

پودمان ۲

ساخت مدل فومی



واحد یادگیری

ساخت مدل فومی

مقدمه

یکی از انواع مدل‌های مورد استفاده در مراحل قالب‌گیری، مدل فومی است. در این واحد یادگیری فوم و انواع آن، تبدیل نقشه مکانیکی به مدل‌سازی فومی، ترسیم نقشه مدل‌سازی روی فوم یا شابلون مناسب، برش‌کاری فوم، مونتاژ مدل و سیستم راهگامی، قوس‌کاری و کنترل کیفی مدل فومی نهایی توضیح داده می‌شود.

استاندارد عملکرد

با استفاده از نقشه مکانیکی و مواد اولیه لازم و ابزارآلات، نقشه مدل‌سازی براساس استانداردهای مرتبط تهیه و مدل فومی ساخته می‌شود.

پیش‌نیاز

تبدیل نقشه مکانیکی به مدل‌سازی

مقدمه

ورود به عرصه‌های نوین رقابت در بازارهای امروزی نیازمند به‌کارگیری تکنولوژی‌های مدرن در زمینه‌های مختلف صنعتی می‌باشد. با پیشرفت تکنولوژی، دستیابی سریع‌تر، آسان‌تر و کم هزینه‌تر به قطعات سالم در فرایند ریخته‌گری میسر شده است. از آنجا که همواره یکی از محدودیت‌های طراحی یک قطعه پیچیده، عدم قابلیت تولید آن با فرایند ریخته‌گری می‌باشد، لذا استفاده از روش‌ها و تکنیک‌هایی که این محدودیت‌ها را برطرف نمایند بسیار سودمند خواهد بود. یکی از این روش‌ها که محدودیت‌های بسیاری را در بخش طراحی و ساخت مدل از بین برده، به‌کارگیری موادی با دمای ذوب و تبخیر بسیار پایین، جهت ساخت مدل‌های ریخته‌گری می‌باشد، (به‌گونه‌ای که خارج کردن مدل از قالب لزومی نداشته باشد). ایده استفاده از فوم برای ساخت این دسته از مدل‌ها که به مدل‌های ذوب شونده (یک‌بار مصرف) نیز معروف شده‌اند، اولین بار توسط آقای رویر در سال ۱۹۵۸ ارائه گردید. این اختراع توسط کمپانی گرونزوی و هارتمان (grunzweiy & hartmann) خریداری و پس از توسعه برای تولید صنعتی مورد استفاده قرار گرفت، در دهه‌های اخیر استفاده از مدل‌های ذوب شونده رشد گسترده‌ای به ویژه در میان کارخانه‌های پیشرفته تولید قطعات خودرو داشته است.

مهم‌ترین مزایا و محدودیت‌های مدل‌های مصرف شدنی در مقایسه با مدل‌های دائمی:

- ۱ حذف سطح جدایش و قابلیت تولید قطعات پیچیده و سهولت تولید قطعات با شیب‌های منفی
- ۲ فرایند قالب‌گیری بسیار ساده‌تر
- ۳ افزایش دقت ابعادی (ناشی از حذف شیب و سطح جدایش و کاهش در مقدار اضافه تراش مدل‌سازی)
- ۴ ساده، سریع و ارزان بودن ساخت مدل‌های ذوب شونده که اکثر از جنس پلاستوفوم می‌باشند.
- ۵ داشتن توجیه اقتصادی برای تولید قطعاتی که به‌صورت تک‌ریزی مدل‌سازی می‌شوند.
- ۶ صرفه‌جویی در مواد اولیه ساخت مدل (به دلیل ارزان‌تر بودن فوم و تجهیزات ساخت مدل فومی نسبت به چوب یا فلز)
- ۷ عدم از دست دادن دقت ابعادی مدل‌ها در اثر استفاده مکرر (به دلیل یک‌بار مصرف بودن آنها)
- ۸ حذف محدودیت ابعادی و شکل، برای مدل

محدودیت:

- ۱ بالا بودن هزینه مواد مصرفی و دستمزد مدل‌ساز در خط تولید قطعات یک شکل (سری‌کاری)
- ۲ محدودیت در ضخامت کمتر از ۵ میلی‌متر در فرایند قالب پر (برای ریخته‌گری فلزاتی با نقطه ذوب پایین)
- ۳ نیاز به ساخت شابلون جهت داشتن برش‌هایی با سطح صیقلی در حالت برش دستی
- ۴ نرم بودن سطح و حساسیت بالا به خراشیدگی

قالب‌گیری مدل‌های فومی به دو صورت ماسه با چسب سیلیکات سدیم (CO_2) و ماسه خشک بدون چسب انجام می‌گیرد، در حالت اول مدل همانند مدل دائمی درون درجه قرار گرفته، ماسه را در اطراف آن ریخته و باقی عملیات قالب‌گیری CO_2 ، روی آن صورت می‌گیرد. در حالت دوم مدل را در چند مرحله توسط دوغاب سرامیک پوشش داده و پس از خشک شدن پوشش، مجموعه درون درجه قرار گرفته و اطراف آن توسط ماسه خشک بدون چسب پر می‌شود.

نکته



به چه موادی فوم گفته می‌شود؟

فوم‌ها در انواع گوناگونی وجود دارند. از جمله آنها می‌توان به فوم‌های پلی‌اتیلنی، پلی‌یورتانی و فوم پلی‌استیرین یونولیت، اشاره نمود.

۱ پلی‌اتیلن یا پلی‌اتن یکی از ساده‌ترین و ارزان‌ترین نوع فوم‌ها است. پلی‌اتیلن جامدی مومی و غیرفعال است. این ماده از پلیمریزاسیون اتیلن به دست می‌آید. فوم پلی‌اتیلن ترکیبی است از پلی‌اتیلن فشرده و حباب‌های ریز هوا. این فوم در دمای ۳۵- تا ۹۰+ درجه سانتی‌گراد قابل استفاده بوده و در مقابل عوامل مخرب شیمیایی و فرساینده محیطی مقاوم می‌باشد. (شکل ۱)

۲ الاستومرهای پلی‌یورتانی خانواده‌ای از کopolymerهای توده‌ای بخش شده می‌باشند که کاربردهای ویژه‌ای در زمینه‌های گوناگون صنعتی و پزشکی پیدا کرده‌اند. اولین پلی‌یورتان، از واکنش دی‌ایز و سیانات آلیفاتیک با دی‌آمین به دست آمده است. به‌طور کلی فوم‌های پلی‌یورتان را می‌توان به ۳ دسته فوم‌های نرم، فوم‌های نیمه‌نرم، فوم‌های سخت تقسیم‌بندی کرد که این تقسیمات براساس چگالی (فشردگی) فوم صورت گرفته است. (شکل ۲)

۳ یونولیت یا پلاستوفوم ماده‌ای سفید رنگ و عایق رطوبت و صدا است که اولین بار توسط آلمان نازی در جنگ جهانی دوم برای ساخت پل‌های شناور روی آب ساخته شد. فوم پلی‌استیرین یکی از فراورده‌های صنایع پتروشیمی بوده و شکل ظاهری آن از بلورهای ریز تشکیل شده است که در مجاورت فشار و بخار منبسط می‌گردد (شکل ۳).

