکته ایمنی



رعایت کلیه نکات ایمنی و بهداشتی هنگام قالب‌گیری، ذوب، بارریزی و جابه‌جایی لازم است، همچنین استفاده از ماسک و دستکش نسوز الزامی است.

دانش‌افزایی

رزین‌هایی همانند رزین فنل فرمالدئید در ساخت ماسه رزین‌دار به عنوان چسب استفاده می‌شود. شکل رزین ممکن است به صورت مایع یا به صورت پولک‌های جامد که در مراحل بعدی می‌تواند به صورت پودر در آید، وجود دارد. رزین مایع در فرایند پوشش هوای گرم و رزین‌های جامد در فرایند پوشش داغ در ساخت ماسه رزین‌دار مورد استفاده قرار می‌گیرد. در هر صورت بعد از تکمیل ساخت ماسه چراغی، ذوب شدن رزین در اثر حرارت باعث چسبیدن ماسه به یکدیگر می‌شود. رزین جامد باید سه خصوصیت اصلی داشته باشد تا به عنوان یک رزین قابل قبول مورد استفاده قرار گیرد:

۱) دمای نرمی (softening points)

۲) نرخ روانی (flow rate)

۳) اندازه ذرات (particle size)

پارامترهای مهم برای رزین مایع نیز شامل شفافیت رزین، مقدار pH رزین و وزن مخصوص است.

نکته



علاوه بر رزین از هگزامین و یک روان‌ساز نیز در ساخت ماسه رزین‌دار استفاده می‌شود. هگزامین نقش کاتالیزور را بر عهده دارد و کلسیم استئارات نیز در نقش روان‌ساز ظاهر می‌شود.



آشنایی با رزین فنل فرمالدئید و ساخت ماسه رزین دار

برای درک معنی رزین در ماسه چراغی بهتر است هنرجو از نزدیک و قبل از مخلوط شدن با ماسه با رزین فنل فرمالدئید آشنا شود. هنرآموز در این قسمت باید در محیط کارگاه در حضور هنرجو مقدار بسیار کمی رزین فنل فرمالدئید را خرد و الک کند. سپس رزین را با شعله یا هر وسیله دیگر حرارت دهید تا هنرجویان اثر گرما بر رزین فنل فرمالدئید را مشاهده کنند.

در مرحله بعد مقداری ماسه سیلیسی با مش ۹۰ وزن کنید. مقدار حداکثر ۱۰ درصد وزنی ماسه، رزین فنل فرمالدئید پودر شده را با ماسه مخلوط کنید. بعد از آنکه ماسه همگن به دست آمد هنرجویان را به گروه‌های چند نفری تقسیم‌بندی کنید. هر گروه یک زیر درجه آلومینیومی را انتخاب کند و حرارت دهند. وقتی درجه حرارت به حدود ۲۵۰ درجه سلسیوس رسید حرارت دادن را متوقف کنند. سپس ماسه ساخته شده را روی صفحه داغ شده بپاشند و هنگامی که ضخامت به ۲ سانتی‌متر رسید سطح ماسه نیز با شعله حرارت دهند تا ماسه محکم شود. پس از خنک شدن صفحه زیر درجه پوسته را جدا کنند و هر گروه موظف است این آزمایش را در قالب یک گزارش کار تحویل دهد.

قالب‌گیری با ماسه رزین دار

در قسمت قبل هنرجویان با ماسه رزین دار آشنا شده‌اند در این قسمت باید با نوع مدل‌هایی که در این پروسه مورد استفاده قرار می‌گیرد آشنا شوند. ابتدا ویژگی‌های مدل‌هایی که در قالب‌گیری پوسته‌ای به کار می‌روند را برای هنرجویان تشریح کنید. برای آنها توضیح دهید چه روش‌هایی برای این نوع قالب‌گیری وجود دارد. سپس در جهت تکمیل روش‌های قالب‌گیری پوسته‌ای از روش مخزن جعبه‌ای صحبت بیشتری به میان آورید. چون از بین دو روش این پروسه، روش مخزن جعبه‌ای تنها روشی است که می‌توان آن را در هنرستان انجام داد.