از بین انواع فوم ذکر شده، برای ساخت مدل‌های ریخته‌گری، بیشتر از فوم پلی‌استیرین (یونولیت) استفاده می‌شود. از دلایل این انتخاب می‌توان به مواردی نظیر در دسترس بودن، شکل‌پذیری عالی، وزن کم، عدم حساسیت به جذب رطوبت، اتصال آسان بخش‌های مختلف مدل و سیستم راهگامی، قیمت کم، دمای ذوب و تبخیر پایین، سرعت بالای ساخت مدل با یونولیت اشاره کرد.



شکل ۳



شکل ۲



شکل ۱

پلاستوفوم (یونولیت)

پلاستوفوم‌ها مورد استفاده در مدل‌سازی بسته به سفارش مشتری، اندازه و میزان پیچیدگی شکل مدل، با چگالی‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرند، که معمولاً این میزان چگالی از ۱۲ الی ۱۵ کیلوگرم در هر متر مکعب متغیر خواهد بود. بالا رفتن چگالی یونولیت، منجر به داشتن برش‌های دقیق‌تر و سطح کار تمیزتری خواهد شد. اما سرعت برش در این حالت کاهش پیدا کرده و برش‌کاری از حساسیت بیشتری برخوردار می‌شود. در کل می‌توان گفت: در میان مواد اولیه ساخت مدل‌های ریخته‌گری، پلاستوفوم‌ها به نسبت، موادی بسیار نرم بوده و حساسیت بالایی نسبت به حرارت دارند، لذا انجام هرگونه برش و تغییر شکلی در آنها بسیار ساده و آسان

خواهد بود، اما داشتن سطح برشی کاملاً صیقلی با کمترین خطا در اندازه، که منجر به کاهش هزینه و زمان ماشین کاری و همین طور داشتن قطعه ریخته‌گری شده دقیق با کمترین مقدار اضافه تراش می‌شود، نیازمند به‌کارگیری تکنیک‌ها و روش‌های پیچیده‌تر و حساس‌تری نسبت به برش کاری در مدل‌های فلزی یا چوبی می‌باشد، چرا که سطوح برش در مدل‌های فلزی و چوبی را می‌توان با دقت و با ابزارهایی که درصد خطا در آنها پایین می‌باشد، میکرون به میکرون تراش داده تا به ابعاد دلخواه برسند، مضاف بر این مسئله، چنانچه مشکلی به‌وجود آید می‌توان اثرات آن را توسط بتونه از بین برد، ولی یونولیت را باید با همان برش اول به سطح صاف و صیقلی نهایی رساند در غیراین صورت مدلی که تولید می‌شود یا بخشی که مونتاژ شده است، به طور کامل، غیر قابل قبول بوده و نمی‌تواند به عنوان یک مدل ریخته‌گری مورد استفاده قرار گیرد. مدل نشان داده شده در شکل زیر به علت اختلاف اندازه یک سانتی‌متری در تقارن مرکز به مرکز سوراخ مدل معیوب بوده و قابل قبول نمی‌باشد.

تحقیق کنید



در قالب گروه تحقیقاتی خود، بررسی نمایید که به چه منظور از شابلون در برش کاری مدل‌های یونولیتی استفاده می‌شود و چه فاکتورهایی در انتخاب جنس شابلون‌ها مؤثر است.



شکل ۶



شکل ۵



شکل ۴

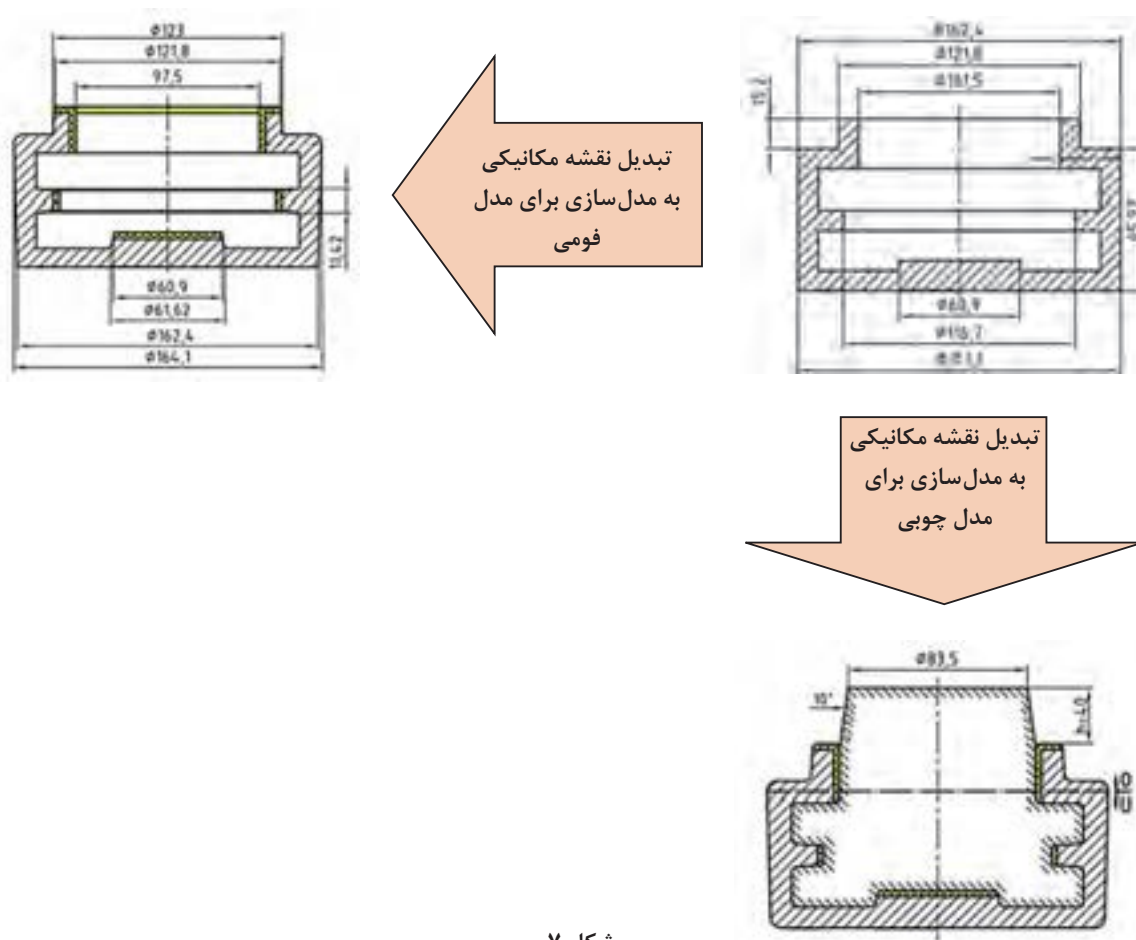
مراحل ساخت یک مدل یونولیتی (پلاستوفوم)

- ۱ تبدیل نقشه مکانیکی به مدل سازی فومی
- ۲ ترسیم نقشه مدل سازی روی سطح فوم یا شابلون مناسب
- ۳ برش کاری فوم
- ۴ مونتاژ مدل و سیستم راهگاهی
- ۵ قوس کاری و کنترل کیفی مدل نهایی

۱- تبدیل نقشه مکانیکی به مدل سازی: مدل‌های فومی نیز همانند دیگر مدل‌ها (چوبی، فلزی) می‌بایست با استفاده از نقشه دقیقی که از روی نقشه مکانیکی قطعه نهایی با توجه به اصول طراحی مدل سازی رسم شده است، ساخته شوند.

با توجه به اینکه در ترسیم نقشه مدل سازی مدل‌های فومی، نیازی به در نظر گرفتن جهت خروج از قالب (سطح جدایش)، شیب مدل سازی و همین طور نیازی به ماهیچه و قالب ماهیچه نمی‌باشد لذا قطعاً تفاوت‌هایی در اصول ترسیم نقشه مدل سازی فومی نسبت به نقشه مدل سازی مدل‌های دائمی وجود دارد. به گونه‌ای که از اضافه

مجاز انقباضی و اضافه تراش در ترسیم صرف نظر کنیم، نقشه مدل سازی یک مدل فومی، کاملاً مشابه و هم اندازه نقشه مکانیکی قطعه نهایی خود خواهد بود. این عامل سبب گشته که فرایند ریخته گری با استفاده از مدل های ذوب شونده اصطلاحاً ریخته گری دقیق نامیده شود. اما در هر صورت برای ساخت یک مدل فومی لازم است با توجه به اصول و استانداردهای موجود ابتدا نقشه مدل سازی تهیه گردد.



شکل ۷

با توجه به متغیرهایی که بر اساس آنها نقشه مکانیکی را به مدل سازی تبدیل می کنیم، نقشه مدل سازی یک مدل فومی را با یک مدل چوبی (اولیه) مقایسه کرده و جدول صفحه مقابل را تکمیل کنید.

فعالیت ۱

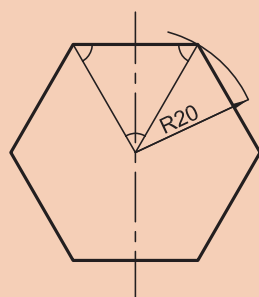
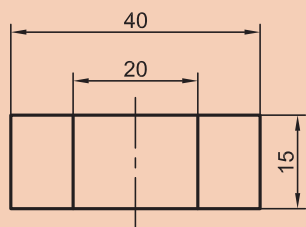


گزینه‌ها	دقت ابعادی در مدل	قوس گوشه‌ها در مدل	ماهیچه در مدل	پیچیدگی در مدل	اضافه تراش در مدل	شیب مجاز در مدل	سطح جدایش در مدل	جنس مدل
وجود دارد								چوبی (اولیه)
ممکن است وجود داشته باشد.								
وجود ندارد								
وجود دارد								فومی
ممکن است وجود داشته باشد.								
وجود ندارد								

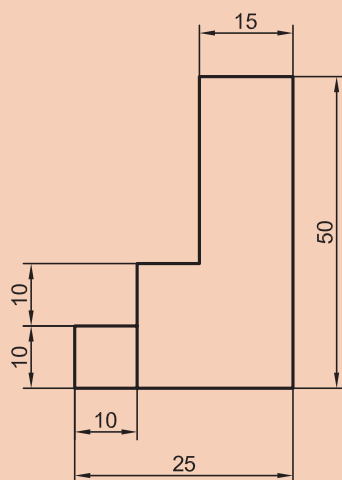


نقشه‌های مکانیکی نمایش داده شده را با توجه به اطلاعات آن به نقشه مدل‌سازی جهت ساخت یک مدل فومی تبدیل نمایید.

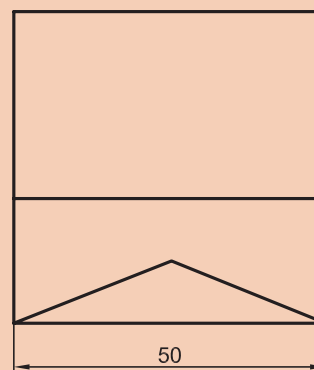
درصد انقباض ۱/۲٪ - جنس آلومینیوم - اضافه تراش کلیه سطوح ۲mm



شکل ۹: مدل شش یا هشت ضلعی با ضخامت ۴ سانتی‌متر



شکل ۸: قطعه‌ای با اجزای ساده



۲- ترسیم نقشه مدل سازی روی سطح فوم یا شابلون (الگو): همان طور که در ابتدا به آن اشاره گردید دومین مرحله در ساخت یک مدل فومی (پلاستوفومی)، انتقال نقشه مدل سازی بر روی سطح پلاستوفوم یا شابلون مناسب می باشد. برای تسهیل در انتقال خطوط و دقت در طراحی بر روی سطح ماده اولیه لازم است مراحل زیر را با دقت و به ترتیب انجام داد.

۱ تقسیم نقشه مدل سازی به بخش هایی که امکان ساخت (برش) آنها وجود داشته باشد (در صورتی که نتوان مدل فومی را یک تکه تولید کرد).

۲ انتخاب ابزار اندازه گیری و انتقال خط سالم و دقیق

نکته



در اختیار داشتن ابزار اندازه گیری و انتقال خط سالم و استاندارد ضامن داشتن یک نقشه دقیق است.

۳ انتقال ابعاد و خطوط هر بخش از نقشه بر روی تمامی سطوح یونولیت (پلاستوفوم) یا ماده اولیه شابلون مناسب. با در نظر گرفتن کلیه نکات ایمنی و پوشیدن لباس کار، وارد کارگاه شده و فعالیت های زیر را هماهنگ با توضیحات و آموزش های هنرآموز محترم انجام دهید.

فعالیت ۳



مراحل زیر را تا انتقال کامل نقشه مدل سازی شکل ۱ فعالیت ۲، بر روی سطح یونولیت، انجام دهید.

۱ نقشه مدل سازی شکل ۱ فعالیت ۲ را از فعالیت قبل انتخاب کنید.

۲ شکل نهایی مدل را کاملاً تجسم نمایید.

۳ با توجه به ابعاد مدل، تکه یونولیتی را انتخاب کنید که کمترین دور ریز را داشته باشد.

۴ با استفاده از ابزار اندازه گیری و انتقال خط (کولیس، خط کش، شابلون، پرگار، خودکار)، اقدام به اندازه گیری و کشیدن خطوط نقشه بر روی یونولیت نمایید.

۵ سلامت کار خود را با استفاده از نقشه بررسی کرده و جهت بررسی نهایی و اخذ نمره، کار عملی خود را به هنرآموز مربوطه تحویل دهید.

فعالیت ۴



مراحل زیر را تا برش نهایی اجزای شابلون مدل یونولیتی، مطابق با نقشه مدل سازی شکل ۲ فعالیت ۲، انجام دهید:

۱ با همفکری و مشورت با هنرآموز خود برای تقسیم کردن نقشه مدل سازی به بخش هایی که امکان تولید آن با یونولیت و دستگاه های برش وجود دارد، اقدام نمایید.

۲ هر بخش مشخص شده را شماره بندی نموده و با توجه به ابعاد هر جزء، نقشه آنها را روی تخته سه لایی مناسب رسم نمایید.

۳ با استفاده از ابزار برش مناسب (اره مویی و سنبله صفحه ای) اقدام به برش شابلون برای هر جزء نمایید.