روش مخزن جعبه‌ای

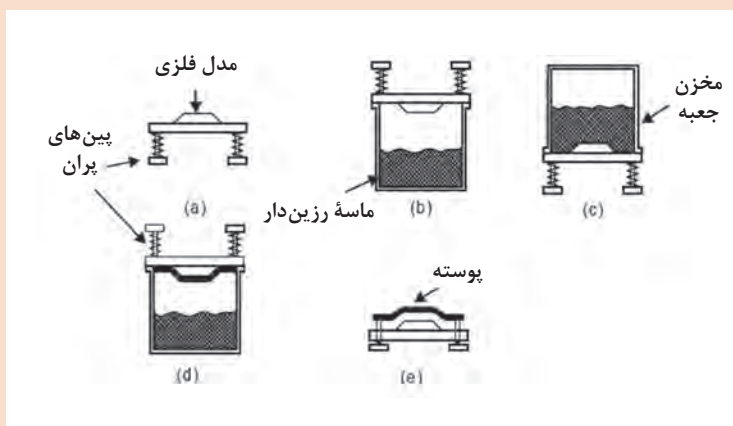
این روش بسیار ساده است. صفحه مدل گرم شده روی مخزن ماسه قرار می‌گیرد و پس از محکم شدن صفحه به مخزن، کل مجموعه یک گردش ۱۸۰ درجه‌ای پیدا می‌کند. بنابراین ماسه روی صفحه مدل ریخته می‌شود تا پوسته اولیه شکل پیدا کند. بعد از دقایقی دوباره مجموع مخزن و صفحه مدل به حالت اولیه برمی‌گردد و ماسه‌های اضافی به مخزن برمی‌گردد. پس از برداشتن صفحه مدل از مخزن، پوسته را از مدل جدا می‌کنند.

فصل چهارم: قالب‌گیری پوسته‌ای

پس از آن در کارگاه ساخت، با کمک هنرجویان مراحل ساخت مخزن جعبه‌ای را انجام دهید.

دانش‌افزایی

به‌طور کلی ابداع روش مخزن جعبه‌ای به این دلیل بود تا درجه‌ای اطراف مدل صفحه‌ای قرار گیرد تا کار نگهداری ماسه روی صفحه مدل را انجام دهد. چون مدل فلزی دمای بالایی دارد این کار به راحتی نیز انجام نمی‌گیرد. از طرفی یکنواختی پاشش ماسه روی صفحه مدل نیز دلیلی برای اختراع این روش شد.



ماشین‌های نیمه‌اتوماتیک و تمام‌اتوماتیک متفاوتی براساس روش مخزن جعبه‌ای برای قالب‌گیری پوسته‌ای طراحی شده است که دقت، سرعت و ایمنی را افزایش داده است و معمولاً این ماشین‌ها با توجه به اندازه صفحه مدل در ظرفیت‌های متفاوت ساخته می‌شوند.





ساخت مخزن جعبه‌ای

- ۱ مخزن ماسه‌ای باید با توجه به ابعاد صفحه مدل ساخته شود. توصیه می‌شود در این فعالیت از یک لنگه درجه قالب‌گیری در کارگاه استفاده کنید.
- ۲ کف مخزن را با استفاده از ورق ببندید. که به صورت میخ پرچ باشد.
- ۳ سطوح درونی درجه (مخزن) را با گچ به صورت شیب‌دار پر کنید تا زائده‌های درجه مانع از ریزش ماسه نشود.
- ۴ جهت راحت چرخاندن مخزن ماسه روی صفحه مدل دو طرف مخزن را مانند شکل زیر طراحی کنید.

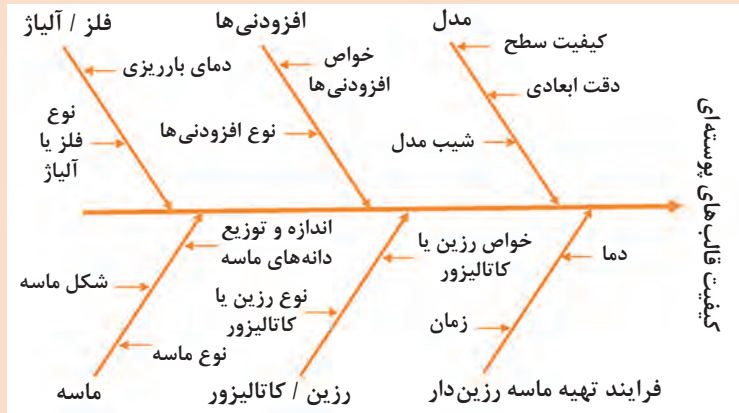


در کارگاه‌های هنرستان بهتر است مدل صفحه‌ای را پس از حرارت دادن روی مخزن با استفاده از گیره دستی محکم کنید.