۴ شابلون های ساخته شده را جهت کنترل اندازه و شکل به همراه نقشه مدل سازی تحویل هنرآموز خود دهید.

هشدار



برای جلوگیری از اتصال نادرست بخش های مختلف مدل هنگام مونتاژ، محل اتصال و جهت آن را بر روی هر قسمت با فلش بالا ↑ و پایین ↓، یا هر نماد دیگری نظیر شماره یا حرف، مشخص نمایید.

۳- برش کاری پلاستوفوم‌ها: برش کاری فوم یکی از مهم‌ترین مراحل در ساخت یک مدل فومی سالم بوده، که بستگی بسیار زیادی به وجود و انتخاب ابزار و تکنیک مناسب، شناخت کامل توانایی و محدودیت هر ابزار و همین‌طور مهارت و توانایی برش کار دارد.

از این رو آشنایی با ابزارهای برش مرسوم و معمولی که در ساخت مدل‌های فومی (پلاستوفومی) مورد استفاده قرار می‌گیرد و کسب مهارت در استفاده از هر ابزار، اهمیت بسیاری در بحث مدل‌سازی فومی دارد.

ابزار برش و فرم دادن پلاستوفوم (یونولیت)

۱- کاتر (تیزبر) و سنباده یا سوهان: راحت‌ترین و ارزان‌ترین راه برش و فرم دادن یونولیت استفاده از کاتر و سنباده است. به طوری که ابتدا یونولیت را با کاتر بریده و سپس با استفاده از سنباده نرم لبه‌های آن را صاف می‌نمایند. البته برای کارهای حرفه‌ای باید از روش‌های پیشرفته‌تر استفاده کرد ولی برای مصارف ساده بهترین راه برش یونولیت کاتر و سنباده است. همچنین باید دقت کرد که هرچه یونولیت فشرده‌تر باشد ریزش دانه‌های آن کمتر است و در نتیجه کار برش یونولیت تمیزتر خواهد شد.

کاربردهای کاتر

۱- ساخت مدل‌های ساده ۲- برش‌ها و شیارهای کم عمق روی سطح ۳- حذف پستی و بلندی‌های روی سطح و صاف و گونیا نمودن سطح ۴- تراشیدن یا بریدن بقایای چسب یا سوختگی‌های حاصل از سیم داغ

نکات ایمنی



- ۱ در هنگام استفاده از کاتر حتماً به اندازه مورد نیاز تیغه کاتر را از غلاف بیرون بیاورید.
- ۲ بعد از استفاده حتماً تیغه را به داخل غلاف برگردانید.
- ۳ به هیچ عنوان برای تحویل دادن کاتر به دیگر دوستان یا هر کار دیگر، آن را پرتاب نکنید.
- ۴ در هنگام تعویض یا کوچک کردن تیغ از لمس کردن لبه برنده آن خودداری کنید.
- ۵ از آوردن فشار زیاد به کاتر خودداری نمایید (به دلیل احتمال شکست یا برش غیر مسطح).
- ۶ لبه تیغ مستعمل را پس از تعویض ابتدا روی کاغذ سنباده کشیده سپس در سطل مربوط به خود بیندازید.

کاربردهای کاغذ سنباده

۱- حذف زائده‌های کوچک ۲- کم کردن اندازه‌های بیرونی و افزایش اندازه‌های درونی در حد لایه‌برداری ۳- حذف سوختگی‌های ناشی از هویه و سیم داغ ۴- ترمیم قوس گوشه‌ها

نکته



از سنباده یا سوهان در شرایطی که یونولیت از تراکم بالایی برخوردار باشد استفاده می‌شود.



شکل ۱۰



در برش پلاستوفوم با کاتر چنانچه فوم از فشردگی خوبی برخوردار نباشد لبه‌های برش و سطح بریده شده تمیز نبوده و زائده‌هایی دارد، برای جلوگیری از این حالت کفایست تیغ کاتر را به مدت ۵ الی ۱۰ ثانیه با شعله شمع گرم کنیم. دقت کنید که این کار باعث داغی بیش از حد کاتر نشود.



شکل ۱۱

۲- هویه (با سری تیز و اتویی یا هر فرم دیگر): از آنجایی که فوم‌ها به حرارت، بسیار حساس بوده به شکلی که در اثر برخورد با جسم داغ، ذوب و تبخیر گشته و خاکستر یا بقایای بسیار ناچیزی از خود به جای می‌گذارد، این ماده مورد علاقه مدل‌سازان و ریخته‌گران برای تولید مدل‌های ذوب شونده گشته است. آنها با استفاده از این خاصیت فوم اقدام به تغییر فرم و شکل‌دهی فوم و ساخت مدل با کمترین خطا و دورریز کرده‌اند که منجر به امکان تولید قطعاتی با پیچیدگی شکل بالا، کیفیت سطح و ابعاد فوق‌العاده، با راندمان بالا، توسط فرایند ریخته‌گری شده است. یکی از ساده‌ترین و کم هزینه‌ترین ابزار تغییر شکل مورد استفاده در مدل‌سازی فومی، هویه برقی بوده که با تغییر در شکل سری آن، می‌توان بسیاری از تغییرات را نظیر ایجاد شیارها و برش‌هایی با اشکال مختلف در سطح قطعات فومی ایجاد نمود. لازم به ذکر است استفاده از هویه با دمای بالاتر از ۱۰۰ درجه می‌تواند باعث سوختگی یا تغییر فرم شدید در یونولیت و تخریب مدل گردد، به همین منظور محدوده دمایی مناسب برای هویه کاری را می‌توان مابین ۸۰ الی ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تعیین نمود. این محدوده دمایی در ساخت مدل‌های یونولیتی با توجه به چگالی پلاستوفوم تعیین می‌شود.

کاربرد هویه

- ۱ ایجاد سوراخ‌ها و شیارهای سطحی یا صاف کردن زائده‌های روی سطح یا درون سوراخ‌ها و شیارها
- ۲ قوس دادن گوشه‌ها
- ۳ چسباندن اجزای سیستم راهگامی از جنس موم یا برخی از فوم‌ها
- ۴ نوشتن برخی از علائم یا حروف بر روی مدل نهایی



- ۱ هیچ‌گاه از بخش داخلی دست برای تست سلامت هویه پس از وصل کردن آن به برق استفاده ننمایید. (استفاده از دست برای تست سلامت هویه پیشنهاد نمی‌شود).
- ۲ از قرار دادن هویه بر روی سطحی غیر از پایه هویه خودداری کنید.
- ۳ برای تنظیم حرارت هویه از ترانس یا دیمر استفاده نمایید، (از روشن و خاموش کردن آن خودداری نمایید).
- ۴ در هنگام تحویل هویه به انباردار از سرد بودن هویه اطمینان حاصل کنید.

۵ در هنگام استفاده از هویه پشت به جهت حرکت جریان هوا قرار گرفته و از ماسک استفاده نمایید.
 ۶ در صورت تماس بخش‌های گرم هویه با سیستم برق دستگاه، دستگاه را از برق جدا کرده و پس از اطمینان از سلامت سیم هویه، مجدد آن را به برق وصل نمایید (در غیراین صورت از هویه معیوب تا بعد از رفع عیب کامل استفاده نشود).