توجه



پارامترهای مؤثر در کیفیت قالب‌های پوسته‌ای شامل موارد زیر است:



قالب‌های پوسته‌ای معمولاً خط جدایش افقی دارند هر چند قالب‌های پوسته‌ای با خط جدایش عمودی نیز قابل استفاده هستند. به کار بردن ماسه پشت‌بند هم برای قالب‌های پوسته‌ای توصیه می‌شود. به این علت که دیواره‌های قالب نسبتاً صاف و هموار هستند می‌توان انتظار تولید قطعه‌هایی با گوشه‌های تیز و قسمت‌های نازک را داشت.

سیستم راهگامی نیز جزء لاینفک پوسته می‌باشد که معمولاً روی صفحه مدل طراحی می‌شود. برای این فرایند معمولاً تغذیه لزومی ندارد و کار تغذیه بر عهده سیستم راهگامی است.

پرسش: قالب‌گیری پوسته‌ای در گروه قالب‌های موقت قرار می‌گیرد یا دائمی؟ چرا؟

جواب: قالب‌گیری پوسته‌ای در گروه قالب‌های موقت قرار می‌گیرد زیرا پس از دوبریزی و خارج کردن قطعه امکان استفاده مجدد از قالب وجود ندارد.

پرسش: در مخلوط ماسه قالب‌گیری پوسته‌ای برای ریخته‌گری اکثر فولادها، درصد ماسه زیرکنی بیشتر از درصد ماسه سیلیسی است. علت این امر چیست؟
جواب: درجه دیرگدازی ماسه زیرکنی بیشتر از ماسه سیلیسی است با توجه به درجه حرارت بالای فولاد مذاب استفاده بیشتر از ماسه زیرکنی در مخلوط ماسه قالب‌گیری پوسته‌ای سفارش می‌شود.





ساخت قالب‌های پوسته‌ای

در این فعالیت عملی باید به تعداد گروه‌های هنرجو مدل صفحه‌ای برای کار در کارگاه وجود داشته باشد. باید توجه کرد چون این فعالیت بر اساس روش مخزن جعبه‌ای است حتماً صفحه مدل‌ها متناسب با مخزن جعبه باشد.

هنرجویان را در گروه‌های دو یا چند نفری تقسیم‌بندی کنید. به هر گروه یک صفحه مدل داده شود. هنرجویان موظف‌اند با استفاده از مشعل یا هر وسیله دیگر صفحه مدل را گرم کنند. زمانی که صفحه مدل به دمایی بین ۲۵۰ تا ۳۰۰ درجه سلسیوس رسید، مدل را روی مخزن جعبه‌ای متناسب که قبلاً از ماسه رزین‌دار پر شده باشد، قرار دهند.

توجه



می‌توان قبل از قرار دادن صفحه مدل روی مخزن جعبه‌ای، صفحه مدل را با روغن‌های صنعتی آغشته کنند تا عمل جدا شدن پوسته از صفحه مدل به راحتی امکان پذیر گردد.

هنرجویان بهتر است صفحه مدل را با گیره به مخزن محکم کنند و تا در هنگام چرخش ۱۸۰ درجه‌ای مخزن مشکلی به وجود نیاید. پس از حدود دو الی سه دقیقه از چرخش مجموعه صفحه مدل و جعبه، آن را به حالت اول برگردانند و صفحه مدل را از مخزن جدا کنند. چند ضربه به پشت صفحه مدل وارد شود تا پوسته جدا گردد. نیمه دیگر پوسته هم بر همین منوال گرفته شود. پس از آماده شدن دو پوسته با چسب آنها را به هم بچسبانند تا قالب برای ذوب‌ریزی آماده شود. حتماً از ماسه پشت‌بند برای قالب‌گیری استفاده شود. این فعالیت در راستای فعالیت کتاب قالب‌گیری و آلیاژسازی است. هنرآموزان می‌توانند جهت کسب اطلاعات بیشتر به فعالیت شماره ۴ کتاب کارگاه ریخته‌گری ۲ مراجعه کنند.

نکته



هنگام استفاده از ماسه رزین‌دار و گچ دقت داشته باشید که این مواد با ماسه کارگاهی موجود در چاله ماسه مخلوط نشود.

نکته ایمنی



رعایت کلیه نکات ایمنی و بهداشتی هنگام قالب‌گیری، ذوب، بارریزی و جابه‌جایی لازم است، همچنین استفاده از ماسک، دستکش نسوز الزامی است.