شکل ۱۲

آموزه‌های اخلاقی

فرض کنید در اثر بی‌احتیاطی هنرجویی، بخش گرم هویه یا هر وسیله دیگری، با سیم برق هویه برخورد کرده و باعث زخمی شدن سیم و معیوب شدن هویه گشته است. حال این فرد برای جلوگیری از بازخواست توسط انباردار، هویه خود را بدون دادن اطلاع با هویه هم‌کلاسی خود عوض می‌کند، در زمان تحویل ابزار، انباردار نیز با اعتماد به اعلام سلامت هویه از طرف هنرجویان آنها را بازدید نکرده و تحویل می‌گیرد. حال در مورد این داستان تفکر کرده و به سؤالات زیر پاسخ دهید.

- ۱ هنرجوی خاطی چند کار اشتباه انجام داده است؟
- ۲ کار وی چه تبعاتی را در بر دارد؟
- ۳ برای جلوگیری از سر زدن چنین کاری توسط هنرجویان چه راهکاری را پیشنهاد می‌کنید؟
- ۴ اگر شما به جای این هنرجو بودید چه رفتاری می‌کردید؟

سیم داغ

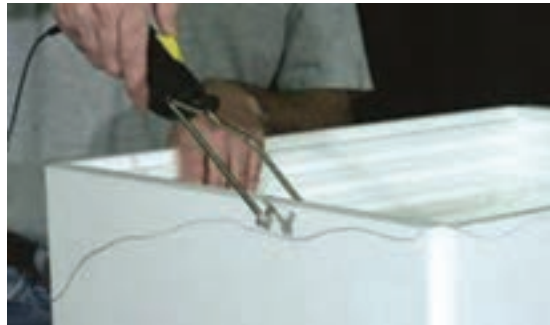
بدون شک می‌توان این نکته را اعلام داشت که دستگاه برش سیم داغ، اصلی‌ترین رکن یک کارگاه مدل‌سازی یونولیتی می‌باشد. از این دستگاه برای انجام هرگونه برش (مسطح یا فرم دار)، استفاده می‌شود.



شکل ۱۳

میز برش (سیم داغ ثابت)

این وسیله که در سه حالت کاملاً اتوماتیک (CNC)، نیمه اتوماتیک و دستی، قابل تهیه می‌باشد، می‌تواند برش‌های راه بدری را به صورت قائم، شیب‌دار و فرم‌دار (بسته به فرم سیم، زاویه سیم یا میز دستگاه) ایجاد نماید. در نمونه اتوماتیک و نیمه‌اتوماتیک این دستگاه با برنامه‌ای که از پیش به دستگاه داده می‌شود (نمونه اتوماتیک)، و یا با ثابت کردن حرکت میز و یونولیت در تمامی جهات به جز در جهت برش (نمونه نیمه‌اتوماتیک)، می‌توان برش‌هایی دقیق با سطوحی بسیار صیقلی ایجاد نمود. اما در نمونه دستی برای داشتن برشی صیقلی و دقیق باید حتماً از شابلون استفاده نماییم.



شکل ۱۴

کاربردها

۱- برش‌های طولی (جداسازی دوتکه) ۲- فرم‌دهی لبه‌های بیرونی کار ۳- خالی کردن شیارها یا سوراخ‌های درونی راه بدر ۴- برش‌های صاف با شیب‌های متفاوت (با تغییر زاویه میز یا سیم)

نکات ایمنی



۱ از لمس کردن سیم در هنگام روشن بودن خودداری کنید.

۲ همواره قبل از برش نهایی میزان سفتی سیم در فک‌ها و حرارت آن را به وسیله اضافه برش‌های یونولیت، تست نمایید.

۳ برای داشتن برش‌هایی قائم، لازم است قبل از روشن نمودن دستگاه، میز را نسبت به سیم برش، گونیا کنید.

۴ تناسب میان سرعت پیشروی و حرارت سیم در هنگام برش کاری، برای داشتن یک برش بدون عیب، از اهمیت بالایی برخوردار است، لذا سرعت پیشروی (برش) را به گونه‌ای تنظیم کنید که فشار زیادی به سیم وارد نشود.

۵ در صورت بریده شدن سیم از برخورد سیم بریده شده با دست پرهیز کرده و سریعاً دستگاه را خاموش نمایید.

۶ از آنجا که ساخت سیم برش (سیم داغ) آسان می‌باشد قبل از اقدام به ساخت آن حتماً با هنرآموز خود تمامی مراحل ساخت را بررسی نمایید.



شکل ۱۵

سیم داغ متحرک (انبری یا کمانی): از این وسیله تقریباً در ساخت تمامی مدل‌ها (پیچیده، کوچک، بزرگ) استفاده می‌شود. به کمک این وسیله می‌توان محل‌هایی را که توسط سیم داغ ثابت نمی‌توان به آنها دسترسی داشت یا مواردی که نیاز به مانور بالای سیم برش دارد استفاده کرد.

هشدار



برای جلوگیری از برق گرفتگی حین کار به دلیل تماس سیم برش با دست، از دستگاه‌هایی که با ولتاژ برق کم کار می‌کنند استفاده می‌شود. به عنوان مثال دستگاهی که با برق ۱۲ ولت و جریان متغیر بین ۵ الی ۱۲ آمپر کار می‌کند پیشنهاد می‌شود.

فعالیت ۵



با رعایت کلیه موارد ایمنی وارد کارگاه شده و در قالب گروه‌های کاری خود، مراحل زیر را به ترتیب و با توجه به توصیه‌های هنرآموز محترم انجام دهید.

۱ قطعات الگو از فعالیت ۳ را تحویل گرفته و پس از بررسی صحت اندازه‌ها و رفع عیوب احتمالی بر روی سطح میز کار خود قرار دهید.

۲ با رعایت نکات ایمنی ذکر شده، از خط کش فلزی و کاتر برای انجام برش‌های علامت زده بر روی سطح یونولیت استفاده نمایید.

۳ بدون عجله و با دقت، از روی خطوط الگو اقدام به برش کاری و تهیه مدل نمایید.

۴ با همفکری در گروه مدل‌های ساخته شده را بررسی نموده و در صورت داشتن زائده یا اضافاتی با رعایت اندازه نهایی اقدام به حذف آنها توسط سنباده نمایید.

۵ مدل‌های تکمیل شده را برای کسب امتیاز لازم به هنرآموز خود تحویل دهید.

بحث و نتیجه‌گیری

لازم است در قالب یک گروه تحقیقاتی، مدل‌های تولیدی را با نقشه مدل‌سازی مقایسه کرده و در خصوص کیفیت مدل‌های ساخته شده، به بحث و گفت‌وگو با هم‌کلاسی‌هایتان بپردازید. سپس نتایج به دست آمده را یک نفر به نمایندگی در حضور هنرآموز برای کلیه هنرجویان ارائه نماید.

بارش مغزی



۱ به نظر شما چه عواملی می‌تواند باعث افزایش یا کاهش دقت در برش کاری شود؟

۲ برای تقویت عوامل مثبت و حذف یا کاهش عوامل منفی چه پیشنهادهایی دارید؟

همان‌طور که در خصوص مدل‌سازی تاکنون آموختید پس از الگوزنی روی یونولیت، دومین مرحله در مسیر ساخت یک مدل سالم و بی‌عیب برش کاری الگوی زده شده می‌باشد. انتخاب ابزار برش مناسب از مواردی بوده، که می‌تواند نقش بسیار مهمی در دقت، سلامت و صحت یک برش داشته باشد، لذا شناخت دامنه فعالیت هر وسیله و کارهایی که می‌توان با هر کدام از آنها انجام داد (البته با در نظر گرفتن جنس، ضخامت، دقت و شکل مدل) از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.

تحقیق کنید



با استفاده از مطالب این کتاب و مهارتی که تاکنون کسب نمودید و همین‌طور جست‌وجو در اینترنت، توضیح دهید که اگر قصد تولید مدلی را که در روبه‌رو نمایش داده شده را داشته باشید، آن را به چند قسمت (جزء) تقسیم کرده و توسط چه دستگاه‌های برشی تهیه می‌کنید؟

شکل ۱۶



با رعایت کلیه موارد ایمنی وارد کارگاه شده و در قالب گروه‌های کاری خود، مراحل زیر را به ترتیب و باتوجه به توصیه‌های هنرآموز محترم انجام دهید.

۱ ابعاد و مشخصات شابلون‌های تهیه شده از نقشه مدل‌سازی شماره ۲ را یک‌بار دیگر جهت بازدید نهایی براساس نقشه مذکور بررسی نمایید.

۲ با وارد کردن سوزن یا میخ نازک تعدادی پایه در شابلون جهت فرو رفتن و ثابت شدن در سطح یونولیت ایجاد نمایید (فیکسچر زنی شابلون).

۳ شابلون‌های آماده شده را بر روی تکه یونولیت‌های مناسب قرار داده، ثابت نمایید.

۴ دستگاه برش سیم داغ غیر اتومات را پس از بررسی میزان کشیدگی سیم و مناسب بودن اتصال آن به پایه‌ها، گونیا کرده و روشن نمایید.

(برای داشتن برش‌هایی با دقت بالاتر بهتر است شابلون در بخش بالایی یونولیت قرار داده شود.)

۵ پس از گذشت ۱۰ الی ۴۰ ثانیه (با توجه به ضخامت سیم) میزان حرارت و کشیدگی سیم را با انجام یک برش تمرینی، امتحان نمایید.

۶ با حرکت دادن یونولیت به طرف سیم و رساندن آن به لبه شابلون، همواره سیم را مماس با شابلون قرار داده و با سرعتی یکنواخت پیرامون محیط شابلون را به دقت برش کاری نمایید.

۷ شابلون‌ها را از روی یونولیت‌های برش خورده جدا کرده و جهت بازرسی کیفی آنها را با نقشه مدل‌سازی مربوطه مقایسه نمایید (در این بخش از همفکری با اعضای گروه استفاده نمایید).

۸ در هنگام مقایسه اجزای ساخته شده تمامی نشانه‌ها و علائمی را که برای هر جزء در نظر داشتید بر روی آنها با ذکر نام سازنده منتقل نمایید.

۹ قطعه کارهای خود را جهت ارزشیابی به هنرآموز خود تحویل دهید.

بحث و نتیجه‌گیری:

همراه با تیم تحقیقاتی خود، مدل‌های تولیدی اعضای گروه را با نقشه مدل‌سازی مقایسه کرده و در خصوص کیفیت مدل‌های ساخته شده، به بحث و گفت‌وگو با هم‌کلاسی‌هایتان بپردازید. سپس نتایج به دست آمده را یک نفر به نمایندگی در حضور هنرآموز محترم برای کلیه هنرجویان ارائه نماید.



هیچ‌گاه برای امتحان کردن میزان لقی سیم با شیء فلزی آن را لمس نکنید.



در دستگاه برش سیم داغ از سیم‌هایی با ضخامت‌های مختلف استفاده می‌شود، معمولاً ضخامت سیم‌ها در کارگاه‌های مختلف از ۰/۶ تا ۶ میلی‌متر متغیر می‌باشد. لازم به ذکر است ضخامت سیم مورد استفاده ارتباط مستقیمی به دانسیته یونولیت مصرف و ابعاد مدل دارد، دور از ذهن نیست که با افزایش ضخامت سیم میزان آمپر دستگاه نیز باید افزایش داده شود.

همان‌طور که می‌دانید، از پلاستوفوم (یونولیت)، می‌توان برای ساخت مدل‌های بسیار ظریف یا بسیار پیچیده بدون محدودیت اندازه استفاده کرد، چرا که به همان سادگی که می‌توان یونولیت‌ها را در جهات مختلف برش

زد، می توان تکه های آنها را به یکدیگر متصل کرد، و از آنجایی که در ساخت مدل های یونولیتی در نظر داشتن مؤلفه هایی نظیر، سطح جدایش و جهت خروج مدل از قالب مطرح نمی باشد، لذا مدل سازی و ساخت اجسام پیچیده با آنها بسیار ساده و آسان بوده و با به دست آوردن مهارت نه چندان زیاد می توان مدل های کم عیبی تولید نمود.
در زیر تعدادی از مدل هایی که طراحی و ساخته شده اند نشان داده شده است.



شکل ۱۷

نقشه های مکانیکی قطعات آلومینیومی زیر را به نقشه مدل سازی تبدیل نموده و با توجه به اندازه گذاری صورت گرفته با همان ابعاد آنها را به اجزای قابل ساخت با یونولیت تبدیل کنید و هر جزء را با ذکر تعداد در جدول صفحه بعد رسم نمایید.

فعالیت ۷



توجه



تمامی سطوح اضافه تراش دارد.

تصویر ۱	تعداد =	تعداد =	تعداد =	نظر هنرآموز
تصویر ۲	تعداد =	تعداد =	تعداد =	نظر هنرآموز

فعالیت ۸



مراحل زیر را تمامی هنرجویان زیر نظر هنرآموز محترم انجام دهند.

- ۱ بارعایت کلیه نکات ایمنی وارد کارگاه شوید.
- ۲ براساس جدول به دست آمده از فعالیت ۶، اقدام به انتقال نقشه هر جزء بر روی شابلون مناسب خود نمایید.
- ۳ توسط اره مویی و سنباده صفحه‌ای شابلون‌های مناسب را تولید کنید.
- ۴ پس از بررسی دقت شابلون‌های ساخته شده براساس نقشه فیکسچرهای مناسبی برای هر شابلون قرار دهید (میزان بیرون زدگی هر فیکسچر کمتر از ۱ سانتی‌متر باشد).
- ۵ شابلون‌های آماده شده را به هنرآموز خود نشان داده و پس از کسب نظر مثبت او اقدام به قرار دادن آنها روی یونولیت با ضخامت مناسب نمایید.
- ۶ با رعایت تمامی نکات ایمنی که در فعالیت قبل انجام دادید اقدام به روشن نمودن دستگاه سیم داغ کرده و برش کاری هر جزء را انجام دهید.
- ۷ قطعه کارهای تولیدی را براساس نقشه مدل‌سازی کنترل کیفی، علامت‌گذاری کرده و به منظور کسب امتیاز به هنرآموز خود تحویل دهید.

نکته



بر روی هر جزء نشانه یا علامتی قرار دهید که معرف جهت و محل اتصال آن به اجزای دیگر باشد.



در نظر داشته باشید که در اثر برش باسیم داغ، (با فرض ماهر بودن برش کار)، بسته به دما و ضخامت سیم از ۱ تا ۳ میلی‌متر خط برش از ضخامت سیم بزرگ‌تر می‌شود، در نظر گرفتن این مورد جهت جلوگیری از کوچک شدن ابعاد بعد از برش کاری اهمیت دارد.

۴- مونتاژ مدل: چهارمین مرحله در ساخت یک مدل فومی مونتاژ اجزای مدل یا سیستم راهگامی آن می‌باشد، در صورتی که نکات ذکر شده در مراحل و فعالیت‌های قبل، نظیر دقت در ترسیم نقشه مدل‌سازی و رسم الگو، دقت در انتخاب ابزار برش مناسب و برش کاری بی نقص، استفاده از علائم راهنما روی هر جزء، به خوبی رعایت شده باشد، در مرحله مونتاژ تنها نکته‌ای که سلامت مدل نهایی را تضمین می‌کند، نوع چسب به کار رفته می‌باشد، لذا چسب‌ها یکی از ارکان مهم در ساخت مدل‌های فومی چند تکه می‌باشند.

چسب‌ها دارای انواع گوناگونی هستند که هر یک برای دستیابی به هدفی خاص به کار برده می‌شود، داشتن دانش و تجربه در زمینه استفاده از چسب مناسب باعث بالا رفتن کیفیت مدل‌های ساخته شده و استحکام آنها خواهد شد. برای انتخاب چسب مناسب باید به مواردی نظیر جنس مدل، زمان موجود برای پایان ساخت مدل، نحوه قالب‌گیری و خارج‌سازی مدل از قالب، نیروهایی که در اثر وزن مدل یا نحوه قالب‌گیری یا حمل و نقل کردن مدل به محل اتصال وارد می‌شوند و در نهایت مقرون به صرفه بودن آن چسب، دقت نمود.



یکی از مشکلات پلاستوفوم‌ها حساسیت آنها به مواد شیمیایی می‌باشد، به همین دلیل برای چسباندن قطعات فومی نباید از چسب‌هایی که دارای حلال‌های نفتی همچون تینر در خود هستند استفاده نمود. این مسئله باعث آب شدن و از بین رفتن قطعات فومی مدل خواهد شد.

چسب‌هایی که امروزه در کارگاه‌های مدل‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توان براساس اولویت به شکل زیر معرفی نمود:

۱- چسب چوب

۲- چسب فوم (یونولیت)

۳- چسب قطره‌ای و چسب ۱-۲-۳

۱- چسب چوب

این چسب پایه طبیعی داشته و از مواد شیمیایی کمتری در آن استفاده شده است. این مسئله در مورد کسانی که به صورت طولانی با چسب‌ها در تماس هستند بسیار مهم است. چسب چوب به وسیله آب رقیق می‌شود و به همین دلیل این چسب در هنگام خشک شدن یا تبخیر (هنگام ریخته‌گری)، بخار سمی ایجاد نمی‌کند و صدمه‌ای به فرد استفاده کننده نمی‌زند. این چسب پس از خشک شدن به راحتی توسط سیم داغ یا دیگر وسیله‌های برش، بریده می‌شود.

مهم‌ترین عیب چسب چوب را می‌توان زمان نسبتاً طولانی برای خشک شدن آن دانست، (در روزهای گرم تابستان ۱۵ الی ۲۰ دقیقه، اما در زمستان این زمان می‌تواند به نصف روز نیز افزایش پیدا کند).

۲- چسب فوم

این چسب نوعی چسب مایع و شفاف می‌باشد، که در آن از مواد حلال فوم استفاده نشده است و باعث می‌شود بتوانید از آن برای چسباندن انواع قطعات فومی استفاده کنید. قدرت چسبندگی چسب فوم پایین است و مدت زمان خشک شدن آن نیز نسبتاً طولانی اما از چسب چوب کمتر است. از این نوع چسب نمی‌توان به صورت حرفه‌ای در ساخت مدل استفاده کرد زیرا به دلیل استحکام پایین چندان مورد اعتماد نیست، اما برای تولید مدل‌های آموزشی انتخاب مناسبی به حساب می‌آید.



شکل ۱۸

۳- چسب قطره‌ای و چسب ۱-۲-۳

چسب قطره‌ای و ۱-۲-۳ هر دو دارای پایه مشترک شیمیایی هستند، این چسب‌ها از لحاظ چسبندگی بسیار قوی هستند، از چسب‌های قطره‌ای و ۱-۲-۳ تقریباً می‌توان برای چسباندن هر قطعه‌ای با هر جنسی، استفاده نمود. ویژگی این چسب‌ها سرعت بالای خشک شدن و استحکام بسیار بالای آنها می‌باشد، اما در کنار این مزایا می‌توان به معایبی نظیر قیمت بالا و مضر بودن آنها برای پوست و چشم انسان و عدم انعطاف پذیری (پس از خشک شدن) نیز اشاره کرد.



استفاده از چسب قطره‌ای به مقدار زیاد بر روی فوم و یونولیت (پلاستوفوم) تأثیر منفی گذاشته و بهتر است استفاده نشود.

شکل ۱۹

هشدار



هشدار



بخار حاصل از خشک شدن چسب قطره‌ای و همچنین اسپری مورد استفاده در چسب ۱-۲-۳، بسیار سمی بوده و باعث صدمات جدی به ناحیه چشم و ریه‌های انسان می‌شود. از این رو توصیه می‌شود در هنگام استفاده از این چسب‌ها در محلی که تهویه مناسب وجود دارد مشغول به ساخت مدل خود شوید.

هیچ‌گاه برای افزایش استحکام اتصالات مدل از میخ یا سوزن یا هر شیئی فلزی دیگری استفاده ننمایید.

هشدار



با جست‌وجو در اینترنت، دیگر چسب‌هایی که می‌توان توسط آنها مدل‌های فومی را مونتاژ نمود (با ذکر مزیت و محدودیت هر کدام)، پیدا کرده و معرفی نمایید.

تحقیق کنید



در قالب یک کار گروهی، براساس مراحل زیر، یونولیت‌های برش داده شده در فعالیت‌های قبل را توسط چسب چوب و با توجه به نقشه مدل‌سازی هر کدام به یکدیگر متصل نموده و مدل نهایی را مونتاژ نمایید.

۱ اجزای مربوط به هر مدل را باتوجه به علائم و شماره‌بندی صورت گرفته، در کنار نقشه خودش بر روی سطحی تمیز و صاف قرار دهید.

فعالیت ۹



۲ با توجه به روش‌های استفاده از چسب چوب که در مدل‌سازی چوبی آموختید، محل اتصال را به چسب آغشته ساخته و با دقت بسیار هر جزء را تا پایان زمان سخت شدن چسب بدون حرکت نگه دارید. (از سوزن نیز می‌توانید جهت ثابت نگه داشتن هر جزء تا پایان پروسه سخت شدن چسب، استفاده نمایید)

نکته



در صورت بیرون زدگی چسب قبل از خشک شدن آن را پاک کنید.

۳ برای اطمینان از صحت کلی شکل و ابعاد مدل، پس از پایان مونتاژ، ابعاد و شکل آن را با نقشه اولیه مقایسه نمایید.

۴ مدل نهایی را بعد از پاسخ به خود را بیازمایید، جهت ارزشیابی به هنرآموز محترم تحویل دهید.

خود را
بیازمایید



در قالب گروه‌کاری خود، مدل‌های تولید شده را با یکدیگر و همین‌طور با نقشه مدل‌سازی، مقایسه کرده. و به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- ۱ چه ایراداتی را در مدل‌ها مشاهده کردید؟
- ۲ این عیوب (براساس تعداد تکرار در هر مدل)، به ترتیب مربوط به کدام مرحله از تولید بودند؟ (نقشه مدل‌سازی، انتقال نقشه روی فوم، برش‌کاری، چسب‌کاری)
- ۳ این عیوب بیشتر جنبه تجهیزاتی داشتند یا فردی؟
- ۴ چه راهکاری را برای رفع هر گروه از عیوب مشاهده شده، پیشنهاد می‌کنید؟

هشدار



توجه داشته باشید در مدل‌های ذوب شونده (یونولیتی) به هیچ‌عنوان نباید به‌جای استفاده از چسب از اشیای فلزی نظیر سوزن یا میخ یا... استفاده نمایید.

به کلیه فعالیت‌هایی که درست قبل از خروج مدل از بخش مدل‌سازی و ورود آن به کارگاه ریخته‌گری روی مدل صورت می‌گیرد، تمام کاری ساخت مدل گفته می‌شود. از جمله مهم‌ترین فعالیت‌هایی که براساس نیاز، در این بخش انجام می‌گیرد، می‌توان به حذف گوشه‌های تیز توسط قوس کاری یا اتصال راهگاه و تغذیه به مدل یا پوشش دادن مدل و در نهایت کنترل کیفی مدل، اشاره داشت.

۵- قوس کاری و کنترل کیفی مدل تولیدی: همان‌طور که در پودمان ۱ و ۲ این کتاب به آن اشاره شده به‌منظور جلوگیری از ایجاد ترک گوشه در قطعات ریخته‌گری، اقدام به قوس‌دار کردن آنها می‌کنند، میزان قوس در نقشه مدل‌سازی محاسبه و تعیین می‌شود.

– حذف گوشه‌های تیز خارجی

برای قوس‌دار کردن گوشه‌های تیز خارجی با توجه به طول ضلعی که باید قوس در آن ایجاد شود و شعاع قوس و همین‌طور میزان تراکم یونولیت، می‌توان از ابزار برش (گرم یا سرد) نظیر سنباده، کاتر یا سیم داغ و هویه؛ استفاده نمود.

– حذف گوشه‌های تیز داخلی

از آنجا که در تمامی کارهای تولیدی مخصوصاً صنعت نوپای مدل‌سازی فومی تجربه حرف اول را می‌زند، معمولاً برای قوس‌دار کردن گوشه‌های داخلی یا ترمیم لب‌پریدگی‌های خارجی، از ترکیبی با نسبت ۴ قسمت بتونه پلاستیکی ساختمانی و ۱ قسمت چسب چوب (با توجه به بزرگ بودن شعاع قوس این نسبت تغییر می‌کند)، استفاده می‌شود. گاهی از روش‌های دیگری نظیر چسباندن و برش دادن یونولیت در گوشه‌های داخلی، نیز می‌توان استفاده نمود. انتخاب هر روش بستگی بسیار زیادی به امکانات موجود در کارگاه، مهارت مدل‌ساز و شکل مدل و حساسیت آن دارد.

روش معمول استفاده از ترکیب بتونه پلاستیک با چسب چوب، فرایند عملی ساده‌ای همانند بتونه کاری مدل‌های چوبی دارد، با این تفاوت که زمان خشک شدن بتونه در این مدل‌ها طولانی‌تر می‌باشد.

استفاده از برش‌های نازک یونولیت، زمانی انجام می‌گیرد که شعاع قوس زیاد بوده و دسترسی به محل قوس امکان‌پذیر باشد. به همین منظور لایه‌ای از یونولیت را با مقطع مربع، به گونه‌ای که هر ضلع مربع طولی برابر شعاع قوس داشته باشد، برش داده و در زاویه داخلی چسبانده می‌شود، سپس با دستگاه سیم داغ انبری که فرم سیم آن از قبل برای قوس تغییر شکل پیدا کرده است، اقدام به ایجاد قوس می‌نماییم زدگی‌های کنار قوس، در این روش را می‌توان توسط بتونه اصلاح نمود.



تمامی مدل‌های یونولیتی را که تاکنون ساخته‌اید به همراه نقشه هر کدام در کنار خود قرار دهید و با رعایت نکات ایمنی مراحل زیر را روی آنها انجام دهید.

۱ گوشه‌های مورد نظر را با توجه به اندازه قوس و نوع آن به دقت بررسی نمایید.

۲ از روشی مناسب برای ایجاد قوس استفاده کنید.

۳ پس از پایان کار اقدام به بررسی و اصلاح هر قوس نمایید.

۴ از تمامی ابزار اندازه‌گیری و اطلاعات فنی خود در خصوص مدل‌سازی فومی استفاده کرده و جدول صفحه بعد را برای یکی از مدل‌های تولید شده توسط خودتان، تکمیل نمایید.

وضعیت	پارامترهای کنترل	دقت در نقشه مدل سازی	کیفیت سطح در برش کاری	دقت در مونتاژ و چسب کاری	صحت قوس های اعمالی	صحت کلی شکل و ابعاد مدل براساس نقشه	قدرت پاسخ گویی به پرسش ها
بسیار خوب							
قابل قبول							
ضعیف							
نظر مربی							

مطابق با نقشه مکانیکی داده شده و اطلاعات موجود اقدام به کشیدن نقشه مدل سازی و ساخت مدل یونولیتی مطابق نقشه ترسیمی نمایید.

فعالیت نهایی



از نقشه مکانیکی قطعه ای که در فصل بعد قرار است به مدل صفحه ای تبدیل گردد، استفاده شود.

ارزشیابی هنرجو در فصل دوم: ساخت مدل فومی

نقشه کار: ساخت مدل فومی

تبدیل نقشه مکانیکی قطعه مقابل را انجام داده و ساخت مدل فومی را انجام دهید. جنس قطعه آلومینیوم - درصد انقباض ۱/۳

شاخص عملکرد: تبدیل نقشه مکانیکی به نقشه مدل سازی، انتخاب نوع فوم، مونتاژ، کیفیت نهایی مدل

شرایط انجام کار: انجام کار در کارگاه مدل سازی با روشنایی مناسب

مواد مصرفی: فوم - چسب - کاغذ - پوشان - سنباده

ابزار و تجهیزات: سیم برش فوم - اره - کولیس - خط کش - ماشین گندگی و سوهان

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تبدیل نقشه مکانیکی به مدل سازی	۲	
۲	ترسیم نقشه مدل	۱	
۳	برش کاری فوم	۱	
۴	مونتاژ فوم	۲	
۵	قوس کاری و کنترل کیفی مدل	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 فوم از زباله های دیگر</p> <p>۴- رعایت دقت و نظم</p>		
	میانگین نمرات *		

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